DIE

ATOMGEWICHTE DER ELEMENTE

AUS DEN

ORIGINALZAHLEN NEU BERECHNET

VON

DR. LOTHAR MEYER UND DR. KARL SEUBERT

PROFESSOR DER CHEMIE PRIVATDOCENT DER CHEMIE

AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

LEIPZIG

DRUCK UND VERLAG VON BREITKOPF & HÄRTEL

1883.

2970

DIE ATOMGEWICHTE DER ELEMENTE

AUS DEN

ORIGINALZAHLEN NEU BERECHNET

VON

DR LOTHAR MEYER UND DR KARL SEUBERT

PROFESSOR DER CHEMIE PRIVATDOCENT DER CHEMIE

AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

LEIPZIG,

DRUCK UND VERLAG VON BREITKOPF & HÄRTEL.

1883.

III A 1451

Alle Rechte vorbehalten.

VORREDE.

Bei meinen Bemühungen, in die im Jahre 1864 veröffentlichte*), nach den Zahlenwerthen geordnete Zusammenstellung der Atomgewichte alle Elemente einzureihen, erkannte ich bald, dass die Unterschiede der von verschiedenen Autoren angenommenen Werthe nicht allein auf Abweichungen der experimentellen Bestimmungen, sondern in nicht unerheblichem Grade auch auf die verschiedene Art der Berechnung zurückzuführen seien. Wenn solche durch die Rechnung eingeführte Unterschiede auch meist nicht gross waren, so machten sie sich doch besonders dort empfindlich bemerkbar, wo es sich nur um kleine Abweichungen der Zahlen handelte, z. B. bei der Beurtheilung der *Prout*'schen Hypothese und bei der Vergleichung der Differenzen der Atomgewichte homologer Elemente.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche den stöchiometrischen Constanten nicht nur für die Praxis der Analyse, sondern auch für die theoretische Chemie zukommt, begann ich daher im Jahre 1867 alle bis dahin gemachten, noch brauchbaren Atomgewichtsbestimmungen nach einheitlicher Methode neu zu berechnen. Diese Arbeit war bereits weit vorgeschritten, als ich im folgenden Jahre nach Karlsruhe berufen wurde, wo mir,

*) S. 137 der ersten Auflage der »Modernen Theorien der Chemie.«

wie auch hier in Tübingen, zur Vollendung derselben die ruhige Musse fehlte. Ich würde auch jetzt kaum an den Abschluss des Unternehmens haben denken können, hätte ich nicht in Dr. *K. Seubert* einen zuverlässigen, sachverständigen Mitarbeiter gefunden. Derselbe hat nicht nur die seit 1868 ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen neu berechnet, sondern auch das von mir gesammelte Material ergänzt und, wo nöthig, berichtigt, auch die schliessliche Zusammenstellung des ganzen Manuscriptes besorgt. Als dieses bis auf einige Kleinigkeiten bereits druckfertig hergestellt war, erhielten wir als Geschenk der Smithsonian Institution zu Washington die Arbeit des Herrn *Fr. W. Clarke**), welche das gleiche Ziel wie die unsere verfolgt. Das Erscheinen derselben liess uns natürlich die Frage erwägen, ob nicht jetzt der Druck der unseren überflüssig geworden sei. Wir glauben aber diese Frage aus mehren Gründen verneinen zu sollen. Wenn auch der Umstand, dass manche unserer Landsleute eine deutsche Schrift einer englischen vorziehen werden, vielleicht wenig ins Gewicht fällt, so ist für uns besonders die Erwägung entscheidend, dass Herrn Professor *Clarke*'s Anordnung und Darstellung des Materiales von der unseren abweicht, und auch die Ergebnisse seiner Berechnung nicht überall mit den unseren identisch sind. Die Abweichungen sind in den meisten Fällen klein und rühren, wo sie auftreten, besonders aus der Verschiedenheit der Rechnungsmethoden her, welche in einem besonderen Abschnitte unserer Einleitung besprochen werden sollen.

---

*) Smithsonian Miscellaneous Collections Nr. 441. The Constants of Nature, Part V. A Recalculation of the Atomic Weights, by *Frank Wigglesworth Clarke*, Professor of Chemistry and Physics in the University of Cincinnati. Washington 1882.

Später erhielten wir durch die Liberalität derselben Stelle auch das bereits früher veröffentlichte, uns jedoch ganz unbekannt gebliebene Werk: Smiths. Misc. Coll. Nr. 358. The Constants of Nature, Part IV. Atomic Weight Determinations: A Digest of the Investigations published since 1814, by *George F. Becker*, welches ein sehr vollständiges, werthvolles Quellenverzeichniss enthält, jedoch nicht die experimentellen Ergebnisse der Versuche, sondern nur die aus ihnen berechneten Atomgewichte mittheilt.

Wo wir zu denselben Ergebnissen, wie Herr *Clarke* gelangen, wird diese Uebereinstimmung den Fachgenossen eine willkommene Bestätigung der Richtigkeit der Rechnungen sein und das Vertrauen zu den ermittelten Werthen befestigen.

Ganz besonderes Gewicht aber legen wir darauf, dass aus unserer Zusammenstellung noch deutlicher als aus der des Herrn *Clarke* hervorgeht, wie unsicher und ungenau eine grosse Zahl der Atomgewichte, selbst der oft gebrauchten, bestimmt ist. Wir hoffen, dass diese Wahrnehmung zu neuen Bestimmungen derselben anregen werde. Andererseits aber dürfte vielleicht der Anblick der wirklich sicher festgestellten Atomgewichtszahlen die Fachgenossen überzeugen, dass es endlich Zeit ist, mit dem Schlendrian ganz unrichtig bestimmter Zahlen zu brechen, welche sich, wie z. B. O = 16*), C = 12, Ag = 108, Cl = 35,5, Br = 80 u. s. w., seit einem Menschenalter fortschleppen, obschon sie nachweislich um etwa ein halbes Procent ihres Werthes falsch sind. Mit diesen unrichtigen Zahlen berechnet ergibt sich z. B. der Chlorgehalt des Chlornatriums zu 60,684 %, während er in Wirklichkeit nur 60,596 % beträgt. Dass man für angenäherte Rechnungen sich abgerundeter Zahlen bedient, ist ja ohne Zweifel vollkommen zulässig; aber zur Controle der Richtigkeit der Analysen Zahlen zu benutzen, deren Fehler ebenso gross sind als die, welche in sorgfältig ausgeführten Analysen begangen werden, ist widersinnig.

Da viele der gebräuchlichen Zahlen im gleichen Sinne falsch sind, nämlich alle zu gross, so tritt der Einfluss ihrer Fehler nicht immer hervor; er macht sich aber überall geltend, wo zu gross angenommene (z. B. O, C, Cl, Br, J, Ag) neben nahezu richtigen oder zu kleinen Werthen (z. B. H, N, S, Na, K u. s. w.) in Betracht kommen.

Soll die Chemie der Physik ebenbürtig werden und bleiben, so muss sie sich eine grössere Achtung vor den Funda-

---

*) gar nicht zu reden von den als »Atomgewichte« ganz unhaltbaren *Gmelin*'schen Zahlen O = 8, C = 6 u. s. w.

mentalconstanten angewöhnen, mit denen im Laufe der Zeit nur allzuviel Willkür getrieben worden ist. Wenn unsere Arbeit zur Erreichung dieses Zieles ein wenig beizutragen vermag, so werden wir uns für die aufgewendete Zeit und Mühe reichlich belohnt erachten.

Tübingen, November 30, 1882.

Lothar Meyer.

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorrede III

Inhaltsübersicht VII

Einleitung 1

1. Die stöchiometrischen Constanten 1
2. Die Berechnung der Beobachtungen 3
3. Reduction auf wirkliches Gewicht 7

Abkürzungen der Citate 15

Die stöchiometrischen Bestimmungen.

I. Beziehungen zum Sauerstoffe 17

A. Elemente (Nr. 1—30) 17

Nr. 1. H.	Nr. 9. Ce.	Nr. 17. Ta.	Nr. 25. Te.
» 2. Li.	» 10. Ga.	» 18. P.	» 26. Mn.
» 3. Cu.	» 11. In.	» 19. Sb.	» 27. Fe.
» 4. Au.	» 12. C.	» 20. Bi.	» 28. Co.
» 5. Zn.	» 13. Si.	» 21. Mo.	» 29. Ni.
» 6. Cd.	» 14. Sn.	» 22. W.	» 30. Os.
» 7. Hg.	» 15. Pb.	» 23. U.	
» 8. Al.	» 16. V.	» 24. Se.	

B. Atomgruppen (Nr. 31—40) 42

Nr. 31. NaCl.	Nr. 34. KJ.	Nr. 37. AgJ.	Nr. 40. MnS.
» 32. KCl.	» 35. AgCl.	» 38. CdS.	
» 33. KBr.	» 36. AgBr.	» 39. PbS.	

II. Beziehungen zum Silber 50

Vorbemerkung: Verhältniss zwischen Silber und Sauerstoff.

A. Verhältniss von Silberverbindungen z. Silber (Nr. 41—48) 53

Vorbemerkung: Verhältniss der als bekannt vorausgesetzten Atomgewichte zum Sauerstoffe.

Nr. 41. AgCl.	Nr. 44. Ag_2S.	Nr. 47. $AgNO_3$.
» 42. AgBr.	» 45. Ag_2SO_4.	» 48. $AgC_2H_3O_2$.
» 43. AgJ.	» 46. Ag_2SeO_3.	

B. Verhältniss von Silberverbindungen zu einander (Nr. 49—53) 63

Vorbemerkung: Verhältniss von Silber und Chlorsilber zu Sauerstoff.

Nr. 49. AgCl zu AgBr.	Nr. 52. AgCl zu Ag_2Se.
» 50. » » AgJ.	» 53. » » Ag_2CrO_4,
« 51. » » Ag_2S.	» » $Ag_2Cr_2O_7$.

Seite

C. Beziehungen anderer Elemente und ihrer Verbindungen auf Silber und Silberverbindungen (Nr. 54—99) 66

Vorbemerkung: Verhältniss der als bekannt vorausgesetzten Atome und Atomgruppen zum Sauerstoffe.

Nr. 54. LiCl.
» 55. NaCl.
» 56. KCl.
» 57. KBr.
» 58. KJ.
» 59. RbCl.
» 60. CsCl.
» 61. Cu.
» 62. $BeCl_2$.
» 63. $MgCl_2$.
» 64. $CaCl_2$.
» 65. $SrCl_2$.
» 66. $BaCl_2$.
» 67. $CdCl_2$.
» 68. BCl_3, BBr_3.
» 69. $AlCl_3$, $AlBr_3$.
» 70. $LaCl_3$.
Nr. 71. $DiCl_3$.
» 72. CeO_2.
» 73. TlCl, TlJ.
» 74. CO_2.
» 75. $SiCl_4$.
» 76. $TiCl_4$.
» 77. $ZrCl_4$.
» 78. $SnCl_4$.
» 79. $PbCl_2$.
» 80. $VOCl_3$.
» 81. Nb_2O_5, $NbCl_5$.
» 82. Ta_2O_5, $TaCl_5$.
» 83. NH_4Cl.
» 84. P, PCl_3.
» 85. $AsCl_3$, $AsBr_3$.
» 86. Sb, $SbCl_3$, $SbBr_3$.
Nr. 87. $BiCl_3$.
» 88. $CrCl_2$, Cr_2O_3, $CrCl_3$.
» 89. MoO_2Cl_2, MoS_2, MoO_3, $MoCl_2$, $MoCl_4$, $MoCl_5$.
» 90. Ag_2WO_4, WCl_6.
» 91. UCl_4, U_2O_5, U_3O_8.
» 92. Se, $SeCl_4$.
» 93. K_2TeBr_6.
» 94. $MnCl_2$.
» 95. $FeCl_2$, $FeCl_3$.
» 96. CoO, $CoCl_2$.
» 97. NiO, $NiCl_2$.
» 98. RuK_2Cl_5.
» 99. Pt.

III. Beziehungen auf Alkalichloride (Nr. 100—107) 110

Vorbemerkung: 1) Verhältniss von NaCl, KCl und NH_4Cl zu Sauerstoff. 2) Als bekannt vorauszusetzende Atomgewichte.

Nr. 100. Au.
» 101. Se.
» 102. Ru.
Nr. 103. Rh.
» 104. Pd.
» 105. Os.
Nr. 106. Ir.
» 107. Pt.

IV. Beziehung auf Gold (Nr. 108—113) 116

Vorbemerkung: 1) Verhältniss von Gold zu Sauerstoff. 2) Als bekannt vorauszusetzende Atomgewichte.

Nr. 108. Ba.
» 109. Hg.
Nr. 110. In.
» 111. P.
Nr. 112. Co.
» 113. Ni.

V. Beziehung auf Kohlenstoff und seine Oxyde (Nr. 114—130) 119

Vorbemerkung: 1) Verhältniss von Kohlenstoff, CO_2 und CO_3 zu Sauerstoff. 2) Die als bekannt vorausgesetzten Atomgewichte.

Nr. 114. Li.
» 115. Mg.
» 116. Ca.
» 117. Sr.
» 118. Ba.
» 119. Zn.
Nr. 120. Cd.
» 121. La.
» 122. Ce.
» 123. Th.
» 124. Pb.
» 125. Cr.
Nr. 126. Mo.
» 127. U.
» 128. Mn.
» 129. Co.
» 130. Ni.

VI. Beziehung auf Nitrate und die Atomgruppe NO_3 (Nr. 131—137) 134

Nr. 131. Li.
» 132. Na.
» 133. K.
Nr. 134. Tl.
» 135. Pb.
» 136. Cr.
Nr. 137. Mo.

VII. Beziehung auf Wasser (Nr. 138—150) 136

Vorbemerkung: 1) Verhältniss von Wasser zu Sauerstoff. 2) Die als bekannt vorauszusetzenden Atomgewichte.

Nr. 138. Cu.
» 139. Mg.
» 140. Sr.
» 141. Ba.
» 142. Zn.
Nr. 143. B.
» 144. Al.
» 145. Y.
» 146. La.
» 147. E.
Nr. 148. Th.
» 149. W.
» 150. Mn.

Seite

VIII. Beziehung auf Schwefel und Schwefelverbindungen.

A. Beziehung der Elemente zu den Sulfiden (Nr. 151—153) 143

Vorbemerkung: Verhältniss des Schwefels zum Sauerstoffe.

Nr. 151. Hg. Nr. 152. Sb. Nr. 153. Bi.

B. Beziehung von Oxyden und Chloriden zu den entsprechenden Sulfiden (Nr. 154—156) 145

Vorbemerkung: Verhältniss von Schwefel und Chlor zum Sauerstoffe.

Nr. 154. Ti. Nr. 155. Ta. Nr. 156. Mo.

C. Beziehung auf Schwefeldioxyd (Nr. 157) 148

Vorbemerkung: Verhältniss von SO_2 zum Sauerstoffe.

Nr. 157. As.

D. Beziehung auf die Gruppe SO_3 oder Verhältniss von Oxyden zu den entsprechenden Sulfaten (Nr. 158—173) 148

Nr. 158. Be. Nr. 162. Sc. Nr. 166. Di. Nr. 170. Th.
» 159. Mg. » 163. Y. » 167. E. » 171. Pb.
» 160. Ca. » 164. La. » 168. Yb. » 172. Cr.
» 161. Al. » 165. Ce. » 169. Zr. » 173. Mn.

E. Beziehung auf die Gruppe SO_4 oder Verhältniss von Metall zu Sulfat (Nr. 174—176) 163

Vorbemerkung: Verhältniss von SO_4 zum Sauerstoffe.

Nr. 174. Cu. Nr. 175. Pb. Nr. 176. Bi.

F. Beziehung auf Baryumsulfat, $BaSO_4$ (Nr. 177—194) . . 165

Vorbemerkung: 1) Verhältniss von $BaSO_4$ zum Sauerstoffe. 2) Die als bekannt vorausgesetzten Atomgewichte.

a) von Sulfaten (Nr. 177—187) 165

Nr. 177. Li. Nr. 180. Y. Nr. 183. Di. Nr. 186. V.
» 178. Be. » 181. La. » 184. Tl. » 187. Ni.
» 179. Mg. » 182. Ce. » 185. Th.

b) von Baryumverbindungen (Nr. 188—192) 175

Nr. 188. $BaCl_2$. Nr. 190. $BaCrO_4$. Nr. 192. BaF_2.
» 189. $BaSiF_6$. » 191. $BaSeO_3$.

c) indirecte Beziehungen auf $BaSO_4$ (Nr. 193, 194). 178

Nr. 193. Au. Nr. 194. In.

G. Beziehung auf verschiedene andere Sulfate (Nr. 195—203) 179

Vorbemerkung: 1) Verhältniss dieser zum Sauerstoffe. 2) Die als bekannt vorausgesetzten Atomgewichte.

Nr. 195. Li. Nr. 198. B. Nr. 200. Th. Nr. 202. Ta.
» 196. Ca. » 199. Zr. » 201. Nb. » 203. F.
» 197. Sr.

IX. Beziehung auf Chlor (Nr. 204—210) 186

Vorbemerkung: Verhältniss von Chlor zu Sauerstoff.

Nr. 204. Hg. Nr. 206. W. Nr. 208. Se. Nr. 210. Pt.
» 205. Pb. » 207. U. » 209. Rh.

Seite

X. Beziehung auf Fluor und Fluorverbindungen (Nr. 211, 212) 190

Vorbemerkung: Verhältniss von Fluor und den betr. Fluorverbindungen zu Sauerstoff.

Nr. 211. Zr. Nr. 212. Ta.

XI. Beziehung auf Quecksilber (Nr. 213, 214) 191

Vorbemerkung: Verhältniss des Quecksilbers zu Sauerstoffe.

Nr. 213. Au. Nr. 214. Se.

XII. Beziehung auf grössere Atomgruppen

durch Ermittelung des Metall- oder Metalloxydgehaltes in complicirteren Verbindungen und durch indirecte Methoden (Nr. 215—224). 192

Vorbemerkung: Beziehung der als bekannt vorauszusetzenden Atomgewichte zu Sauerstoff.

Nr. 215. Al.	Nr. 219. Sb.	Nr. 223. Co.
» 216. La.	» 220. Cr.	» 224. Ni.
» 217. Ga.	» 221. Mo.	
» 218. As.	» 222. W.	

Anhang.

Ungenügend gekannte Elemente (Nr. 225—232). 200

Nr. 225. Dp.	Nr. 228. Pp.	Nr. 231. Y_{α}.
» 226. Ms.	» 229. Te.	» 232. Y_{β}.
» 227. Ng.	» 230. Tm.	

Nachtrag.

Zu Nr. 148. Th. Zu Nr. 170. Th. 202

Autorenverzeichniss 205

Uebersicht der Ergebnisse 211

Atomgewichtstafel 244

EINLEITUNG.

1. Die stöchiometrischen Constanten.

Die naturwissenschaftliche Erfahrung hat gezeigt, dass alle physikalische und mit dieser auch die chemische Forschung im Verfolge der Erscheinungen in letzter Linie auf gewisse Grössen führt, welche entweder überhaupt oder wenigstens in vielen Fällen an sich unveränderlich erscheinen und nur durch ihr wechselndes gegenseitiges, räumliches, zeitliches oder sonstiges Verhältniss den Wechsel der Erscheinungen bedingen. Wir bezeichnen diese Grössen als die Unveränderlichen oder Constanten und stellen der Naturforschung die Aufgabe, stets bis auf diese Constanten vorzudringen und den Wechsel der Erscheinungen so zu erforschen, dass er als eine nothwendige Folge aus der Beschaffenheit der Constanten und ihrer gegenseitigen Beziehungen erscheint. In jedem Falle, in welchem diese Aufgabe gelöst ist, lässt sich der Verlauf der Erscheinungen aus der Natur der Constanten und ihren gegebenen gegenseitigen Verhältnissen auch a priori bestimmen.

Die fundamentalen Constanten der Chemie sind die stöchiometrischen Quantitäten oder, wie wir mit einem eine Hypothese einschliessenden Ausdrucke zu sagen pflegen, die Atome der Elemente. Es ist also die Aufgabe der Wissenschaft, deren Qualitäten zu ermitteln und auf dieselben als Ursachen die chemischen Erscheinungen zurückzuführen.

Diese chemischen Constanten sind aber unserer Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich; vielmehr schliessen wir auf ihre Existenz nur aus Tausenden von Erscheinungen, welche ohne die Annahme derselben uns unverständlich bleiben würden, mit ihr aber sich alle aus einem einheitlichen Gesichtspunkte erklären. Die Erkenntniss ihrer Eigenschaften ist daher auch nur auf Umwegen zu erlangen, eine derselben jedoch so gut wie unmittelbar durch das Experiment zu bestimmen und, wenn auch nicht nach absolutem, so doch nach relativem Maasse zu messen: nämlich die, so viel wir wissen, stets unveränderlich bleibende Masse der Atome oder, wie man gewöhnlich, aber nicht streng richtig zu sagen pflegt, das Atomgewicht.

Letzterer Ausdruck ist darum nicht streng, weil das Gewicht, d. i. die auf die Masse wirkende Anziehung der Erde, mit dem Orte veränderlich ist, während die Masse constant bleibt. Da aber die Massen der Atome nicht nach absolutem, sondern nur nach relativem Maasse gemessen, d. h. nur eines mit dem anderen verglichen werden, das Gewicht verschiedener Massen aber durch Veränderung des Ortes stets in gleicher Weise verändert wird, so ist es erlaubt, das Verhältniss der zu bestimmenden Massen durch das der Gewichte auszudrücken.

Ueber die Regeln, nach welchen die Massen oder Gewichte der Atome aus der stöchiometrischen Zusammensetzung der chemischen Verbindungen sich ergeben, ist früher sehr heftig gestritten, im Laufe der letzten beiden Jahrzehnde aber eine so allgemeine Uebereinstimmung erzielt worden, dass diese Regeln hier als bekannt vorausgesetzt werden können*). Die nach denselben berechneten Zahlenwerthe der Atomgewichte haben in neuerer Zeit eine weit grössere Bedeutung und Wichtigkeit erhalten, als früher ihnen beigelegt zu werden pflegte, in Folge der Erkenntniss des nahen Zusammenhanges, in welchem sie mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen stehen**). Seit man erkannt hat, dass diese Eigenschaften Functionen der Atomgewichte darstellen, und zwar periodische Functionen, welche in bestimmter Weise mit den Zahlenwerthen der Atomgewichte von Element zu Element sich ändern, hat die Kenntniss der Atomgewichtszahlen und ihrer Differenzen eine grössere theoretische Bedeutung gewonnen. So lange dieselben lediglich zur Ausrechnung der Analysen dienten, konnte es genügen, wenn ihre Fehler nicht so gross waren, dass sie die wünschenswerthe Genauigkeit der Analysen beeinträchtigten. Jetzt aber müssen wir es als die Aufgabe der Wissenschaft bezeichnen, diese fundamentalen Constanten mit möglichster Schärfe zu bestimmen, um den Einfluss, den sie auf die Eigenschaften der Stoffe üben, genau in Zahl und Maass darstellen zu können.

Von diesem Ziele sind wir aber leider für die meisten Elemente noch sehr weit entfernt. Auch abgesehen von den seltenen Elementen, deren Existenz überhaupt noch zweifelhaft ist, kennen wir ihrer eine ansehnliche Zahl, für welche die bisherigen Atomgewichtsbestimmungen um ein oder mehre Procente ihres Werthes von einander abweichen, ohne dass es möglich wäre, mit Bestimmtheit anzugeben, welcher der gefundenen Zahlen der Vorzug zu geben sei. Obschon diese Thatsache ziemlich allgemein bekannt ist, dürften doch manchen Leser der nach-

---

*) Dieselben finden sich zusammengestellt in: „Die Modernen Theorien der Chemie“, von *Lothar Meyer*, 4. Aufl. Breslau 1880, Buch I.

**) Daselbst Buch I, Abschnitt V.

folgenden Zusammenstellung die grossen, oft unvermittelten Unterschiede nicht nur der von verschiedenen, sondern sogar der von einem und demselben Forscher gefundenen Zahlen überraschen.

Andererseits aber besitzen wir eine Reihe ganz mustergültiger, einander scharf controlirender Bestimmungen, welche bis auf weniger als ein Tausendstel, ja sogar bis auf ein Zehntausendstel ihres Werthes verbürgt sind; die uns daher zeigen, welche Genauigkeit sich erreichen lässt. Die Zusammenstellung dieser vorzüglich genauen mit den unzuverlässigen Bestimmungen wird vielleicht manchem Leser die Anregung zu neuen Atomgewichtsbestimmungen geben, welche die peinliche auf ihre Ausführung zu verwendende Sorgfalt und Mühe reichlich belohnen können.

2. Die Berechnung und Anordnung der Beobachtungen.

Die Rechnung haben wir stets so ausgeführt, dass sie sich den Beobachtungen so nahe wie möglich anschliesst und einen möglichst unverfälschten Ausdruck derselben liefert. Zu diesem Zwecke sind wir überall auf die unmittelbar durch Wägung gefundenen Zahlen zurückgegangen, wo diese uns irgend zugänglich waren, und haben aus denselben die gesuchten Verhältnisszahlen neu berechnet. Die von den Autoren aus ihren Beobachtungen hergeleiteten Werthe dienten uns dabei nur zur Controle der Richtigkeit unserer Rechnung. Nicht selten hat uns die Vergleichung beider auf die Erkenntniss von Druckfehlern in den betreffenden Abhandlungen geführt, die sich in der Regel durch Rückwärtsrechnung ohne besondere Schwierigkeit erkennen liessen und dann an den geeigneten Stellen in Anmerkungen angegeben wurden.

Aus den unmittelbar durch Wägung erhaltenen Zahlen berechneten wir zunächst das Verhältniss der Aequivalentgewichte der mit einander verglichenen Stoffe und erst aus diesem auf möglichst einfachem Wege, unter Vermeidung aller entbehrlichen Zwischenrechnungen, das Verhältniss des gesuchten Atomgewichtes zu den beiden als Einheiten dienenden Atomgewichten des Sauerstoffes und des Wasserstoffes.

Wo mehre Beobachtungen desselben Autors, nach gleicher Methode ausgeführt, vorliegen, haben wir jede einzeln ausgerechnet; als Mittelwerth jedoch nicht das Mittel aus allen so gefundenen Zahlen gezogen, sondern sämmtliche in allen vergleichbaren Beobachtungen angewandten oder gefundenen Quantitäten der verglichenen Stoffe summirt und das Verhältniss der so erhaltenen Summen als Mittelwerth angegeben. Die Zahlen bedeuten Gramme, wo es nicht anders angegeben ist. Die

Anzahl der Beobachtungen, aus denen sie berechnet wurden, ist in eckigen [ ] angegeben; wo sie unbekannt blieb, steht [?].

Wir halten diese Rechnungsmethode darum für zuverlässiger als die sonst gebrauchte, weil die mit grösseren Massen angestellten und daher in der Regel genaueren Beobachtungen bei unserer Methode mit einem grösseren Gewichte in die Rechnung eingehen. Neben dem so berechneten Mittelwerthe sind in den nachfolgenden Tafeln stets noch die Ergebnisse der beiden am weitesten nach der einen und der anderen Seite abweichenden Beobachtungen als »Maximum« und »Minimum« des gesuchten Werthes angegeben, aus welchen der Leser einen Schluss auf die Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen ziehen kann.

Auf die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate zur Berechnung der wahrscheinlichen Beobachtungsfehler haben wir grundsätzlich verzichtet, weil diese, ihrer Natur nach, die constanten, d. h. die allen Beobachtungen gemeinsamen Fehler zu ermitteln nicht im Stande ist, diese aber die zufälligen, den einzelnen Bestimmungen anhaftenden Fehler an Grösse fast regelmässig übertreffen, so dass beinahe ausnahmslos der wirkliche Fehler einer Atomgewichtsbestimmung sehr viel grösser ist als der nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate berechnete.

In welchem Grade dies der Fall ist und sein kann, erhellt am besten aus der schon vor vielen Jahren von *Strecker**) durchgeführten Berechnung der Atomgewichte des Kohlenstoffes und des Silbers, welche sich aus dem Silbergehalte organischer Salze für O = 100 zu

$$C = 75{,}415 \pm 0{,}061$$
$$Ag = 1348{,}79 \pm 0{,}37$$

ergaben, das Silber als zweiwerthiges Metall betrachtet, für einwerthiges also

$$Ag = 674{,}40 \pm 0{,}185.$$

Während letzterer Werth dem von *Stas* auf sehr verschiedenen Wegen übereinstimmend gefundenen, bis in die fünfte Ziffer verbürgten,

$$Ag = 674{,}56$$

bis auf eine innerhalb der berechneten Fehlergrenze liegende Grösse nahe kommt, jedoch ohne Zweifel etwas zu klein ist, beträgt der Fehler im Atomgewichte des Kohlenstoffes gerade das Sechsfache des berechneten; denn die zuverlässigsten späteren Bestimmungen haben ergeben, dass für O = 100 sehr nahe

$$C = 75{,}00$$

---

*) *Liebig's* Ann. 1846, **59**, 265.

ist, während *Strecker* aus seiner Rechnung folgern zu müssen glaubte, dass dieser Werth nicht richtig sein könne*). Zur selben Zeit zeigte aber *Marignac***), dass dieser Irrthum durch einen constanten Fehler sämmtlicher Bestimmungen bedingt wurde, da in allen eine kleine Menge Silber bei der Zerstörung der organischen Substanz verloren gegangen war.

Da ähnliche constante Fehler ohne Zweifel auch anderen noch unsicheren Atomgewichtsbestimmungen anhaften werden, so halten wir zur Zeit die Ausrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate für eine vergebliche Mühe, die in der Mehrzahl der Fälle zu illusorischen Bestimmungen der Fehlergrenzen führt.

Ganz unsichere, so wie nachweislich sehr fehlerhafte Beobachtungen haben wir entweder ganz weggelassen oder doch nicht ausführlich berechnet. Bei der numerischen Ausrechnung wurden, um nicht neue Fehler hineinzutragen, stets etliche Ziffern der Logarithmen mehr berücksichtigt, als mit einiger Sicherheit verbürgt erschienen. Im Endergebniss haben wir indessen die überflüssigen Ziffern wieder gestrichen.

Um eine einheitliche Norm für alle vergleichbaren Berechnungen zu gewinnen, haben wir die Beobachtungen in Abschnitte geordnet, deren jeder die Beziehungen eines bestimmten Elementes, z. B. des Sauerstoffes, des Silbers, oder einer bestimmten Combination von Atomen, z. B. KCl, SO_3 oder NO_3, zu beliebigen anderen Elementen enthält. Jedem dieser Abschnitte sind Vorbemerkungen vorausgeschickt, welche das Verhältniss der zur Messung der übrigen dienenden Atomgewichte zu den Haupteinheiten angeben und damit die Möglichkeit gewähren, die Atomgewichte sämmtlicher in dem betreffenden Abschnitte vorkommenden Elemente auf dem gleichen, möglichst kurzen und sicheren Wege auf die allgemeinen Einheiten umzurechnen, als welche wir die Atomgewichte des Sauerstoffes und des Wasserstoffes angenommen haben. Dem ersten Abschnitte fehlen diese Vorbemerkungen, weil er nur unmittelbare Beziehungen auf Sauerstoff umfasst; dem zweiten gehen dagegen sehr ausführliche Vorbemerkungen voran, welche das Verhältniss Ag : O feststellen, und ebenso den einzelnen Unterabtheilungen dieses Abschnittes die zur Rechnung erforderlichen Verhältnisszahlen verschiedener Elemente. Welchen Beobachtungen dieselben entnommen sind, ergiebt sich leicht aus der alphabetisch nach den Elementen geordneten Uebersicht der Ergebnisse, welche nebst einem ebenfalls alphabetischen Autorenverzeichnisse der Zusammenstellung der stöchiometrischen Bestimmungen sich anschliesst. In den Vorbemerkungen sind jedoch die Verhältniss- oder Atomgewichtszahlen in der Regel auf einige

*) a. a. O. S. 281.
**) daselbst S. 283; Bibl. univ. Fevr. 1846.

Ziffern mehr angegeben, als verbürgt werden können, um nicht durch zu frühzeitige Abrundung die Genauigkeit der Rechnung zu beeinträchtigen. Die in den Vorbemerkungen angegebenen Zahlen setzen den Leser in den Stand, jede unserer Rechnungen zu controliren und, sofern neue Bestimmungen dies nöthig machen sollten, mit Leichtigkeit abzuändern.

In den einzelnen Abschnitten sind die Elemente nach dem auf den Zahlenwerthen der Atomgewichte beruhenden natürlichen Systeme*) geordnet, und zwar reihen sie sich in folgender Weise an den Wasserstoff (*H*), dessen Atom als Einheit dient, an:

I A: *Li*, *Na*, *K*, *Rb*, *Cs*;
B: *Cu*, *Ag*, *Au*;

II A: *Be*, *Mg*, *Ca*, *Sr*, *Ba*;
B: *Zn*, *Cd*, *Hg*;

III A: *B*, *Al*, *Sc*, *Y*, *La*, *Di*, *Ce*, *E*, *Yb*;
B: *Ga*, *In*, *Tl*;

IV A: *C*, *Si*, *Ti*, *Zr*, *Th*;
B: *Sn*, *Pb*;

V A: *V*, *Nb*, *Ta*;
B: *N*, *P*, *As*, *Sb*, *Bi*;

VI A: *Cr*, *Mo*, *W*;
B: *O*, *S*, *Se*, *Te*;

VII A: *Mn*;
B: *F*, *Cl*, *Br*, *J*;

VIII: *Fe*, *Co*, *Ni*; *Ru*, *Rh*, *Pd*; *Os*, *Jr*, *Pt*.

Ein Anhang umfasst die ungenügend bekannten Elemente:

Dp, *Ms*, *Ng*, *Pp*, *Tb*, *Tm*, Y_α, Y_β (*Sa*),

welche, soweit sie wirklich existiren, bis auf das Norvegium, unter III A einzureihen sein würden.

Sollte sich die von verschiedenen Autoren, in neuerer Zeit von *Brauner***) vertretene Ansicht bestätigen, nach welcher von den unter III A aufgeführten Elementen *Ce* zu IV A, *Di* zu V A, *Tb* zu VI A zu stellen wäre, so könnte gleichwohl wegen der Aehnlichkeit der Eigenschaften aller Erdmetalle die gewählte Anordnung unter III A beibehalten werden, zumal ja auch in VIII die Zusammenstellung *Fe*, *Co*, *Ni* der von *La*, *Ce*, *Di* etc. vollständig entspricht.

Ueber jeder Unterabtheilung ist angegeben, welche Elemente aus der betreffenden Familie in derselben vorkommen.

---

*) s. Mod. Theor. d. Chemie, 4. Aufl. S. 138.
**) Chem. Soc. Journ. Febr. 1882 p. 78.

3. Die Reduction vom scheinbaren auf wirkliches Gewicht.

So lange die stöchiometrischen Zahlen nur zur Berechnung der Analysen dienen, ist kein Grund vorhanden, andere als die scheinbaren, durch Wägung in Luft gefundenen Gewichtsverhältnisse der Atome zu benutzen, es sei denn, dass eine ganz aussergewöhnliche Genauigkeit beansprucht werde, deren Fehler kleiner wären als die durch die wechselnde Dichte der Luft bewirkten Schwankungen der relativen scheinbaren Gewichte.

Anders aber stellt sich die Sache, sobald wissenschaftliche Fragen an die Zahlenwerthe der Atomgewichte geknüpft werden, z. B. die nach der Berechtigung der viel besprochenen *Prout*'schen Hypothese, dass alle oder viele Atomgewichte rationale Vielfache von dem des Wasserstoffes seien. Der Besprechung dieser und ähnlicher Fragen nicht die wirklichen, sondern die mit dem Fehler der Wägung in Luft behafteten scheinbaren Atomgewichte zu Grunde zu legen, hat einfach keinen Sinn, da das Gewicht der Luft und der durch dasselbe bewirkte Gewichtsverlust gewogener Stoffe etwas rein äusserliches und zufälliges ist, das mit den Beziehungen der Atomgewichte zu einander in gar keiner wissenschaftlich zu verwerthenden Beziehung steht. Die Vernachlässigung der Reduction des scheinbaren auf wirkliches Gewicht ist hier nur zulässig, so lange die Correction kleiner ist als die möglichen sonstigen Fehler der Beobachtung; und das trifft allerdings für die bisherigen Atomgewichtsbestimmungen sehr häufig zu, weil deren Fehler oft unverhältnissmässig gross sind. Es giebt aber auch eine grössere Anzahl von Beobachtungen, welche, obschon ihre Fehler kleiner sind als die Correction, gleichwohl nicht von den Autoren auf wirkliches Gewicht reducirt wurden, theils wohl, weil die Bestimmungen nur zum Zwecke der gewöhnlichen stöchiometrischen Praxis gemacht wurden, theils vielleicht auch hin und wieder, weil dieselbe den Beobachtern zu umständlich und zu unbequem war. Solche Bestimmungen haben wir in der Regel unverändert wiedergegeben und nur in einzelnen Fällen nachträglich auf wirkliches Gewicht umgerechnet.

Die für wirkliches Gewicht geltenden Zahlen sind stets durch den Zusatz (w. G.) als solche gekennzeichnet, während die zugehörigen scheinbaren Gewichte den Beisatz (s. G.) erhielen. In einzelnen Fällen, z. B. den Versuchen von *Svanberg* und *Norlin* zur Bestimmung des Atomgewichtes des Eisens (siehe No. 27), war es uns nicht möglich, mit Sicherheit zu ermitteln, ob die Angaben sich auf wirkliches oder scheinbares Gewicht beziehen, was durch ein beigesetztes Fragezeichen angedeutet wurde. Wo die Beobachtungsfehler merklich grösser sind als die Correction, haben wir in der Regel scheinbares Gewicht

angegeben und zwar meist ohne den Beisatz (s. G.), da es hier ziemlich gleichgültig ist, welche Zahlen man benutzen will.

Da die Reduction auf wirkliches Gewicht fortan um so nothwendiger werden wird, je mehr sich die Untersuchungsmethoden verfeinern, so halten wir es nicht für überflüssig, hier eine kurze Anleitung zu möglichst einfacher Ausführung dieser Correction zu geben.

Jeder in einer Flüssigkeit, sei diese tropfbar oder gasförmig, gewogene Körper verliert bekanntlich soviel von seinem Gewicht, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt. Um den Verlust zu finden, haben wir also sein Volumen V mit der Dichte δ, d. i. dem Gewichte der Volumeinheit der Flüssigkeit, also hier der Luft zu multipliciren. Der Verlust v ist also

$$v = V.\,\delta.$$

Ist G_w das wirkliche, G_s das scheinbare Gewicht des Körpers, D seine Dichte, also

$$G_w - G_s = v,$$

so haben wir

$$v = G_w \cdot \frac{\delta}{D} = G_s \cdot \frac{\delta}{D - \delta}.$$

Da aber δ in der Regel sehr klein ist gegen D, so können wir es im Nenner weglassen und mit hinreichender Annäherung auch

$$v = G_s \cdot \frac{\delta}{D}$$

setzen; mit anderen Worten, da v selbst eine sehr kleine Grösse ist, so begehen wir einen ganz verschwindenden Fehler, wenn wir in obigen Ausdruck das scheinbare statt des wirklichen Gewichtes einsetzen.

Nehmen wir nun das flüssige Wasser im Maximum seiner Dichte zur Einheit für diese, so ist die Grösse D nach bekannten Methoden leicht zu bestimmen oder der vorhandenen Literatur zu entnehmen; δ dagegen ist veränderlich und daher in jedem einzelnen Falle zu bestimmen. Ist für trockene Luft von 0° und $0{,}76^m$ Druck die Dichte gegen Wasser δ_0, so haben wir für trockene Luft von t° und p Druck

$$\delta = \delta_0 \cdot \frac{p}{0{,}76} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t},$$

wo α den Ausdehnungscoefficienten

$$\alpha = 0{,}003665 = \frac{1}{273}$$

bezeichnet, oder für die Rechnung bequemer

$$\delta = \delta_0 \cdot \frac{p}{0{,}76} \cdot \frac{273}{273 + t}.$$

Die Luft ist aber in der Regel nicht trocken, sondern enthält meist eine nicht unbedeutende Menge Wasserdampf, dessen Gewicht in hoher Sommertemperatur bis zu etwa 2% vom Gewichte der Luft steigen kann. Während die Gegenwart aller anderen Bestandtheile der Atmosphäre, z. B. der Kohlensäure u. s. w., vernachlässigt werden darf, ist es für sehr genaue Bestimmungen erforderlich, die des Wasserdampfes in Rechnung zu ziehen.

Bezeichnen wir das in der Volumeinheit enthaltene Gewicht desselben mit δ_w, seine Spannung mit p_w, das Gewicht der Volumeinheit trockener Luft mit δ_l und ihren Druck mit p_l, so ist

$$\delta = \delta_l + \delta_w \,,\; p = p_l + p_w \,.$$

Da nun, nach *Regnault's* Untersuchungen, bei gleichem Druck und gleicher Temperatur die Dichte des Wasserdampfes 0,6225 oder sehr nahe $\frac{5}{8}$ von der der Luft ist, und derselbe in dem sehr verdünnten Zustande, in welchem er sich in der Atmosphäre befindet, von den für die Ausdehnung der Gase geltenden Gesetzen kaum abweicht, so können wir mit vollkommen hinreichender Genauigkeit setzen:

$$\delta_l = \delta_0 \cdot \frac{p_l}{0{,}76} \cdot \frac{273}{273 + t} = \delta_0 \cdot \frac{p - p_w}{0{,}76} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

$$\delta_w = \tfrac{5}{8} \cdot \delta_0 \cdot \frac{p_w}{0{,}76} \cdot \frac{273}{273 + t},$$

mithin

$$\delta = \delta_0 \cdot \frac{p - \frac{3}{8} p_w}{0{,}76} \cdot \frac{273}{273 + t} \,.$$

Wir haben also $\frac{3}{8}$ von der beobachteten Spannung des Wasserdampfes vom Atmosphärendrucke abzuziehen und dann zu rechnen, als ob die Luft trocken wäre.

Die Spannung des Wasserdampfes lässt sich ziemlich leicht so bestimmen, dass man die Druckänderung misst, welche ein abgesperrtes beliebiges Volumen der Luft erfährt, wenn man ihm die Feuchtigkeit entzieht, ohne die Temperatur oder den der Luft gebotenen Raum zu verändern. Man erreicht aber bequemer eine für den vorliegenden Zweck hinreichende Genauigkeit, wenn man mit irgend einem leidlich zuverlässigen Hygrometer, z. B. einem im Gehäuse der Wage stehenden Haarhygrometer, den Sättigungsgrad der Luft, in welcher gewogen wurde, bestimmt und die abgelesenen Procente von der Maximaltension in Rechnung stellt.

Ist z. B. bei 0,743 m und 19,2° C ein Feuchtigkeitsgehalt von 81% beobachtet worden, so ist, da die Maximaltension *)

*) Zu entnehmen aus den Tafeln zu *R. Bunsen's* Gasometrischen Methoden (Braunschweig 1857 und 1877), woselbst bekanntlich auch die Reduction der Barometerablesungen zu finden ist.

bei dieser Temperatur $0{,}01655^{m}$ beträgt,

$$\frac{3}{8} \cdot p_w = \frac{3}{8} \cdot 0{,}81 \cdot 0{,}01655^{m} = 0{,}0050^{m};$$

es sind demnach $5{,}0^{mm}$ von dem (auf 0° reducirten) Barometerstande abzuziehen, und das Gewicht von 1^{ccm} Luft wird

$$\delta = 0{,}001293^{g} \cdot \frac{0{,}743 - 0{,}005}{0{,}760} \cdot \frac{273}{292{,}2} = 0{,}00117^{g}.$$

Es wird also jedes Cubiccentimeter der zu wägenden Körper um $1{,}17^{mg}$ zu leicht gefunden; jedes Gramm eines Stoffes von der Dichte D um $\frac{1{,}17^{mg}}{D}$.

Um diese einfache Rechnung noch bequemer zu machen, dienen nachstehende zwei Tafeln, deren erste das Gewicht von 1^{ccm} atmosphärischer Luft für die Temperaturen von 0° bis 30° und für $0{,}72^{m}$ bis $0{,}77^{m}$ Druck in Milligrammen, die zweite aber den Gewichtsverlust von 1^{g} Substanz angiebt für die am Kopf der Tafel angegebenen Werthe des Gewichtes von 1^{ccm} Luft und die in der ersten Spalte unter D verzeichneten Dichtigkeiten der zu wägenden Stoffe, neben welche unter V noch das zugehörige von 1^{g} der Substanz erfüllte Volumen in Cubiccentimetern gesetzt ist.

I.

Gewicht von 1^{ccm} Luft, beim Drucke p^{m} und der Temperatur t^{o} C, in Milligrammen.

p	$t = 0^{o}$	5°	10°	15°	20°	25°	30°
$0{,}770^{m}$	1,31	1,29	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18
0,765	1,30	1,28	1,26	1,23	1,21	1,19	1,17
0,760	1,29	1,27	1,25	1,23	1,21	1,19	1,17
0,755	1,28	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16
0,750	1,28	1,25	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15
0,745	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14
0,740	1,26	1,24	1,22	1,19	1,17	1,15	1,13
0,735	1,25	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13
0,730	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12
0,725	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13	1,11
0,720	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10

Diese Tafel gilt nicht nur für trockene, sondern auch für feuchte Luft, wenn $\frac{3}{8}$ der Spannung des in ihr enthaltenen Wasserdampfes vom beobachteten Drucke in Abzug gebracht werden.

II.

Gewichtsverlust von 1^g Substanz der Dichte D, in Milligrammen.

D	$V=\frac{1}{D}$	Gewicht von 1^{ccm} Luft in Milligrammen										
		1,30	1,28	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10
	ccm											
1,0	1,000	1,300	1,280	1,260	1,240	1,220	1,200	1,180	1,160	1,140	1,120	1,100
1,1	0,909	1,181	1,163	1,146	1,127	1,109	1,091	1,073	1,054	1,036	1,019	1,000
1,2	833	1,083	1,067	1,050	1,033	1,016	1,000	0,983	0,967	0,950	0,933	0,917
1,3	769	1,000	0,985	0,969	0,954	0,939	0,923	908	893	877	862	846
1,4	714	0,929	914	0,900	886	872	857	843	829	814	800	786
1,5	667	0,867	0,853	0,840	0,827	0,813	0,800	0,787	0,773	0,760	0,747	0,733
1,6	625	812	800	787	775	763	750	737	725	712	700	687
1,7	588	765	753	741	730	718	706	694	683	671	659	647
1,8	555	722	711	700	689	678	667	656	645	633	622	611
1,9	526	684	674	663	653	642	632	621	611	600	589	579
2,0	0,500	0,650	0,640	0,630	0,620	0,610	0,600	0,590	0,580	0,570	0,560	0,550
2,1	476	619	610	600	591	581	572	562	553	543	533	524
2,2	455	591	582	573	564	555	546	537	527	518	509	500
2,3	435	565	556	548	539	531	522	513	505	496	487	478
2,4	417	542	533	525	517	508	500	492	483	475	467	458
2,5	400	0,520	0,512	0,504	0,496	0,488	0,480	0,472	0,464	0,456	0,448	0,440
2,6	385	500	492	485	477	469	462	454	446	438	431	423
2,7	370	481	474	467	459	452	444	437	430	422	415	407
2,8	357	464	457	450	443	436	429	421	414	407	400	393
2,9	345	445	441	435	428	421	414	407	400	393	386	379
3,0	0,333	0,433	0,427	0,420	0,413	0,407	0,400	0,393	0,387	0,380	0,373	0,367
3,2	313	406	400	394	388	381	375	369	363	356	350	344
3,4	294	381	376	371	365	359	353	347	341	335	329	323
3,6	278	361	356	350	344	339	333	328	322	317	311	306
3,8	263	342	337	332	326	321	316	311	305	300	295	289
4,0	0,250	0,325	0,320	0,315	0,310	0,305	0,300	0,295	0,290	0,285	0,280	0,275
4,2	238	310	305	300	295	291	286	281	276	271	267	262
4,4	227	295	291	286	282	277	273	268	264	259	255	250
4,6	217	283	278	274	270	265	261	256	252	248	243	239
4,8	208	271	267	262	258	254	250	246	242	238	233	229
5,0	0,200	0,260	0,256	0,252	0,248	0,244	0,240	0,236	0,232	0,228	0,224	0,220
5,5	182	236	233	229	225	222	218	214	211	207	204	200
6,0	167	217	213	210	207	203	200	197	193	190	187	183
6,5	154	200	197	194	191	188	185	182	178	175	172	169
7,0	143	186	183	180	177	174	171	169	166	163	160	157
7,5	137	0,173	0,170	0,168	0,165	0,163	0,160	0,157	0,155	0,152	0,149	0,147
8,0	125	163	160	157	155	153	150	148	145	142	140	138
8,5	118	153	150	148	146	144	141	139	137	134	132	129
9,0	111	144	142	140	138	136	133	131	129	127	125	122
9,5	105	137	135	133	131	128	126	124	122	120	118	116

D	$V=\frac{1}{D}$	Gewicht von 1ccm Luft in Milligrammen										
		1,30	1,28	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10
	ccm											
10	0,100	0,130	0,128	0,126	0,124	0,122	0,120	0,118	0,116	0,114	0,112	0,110
11	091	118	116	115	113	111	109	107	105	104	102	100
12	083	108	107	105	103	102	100	098	097	095	093	092
13	077	100	098	097	095	094	092	091	089	088	086	085
14	071	093	091	090	089	087	086	084	083	081	080	079
15	0,067	0,087	0,085	0,084	0,083	0,081	0,080	0,079	0,077	0,076	0,075	0,073
16	062	081	080	079	078	076	075	074	073	071	070	069
17	059	076	075	074	073	072	071	069	068	067	066	065
18	055	072	071	070	069	068	067	066	065	063	062	061
19	053	068	067	066	065	064	063	062	061	060	059	058
20	0,050	0,065	0,064	0,063	0,062	0,061	0,060	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055
21	048	062	061	060	059	058	057	056	055	054	053	052
22	045	059	058	057	056	056	055	054	053	052	051	050
23	043	057	056	055	054	053	052	051	051	050	049	048
24	042	054	053	053	052	051	050	049	048	048	047	046

Um mittelst dieser Tafeln den Gewichtsverlust einer Substanz zu bestimmen, hat man zunächst aus der ersten Tafel das Gewicht von 1^{ccm} Luft zu entnehmen, welches der bei der Wägung herrschenden Temperatur und dem auf 0° reducirten, für die Luftfeuchtigkeit wie angegeben corrigirten Barometerstande entspricht, und dann in der mit dem gefundenen Werthe überschriebenen Spalte der zweiten Tafel den der Dichte D der Substanz zugehörigen Gewichtsverlust zu suchen und mit ihrem Gewichte zu multipliciren.

Es seien z. B. bei 15° C, $0{,}7350^{m}$ Barometerstand und 65 % Feuchtigkeit $12{,}5^{g}$ Chlorkalium abgewogen, so ergiebt sich der auf 0° reducirte Barometerstand $= 0{,}735^{m} - 0{,}0019^{m} = 0{,}7331^{m}$.

$$p_w = 0{,}65 \cdot 12{,}7^{mm} = 8{,}3^{mm},$$

mithin

$$p = 0{,}7331^{m} - \tfrac{3}{8} \cdot 0{,}0083^{m} = 0{,}7300^{m}$$

und aus Tafel I

$$\delta = 1{,}18^{mg}.$$

Die Dichtigkeit des Chlorkaliums bei 15° zu 1,95 angenommen, ergiebt sich dann aus Tafel II durch lineare Interpolation zwischen $D = 1{,}9$ und $D = 2$ der Gewichtsverlust

$$v = 12{,}5 \cdot 0{,}605 = 7{,}6^{mg}.$$

So gross würde indessen die Correction nur dann sein, wenn die Wägung etwa durch eine Federwage und nicht durch Gewichtstücke geschehen wäre; denn auch diese erleiden einen Verlust bei der Wägung in Luft, der aber in der Regel viel

kleiner ist. Bestanden z. B. die Gewichte aus Platin, so betrug ihr Verlust für

$$D = 21{,}5 \text{ und } \delta = 1{,}18^{mg}$$

nur

$$v = 12{,}5 \cdot 0{,}055 = 0{,}69^{mg}.$$

Das wirkliche Gewicht des Chlorkaliums war demnach

$$12{,}500 - 0{,}00069 + 0{,}0076 = 12{,}5069,$$

also um etwa 0,06 % grösser als das scheinbare.

Da es indessen ganz gleichgültig ist, nach welcher Gewichtseinheit wir die stöchiometrischen Quantitäten wägen, so dürfen wir zur Einheit statt des absoluten Gewichtes von einem Gramm auch das scheinbare wählen, vorausgesetzt nur, dass wir alle zu vergleichenden Gewichte nach derselben Einheit wägen. Allerdings ist selbstverständlich das scheinbare Gewicht unserer Gewichtstücke mit der Temperatur, dem Drucke und der Feuchtigkeit der Luft etwas veränderlich; wenn aber dieselben, wie gewöhnlich, aus schwerem Metalle angefertigt werden, so ist schon der absolute Werth ihres Gewichtsverlustes sehr klein und daher die Aenderungen, welche er durch Aenderung der Dichte der Luft erfährt, ganz verschwindend. Innerhalb der in Tafel II verzeichneten äussersten Grenzen der Dichte der Luft schwankt der Gewichtsverlust des Platins ($D = 21{,}5$) nur zwischen 0,000051 und 0,000060, der des Messings ($D = 8$) nur zwischen 0,00014 und 0,00016 seines Gewichtes. Da selbst diese geringen Schwankungen voraussetzen, dass die eine der zusammengehörigen Wägungen bei 0° und $0{,}77^m$, die andere bei 30° und $0{,}72^m$ ausgeführt sei, solche Unterschiede aber in der Praxis der Analyse wohl nie vorkommen, so begehen wir keinen merklichen Fehler, wenn wir das scheinbare Gewicht unserer Gewichtstücke als unveränderlich ansehen und die Gewichte der stöchiometrisch untersuchten Stoffe durch dasselbe statt durch das wirkliche ausdrücken.

Es ist dies sogar bedeutend bequemer und zweckmässiger, weil die gebräuchlichen Gewichtssätze fast ausnahmslos in Luft justirt und daher nur für scheinbares Gewicht richtig, für wirkliches aber, so weit sie aus verschiedenen Metallen bestehen, unrichtig sind; denn da der Gewichtsverlust des Messings fast dreimal so gross ist als der des Platins, so sind nach der Reduction auf wirkliches Gewicht die Messingstücke zu schwer gegen die aus Platin gefertigten.

Unter Umständen kann auch für die gewogenen Substanzen die Reduction auf wirkliches Gewicht unterbleiben, nämlich überall da, wo ihr Betrag erheblich kleiner ist als die möglichen oder wahrscheinlichen Beobachtungsfehler. Ob dies der Fall ist, hängt nicht allein von der Grösse der letzteren ab, sondern namentlich auch von dem Unterschiede der Dichtigkeiten der mit ein-

ander zuvergleichenden Stoffe. Sind G_s und G'_s die scheinbaren, G_w und G'_w die wirklichen Gewichte der stöchiometrischen Quantitäten derselben, so haben wir für deren Verhältniss:

$$G_w : G'_w = G_s \cdot (1 + v) : G'_s \cdot (1 + v'),$$

wofür wir, da v und v' sehr kleine Grössen sind, mit hinreichender Annäherung

$$\frac{G_w}{G_w'} = \frac{G_s}{G_s'} \cdot (1 + v - v')$$

setzen dürfen, oder, nach Einsetzen der Werthe für v und v':

$$\frac{G_w}{G_w'} = \frac{G_s}{G_s'} \cdot \left(1 + \delta \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D'}\right)\right)$$

$$= \frac{G_s}{G_s'} \cdot \left(1 + \delta \frac{D' - D}{D \cdot D'}\right)$$

Die Correction ist also um so grösser, je grösser der Unterschied der Dichtigkeiten der zu vergleichenden Stoffe, und bei gleichem Unterschiede um so grösser, je kleiner der absolute Werth dieser Dichten ist.

Ob diese Correction im gegebenen Falle angebracht werden muss, lässt sich leicht aus Tafel II entnehmen, in welcher man nur die den Dichten entsprechenden Werthe von v aufzusuchen und von einander abzuziehen hat.

Nehmen wir als Mittelwerth $\delta = 1{,}2^{mg}$,

so ist für KCl $(D = 1{,}95)$ $v = 0{,}00061^g$

für $KNO_3 (D = 2{,}1)$ $v' = 0{,}00057$

also $v - v' = 0{,}00004$

Das Verhältniss der wirklichen Gewichte weicht also von dem der scheinbaren nur um vier Hunderttausendtel seines Werthes ab, eine Grösse, welche selbst in den ausserordentlich genauen Bestimmungen von *Stas*, welcher für die scheinbaren Gewichte

$$KCl : KNO_3 = 1 : 1{,}35645$$

fand, noch innerhalb der möglichen Fehlergrenzen liegt.

Vergleicht man dagegen das Chlorkalium mit dem Platin, so ist

für KCl $(D = 1{,}95)$ $v = 0{,}00061$

für Pt $(D = 21{,}5)$ $v' = 0{,}00005$

$v - v' = 0{,}00055.$

Es ist also hier die Correction schon anzuwenden, wenn die Fehler der Beobachtungen nicht grösser sind als etwa ein halbes Tausendtel vom Werthe des Verhältnisses KCl : Pt.

Da selten Stoffe zu stöchiometrischen Bestimmungen benutzt werden, welche leichter sind als Wasser, so beträgt die Correction in praxi kaum jemals mehr als den tausendsten Theil vom Werthe der Verhältnisszahlen.

Sie ist also unerlässlich nur für die Atomgewichtsbestimmungen, deren Fehler nur Zehntelprocente vom absoluten Werthe der bestimmten Grössen betragen. Bei grösseren Fehlern ist sie überflüssig.

Uebersicht

der häufiger gebrauchten Abkürzungen in den Citaten.

Die Seriennummern sind in eckigen Klammern [ ], die Bändenummern in fetten, die Seitenzahlen in magern Ziffern angegeben.

Ann. chim. phys. = Annales de chimie et de physique, par *Chevreul, Dumas, Bousingault, Regnault, Wurtz, Berlin.* Paris.

Arch. phys. nat. = Archives des sciences physiques et naturelles, nouvelle période. Genève.

Ber. D. chem. Ges. = Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin.

Berl. Ak. Ber. = Monatsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin.

Berz. JB. = Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften von *Jacob Berzelius,* Tübingen 1822—41; von 1842—48 als Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie erschienen.

Berz. Lb. od. Lehrb. = Lehrbuch der Chemie von *J. J. Berzelius,* 5. Aufl. (wenn nicht ausdrücklich anders angegeben); Dresden u. Leipzig 1843.

Bibl. univ. Genève = Bibliothèque universelle de Genève.

Bull. soc. chim. = Bulletin de la société chimique de Paris. Paris.

Ch. Centralbl. = Chemisches Centralblatt von *R. Arendt.* Leipzig.

Chem. News = Chemical News, edited by *W. Crookes.* London.

Chem. Soc. J. = The Journal of the Chemical Society of London.

Compt. rend. = Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Paris.

Fres. Zeitschr. = Zeitschrift für analytische Chemie, herausgegeben von *R. Fresenius.* Wiesbaden.

Gilb. Ann. = Annalen der Physik und der physikalischen Chemie, herausgegeben von *L. W. Gilbert,* 1799—1824.

J. B. = Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, begründet von *Liebig* und *Kopp* und fortgesetzt von *Will, Strecker, Naumann* und *Fittica.* Giessen, von 1847 an.

J. pr. Chem. = Journal für praktische Chemie, herausgegeben von *O. L. Erdmann* und *G. Werther.* Neue Folge [2] von *H. Kolbe.* Leipzig.

Liebig's Ann. = Annalen der Chemie und Pharmacie, von 1874 (Bd. 173) ab Annalen der Chemie; herausgegeben von *J. Liebig* u. *Wöhler* (1840—50), *Liebig, Wöhler* und *Kopp* (1851—71), von 1871 ab von *Erlenmeyer* und *Volhard.* Leipzig und Heidelberg.

Oefvers. Ak. Förh. = Oefversigt af förhandlingar, Kongl. svenska vetenskaps Akademie. Stockholm.

Phil. Mag. = The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science; conducted by *R. Kane* and *W. Francis.* London.

Philos. Transact. = Philosophical Transactions of the Royal Society of London. London.

Pogg. Ann. = Annalen der Physik und Chemie von *J. C. Poggendorff.* Berlin und Leipzig. Von 1824—1877. Von da ab herausgeg. von *G. Wiedemann.*

R. Soc. Proc. = Proceedings of the Royal Society of London. London.

Schweigg. J. = Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von *J. S. C. Schweigger*; von 1821 an: Jahrbuch der Chem. u. Phys. Nürnberg, Halle.

Sill. Am. J. = American Journal of Sciences and Arts; conducted by *B. Silliman* and *J. D. Dana.* New Haven.

Stas, Nouv. Rech. = Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques, sur les poids atomiques et leurs rapports mutuels par *J. S. Stas.* Bruxelles 1865.

Stas, Rapports = Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques, par *J. S. Stas.* Bruxelles 1860.

Stas-Aronstein, Untersuch. = *J. S. Stas,* Untersuchungen über die Gesetze der chemischen Proportionen, über die Atomgewichte und ihre gegenseitigen Verhältnisse. Uebersetzt von *L. Aronstein.* Leipzig 1867.

Str. = Theorien und Experimente zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente, von *Adolph Strecker.* Braunschweig 1859. (Sep.-Abdr. der Artikel »Atomgewichte« und »Atomtheorie« aus dem Handwörterbuch der Chemie, 2. Aufl. **2,** 1).

Wien. Ak. Ber. = Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien. Wien.

Zeitschr. f. Chem. = Zeitschrift für Chemie, Archiv für das gesammte Gebiet der Wissenschaft. Neue Folge von *F. Beilstein, R. Fittig* und *H. Hübner.* Göttingen, 1865—71. (Frühere Jahrg. von *Kekulé* und später von *Erlenmeyer* herausgegeben.)

Die stöchiometrischen Bestimmungen.

I. Beziehungen zum Sauerstoff.

A. Elemente.

Nr. 1. Wasserstoff, H.

a) *Gay-Lussac* und *Alex. v. Humboldt*, 1805 (Journ. de phys. **50**; Berz. Lb. **3**, 1181).

G.-L. und *v. H.* fanden, dass sich Wasserstoff und Sauerstoff, bei demselben Druck und derselben Temperatur gemessen, genau im Verhältnisse von 2 : 1 Vol. verbinden. Dieses Ergebniss ist durch zahlreiche gasometrische Untersuchungen bestätigt worden. Nach *Regnault*, 1847 (Relation des expériences etc. **1**, 143 u. 144; Mém. de l'Académie, **21**, 143 u. 144) ist, auf Luft bezogen

		Min.:	Max:
die Dichte des Wasserstoffs	0,06926;	0,06923	0,06932
» » » Sauerstoffs	1,10563;	1,10561	1,10565.

		Min.:	Max.:
woraus H : O =	0,06264 : 1;	0,06261	0,06270
O : H =	15,96 : 1;	15,95	15,97.

b) *Berzelius* und *Dulong*, 1819 (Ann. chim. phys. [2] **15**, 386; Berz. Lb. **3**, 1181, ohne Zahlen).

Durch Reduction von Kupferoxyd mittelst Wasserstoffgas, Wägung des vom Oxyde abgegebenen Sauerstoffs (Gewichtsverlust) und des entstandenen Wassers.

		Min.:	Max.:
(s. G.) O : H_2O =	27,129 : 30,519 [3]		
=	1 : 1,1250;	1,1242	1,1260
H : O =	0,0625 : 1;	0,0621	0,0630
O : H =	16,00 : 1;	15,87	16,10.

Ueber vernachlässigte Correctionen s. die nachstehend angeführte Arbeit von *Dumas*.

c) *Dumas*, 1842 (Compt. rend. **14**, 537; mit einem gegen Einwendungen von *Berzelius* gerichteten Nachtrage abgedruckt: Ann. chim. phys. [3], **8**, 189; J. pr. Chem. **26**, 456; Liebig's Ann. **44**, 211; Berz. Lb. **3**, 1182).

Verfahren wie bei b, doch unter Anwendung vieler Vorsichtsmassregeln.

				Min.:	Max.:
(w. G.)	$O : H_2O$	=	840,161 : 945,439 [19] *)		
		=	1 : 1,1253;	1,1248	1,1258
	$H : O$	=	0,06265 : 1;	0,0624	0,0629
	$O : H$	=	1 : 15,96;	15,90	16,03.

d) *Erdmann* und *Marchand*, 1842 (J. pr. Chem. **26**, 468).

Verfahren wie bei c.

				Min.:	Max.:
(w. G.)	$O : H_2O$	=	429,352 : 483,137 [8]		
		=	1 : 1,1253;	1,1249	1,1259
	$H : O$	=	0,06265 : 1;	0,0625	0,0629
	$O : H$	=	15,96 : 1;	15,89	16,02.

Reduction der auf Sauerstoff bezogenen Zahlen auf Wasserstoff.

Das Verhältniss der Atomgewichte von Sauerstoff und Wasserstoff zu einander ergibt sich aus den übereinstimmenden Versuchen von *Gay-Lussac* und *A. v. Humboldt* (Nr. 1[a], S. 17), *Dumas* (Nr. 1[c]) und *Erdmann* und *Marchand* (Nr. 1[d]) als

$$O : H = 15,96 : 1.$$

Wenn auch dieses Verhältniss vielleicht nicht mit völliger Sicherheit festgestellt ist, so hat die Beziehung der Atomgewichte auf den Wasserstoff als Einheit doch so viele Vorzüge, dass sie auch hier beibehalten wurde.

Aus Familie I, Gruppe A: Li; *B*: Cu, Au.

Nr. 2. Lithium, Li.

Berzelius, 1829 (Pogg. Ann. **17**, 379; Lehrb. **3**, 1229).

Methode fraglich. Vgl. Nr. 177.

»Auf dringendes Begehren von *Hermann* in Moskau (Pogg. Ann. **15**, 480) habe ich die Analyse des Lithions wiederholt und dabei den Sauerstoffgehalt desselben zu 55,15 % gefunden. Es

*) Das Gesammtgewicht des Sauerstoffs wird Ann. chim. phys. **8**, 206 irrthümlich zu 841,161 g, das des Wassers zu 945,441 g angegeben. Auch sonst enthalten die von *D.* an beiden Orten angegebenen Zahlen einige Schreib- und Druckfehler. Unter den sich widersprechenden Angaben wurden diejenigen als richtig angenommen, welche mit den von *D.* berechneten Resultaten in Uebereinstimmung sind.

geht daraus hervor, dass *Arfvedson* 11 % Sauerstoff zu wenig bekommen hat und dass das Atomgewicht des Lithiums (Li_2) 81,32 (Li = 6,4893) beträgt, also das kleinste von allen ist.« Briefliche Nachricht von *Berzelius*.

$$\begin{array}{rcl} Li_2O : O & = & 100 : 55{,}15\,\% \ [?] \\ & = & 1{,}8132 : 1 \\ Li : O & = & 0{,}4066 : 1 \\ \hline Li : H & = & 6{,}490 : 1. \end{array}$$

Nr. 3. Kupfer, Cu.

a) *Berzelius*, 1826 (Pogg. Ann. **8**, 182; Berz. Lb. **3**, 1216).

Reduction des auf nassem Wege dargestellten Oxydes durch Wasserstoff, Wägung des Oxydes und des Kupfers.

					Min.:	Max.:
(s. G.)	CuO : Cu	= 17,2925	: 13,8032 [2]			
		= 1,25277	: 1;		1,25272	1,25282
	Cu : O	= 3,9562	: 1;		3,9554	3,9569
	Cu : H	= 63,140	: 1;		63,13	63,15.

Setzt man D(Cu) = 8,96, D(CuO) = 6,4 und δ = 0,0012, so berechnet sich:

			Min.:	Max.:
(w. G.)	Cu : H	= 63,13 : 1;	63,12	63,14.

b) *Erdmann* und *Marchand*, 1844 (J. pr. Chem. **31**, 391; Liebig's Ann. **52**, 214).

Reduction des durch Glühen von Nitrat dargestellten Oxydes durch Wasserstoff; Wägung des Oxydes und des Kupfers.

					Min.:	Max.:
(w. G.)	CuO : Cu	= 235,6130	: 188,1743 [4]			
		= 1,25210	: 1;		1,2519	1,2524
	Cu : O	= 3,9661	: 1;		3,962	3,970
	Cu : H	= 63,30	: 1:		63,23	63,36.

Mit Berücksichtigung eines sehr geringen Wasserstoffgehaltes im reducirten Kupfer (0,0018 in 51 g) erhält man fast identisch CuO : Cu = 1,25214 : 1.

c) *Millon* und *Comaille*, 1863 (Compt. rend. **57**, 147; Fres. Zeitschr. **2**, 474).

Methode wie bei b, doch wurde in zwei Versuchen auch das entstandene Wasser gewogen (vgl. unten Nr. 138).

(?)	CuO : Cu : H_2O	= 6,7145	: 5,3565	: 1,5325		
		3,3945	: 2,7085	: 0,7680		
		2,7880	: 2,2240	: —		
					Min.:	Max.:
	Cu : O	= 3,9452	: 1;		3,9433	3,9483
	Cu : H	= 62,965	: 1;		62,93	63,01.

d) *W. Hampe*, 1874 (Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen **21**, 218; Fres. Zeitschr. **13**, 354).

Durch Reduction von Kupferoxyd im Wasserstoffstrome.

(s. G.)	CuO : Cu	= 51,12090 : 40,81402 [3]				
(w. G.)*)	CuO : Cu	= 51,12344 : 40,81385 [3]		Min.:	Max.:
		= 1,25260 : 1;		1,25259	1,25264
	Cu : O	= 3,95883 : 1;		3,95820	3,95898
	Cu : H	= 63,183 : 1;		63,173	63,185.

Das Kupferoxyd war mittelst eines elektrolytisch aus reiner Kupfersulfatlösung abgeschiedenen Kupfers dargestellt. *H.* berechnet (mit O = 16) im Mittel Cu = 63,3392.

Nr. 4. Gold, Au.

J. Javal, 1821 (Ann. chim. phys. **17**, 337; Schweigg. J. **33**, 238).

Goldoxyd, dargestellt durch Fällen einer Lösung von Goldchlorid mittelst Barytwasser, wurde durch Erhitzen zersetzt, der Sauerstoff aufgesammelt und gemessen. Für einen Gehalt an metallischem Gold und Baryt (0,052 in 1,680^g Oxyd) wurde eine Correction angebracht.

Angewendet 3,516^g Goldoxyd. Weitere Zahlen fehlen.

$$\begin{array}{lcl} Au_2 : O_3 & = & 100 : 11,909 \\ & = & 25,191 : 3 \\ Au : O & = & 12,59 : 1 \\ \hline Au : H & = & 201,0 : 1. \end{array}$$

Aus Familie II, Gruppe B.: Zn, Cd, Hg.

Nr. 5. Zink, Zn.

0) *Gay-Lussac*, 1809 (Mémoir. d'Arceuil **2**, 174; Str. 129).

»Durch Oxydation von Zink mit Salpetersäure, sowie durch Messen des beim Auflösen von Zink in verdünnten Säuren freiwerdenden Wasserstoffgases«.

$$\begin{array}{lcl} ZnO : O & = & 100 : 19,62 \text{ [?]} \\ Zn : O & = & 4,097 : 1 \\ \hline Zn : H & = & 65,39 : 1. \end{array}$$

b) *Berzelius*, 1811 (Gilb. Ann. **37**, 460; Str. 129).

Durch Auflösen von Zink in Salpetersäure, Eindampfen und Glühen.

$$\begin{array}{lcl} Zn : ZnO & = & 10 : 12,44 \text{ [1 ?]} \\ Zn : O & = & 4,098 : 1 \\ \hline Zn : H & = & 65,41 : 1. \end{array}$$

*) D(Cu) = 8,945; D(CuO) = 6,4; δ = 0,00116632 g; D(Messing) = 8,6; d(Platin) = 21,0.

Berzelius erwähnt ferner (Pogg. Ann. **8**, 184; Berz. Lb. **3**, 1219): »Nach den übereinstimmenden Versuchen von *Gay-Lussac* und mir, nehmen 100 Theile Zink, um Zinkoxyd zu werden, 24,8 Theile Sauerstoff auf. Das Atom des Zinks wiegt alsdann 403,225 und ist 64,57 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.«

$$\begin{array}{l} Zn : O = 100 : 24{,}8 \\ Zn : O = 4{,}032 : 1 \\ \hline Zn : H = 64{,}36 : 1. \end{array}$$

c) *Axel Erdmann*, 1843 (Öfvers. Ak. Förh. **1**, 3; Berz. Lb. **3**, 1219).

Durch Zuckerkohle aus reinem Oxyde im Wasserstoffstrome reducirtes und destillirtes Zink wurde durch Salpetersäure oxydirt, das Nitrat in Porzellantiegeln eingedampft, getrocknet, geglüht und gewogen.

			Min.:	Max.:
(s. G.)	Zn : ZnO =	4,3716 : 5,4468 [4]		
	=	1 : 1,2459;	1,2457	1,2462
	Zn : O =	4,067 : 1;	4,062	4,070
	Zn : H =	64,91 : 1;	64,82	64,96.

Für D(Zn) = 7,1 und D(ZnO) = 5,64 berechnet sich:

$$\begin{array}{l} (w.\ G.)\ Zn : ZnO = 1 : 1{,}2460 \\ Zn : O = 4{,}065 : 1 \\ \hline Zn : H = 64{,}88 : 1. \end{array}$$

Nr. 6. Kadmium, Cd.

Stromeyer, 1818 (Schweigg. J. **22**, 366; Pogg. Ann. **8**, 184; Berz. Lb. **3**, 1219; Str. 74).

»Kadmiumoxyd enthält auf 100 Theile Metall 14,352 Theile Sauerstoff.«

$$\begin{array}{l} (s.\ G.)\ Cd : CdO = 1 : 1{,}14352 \\ Cd : O = 6{,}968 : 1 \\ \hline Cd : H = 111{,}2 : 1. \end{array}$$

(w. G.) ebenso.

Nr. 7. Quecksilber, Hg.

a) *Sefström*, 1812 (Schweigg. J. **22**, 328; ref. von *Berzelius*: Pogg. Ann. **8**, 181; Berz. Lb. **3**, 1215; Str. 97).

Durch Analyse des Quecksilberoxyds.

»100 Theile Quecksilber nehmen, um Oxyd zu werden, 7,89, 7,9 bis 7,97 Theile Sauerstoff auf«. *S.* legt 7,9 als die genaueste Zahl seiner Rechnung zu Grunde.

$$\begin{array}{l} Hg : O = 100 : 7{,}9\ [1] \\ Hg : O = 12{,}658 : 1 \\ \hline Hg : H = 202{,}03 : 1. \end{array}$$

b) *Turner*, 1835 (Liebig's Ann. **13**, 18).

Quecksilberoxyd, aus dem Nitrat bereitet, wurde durch Erhitzen zersetzt und die Dämpfe auf metallischem Silber und Gold niedergeschlagen.

					Min.:	Max.:
Hg : O	= 270,785	: 21,62 Gran [2]			12,49	12,55
Hg : O	= 12,52	: 1				
Hg : H	= 199,89	: 1			199,47	200,33.

Zwei andere Versuche mit käuflichem, nicht ganz reinem Quecksilberoxyd (dasselbe enthielt 0,01 fremde, feuerbeständige Bestandtheile) ergaben im Mittel:

Hg : O	= 287,855	: 22,921 Gran [2]
Hg : O	= 12,56	: 1
Hg : H	= 200, 4	: 1.

c) *Erdmann* und *Marchand*, 1844 (J. pr. Chem. **31**, 395; Liebig's Ann. **52**, 216 (daselbst ist beim 3. Versuche statt 84,4905 zu lesen 84,4996).

Quecksilberoxyd wurde durch Glühen im Kohlensäurestrome zersetzt und der entweichende Sauerstoff durch Kohle weggenommen. Wägung des Oxyds und des Metalles.

					Min.:	Max.:
(w. G.) HgO : Hg	= 380,5744	: 352,4046 [5]			1,07987	1,07998
	= 1,07994	: 1;				
Hg : O	= 12,509	: 1;			12,503	12,520
Hg : H	= 199,65	: 1;			199,55	199,82.

Berzelius sprach (Lehrb. **3**, 1216) die Ansicht aus, in diesen Versuchen könne das Gewicht des Quecksilbers nie zu gross, wohl aber zu klein gefunden werden in Folge von Verlusten an Metall. *E.* und *M.* glauben dagegen, dass im dritten Versuche, in welchem Graphit statt Zuckerkohle angewandt wurde, das Quecksilber etwas Sauerstoff wieder aufgenommen und dadurch ein zu grosses Gewicht ergeben habe. Ohne diesen fehlerhaften Versuch hat man:

					Min.:	Max.:
(w. G.) HgO : Hg	= 296,0748	: 274,1545 [4]			1,07993	1,07998
	= 1,07996	: 1;				
Hg : O	= 12,506	: 1;			12,503	12,511
Hg : H	= 199,60	: 1;			199,55	199,67.

Aus Familie III, Gruppe A: Al, Ce; *B*: Ga, In.

Nr. 8. Aluminium, Al.

a) *Tissier*, 1858 (Compt. rend. **44**, 1105; J. pr. Chem. **74**, 438).

Aluminiummetall wurde in Oxyd übergeführt durch Lösen

in Salzsäure, Abdampfen mit Salpetersäure und Glühen des Rückstandes.

$$\begin{array}{lcl} Al_2 : Al_2O_3 & = & 1,935 : 3,645 \; [1] \\ Al_2 : O_3 & = & 3,3947 : 3 \\ Al : O & = & 1,6974 : 1 \\ \hline Al : H & = & 27,09 : 1. \end{array}$$

b) *Isnard*, 1870 (Compt. rend. **66**, 508; Fres. Zeitschr. **9**, 156).

Durch Auflösen von Aluminium in Salzsäure, Abdampfen der Lösung und Glühen des Rückstandes.

$$\begin{array}{lcl} Al_2 : Al_2O_3 & = & 9 : 17 \; [1]; \\ & = & 0,5294 : 1; \\ Al_2 : O_3 & = & 3,375 : 3; \\ Al : O & = & 1,6875 : 1; \\ \hline Al : H & = & 26,93 : 1. \end{array}$$

c) *A. Terreil*, 1879 (Bull. soc. chim. [Nouv. sér.] **31**, 153).

Salzsäuregas wurde über eine bekannte Menge glühenden Aluminiums geleitet, der Wasserstoff aufgefangen und gemessen. $0,410^g$ Al gaben $508,2^{ccm}$ H_2 bei 0° und $0,76^m = 0,0455^g$.

$$\begin{array}{lcl} Al_2 : 3H_2 & = & 0,410 : 0,0455 \; [1] \\ Al : H & = & 27,03 : 1 \\ \hline \text{rückwärts ber. } Al : O & = & 1,694 : 1. \end{array}$$

und daraus

d) *J. W. Mallet*, 1880 (R. Soc. Proc. **30**, 329; Chem. News. **41**, 212; Philos. Transact. 1880, 1003).*)

Der beim Auflösen von Aluminiummetall in concentrirter Natronlauge sich entwickelnde Wasserstoff wurde gemessen und mittelst der *Regnault*'schen Werthe auf Gewicht umgerechnet. Erhalten wurden im Ganzen $4161,6^{ccm}$ H_2 aus $3,3520^g$.

$$\begin{array}{lcl} Al : 3H & = & 3,3520 : 0,37242 \; [6] \\ Al : H & = & 27,002 : 1; \\ \hline \text{und hiernach } Al : O & = & 1,6918 : 1; \end{array}$$

Min.:	Max.:
27,000	27,022
1,6915	1,6931.

Nr. 9. Cer, Ce.

Hisinger 1814 (ref. von *Berzelius* in Pogg. Ann. **8**, 186 ohne specielle Zahlen).

»Nach den Versuchen von *Hisinger* nehmen 100 Theile Cerium im Oxydul 14,821 Theile Sauerstoff auf, woraus folgt, dass

*) Am letztgenannten Orte finden sich die Originalzahlen; da die betreffende Abhandlung nicht zur Verfügung stand, wurden die ersten Zahlenangaben dem Werke von *Clarke* entnommen.

das Atom des Ceriums 574,72 wiegt, oder 92,049 Mal so viel, als das des Wasserstoffs«.

Offenbar ist das Referat in dieser Form unrichtig; der Sinn desselben soll sein: 100 Theile Ceroxydul enthalten 14,821 Theile Sauerstoff. Es berechnet sich dann, unter Annahme des zweiwerthigen Cer's, fast übereinstimmend mit *Berzelius*:

Ce = 574,72 (O = 100) oder 91,72 (H = 1); also für $\overset{III}{Ce}$:

$$\begin{array}{lcl} Ce_2 : O_3 & = & 85,179 : 14,821 \text{ [?]} \\ Ce : O & = & 8,620 : 1 \\ \hline Ce : H & = & 137,57 : 1. \end{array}$$

Nr. 10. Gallium, Ga.

Lecoq de Boisbaudran, 1878 (Compt. rend. **86**, 941).

Das Metall wurde in Salpetersäure unter Zusatz von wenig Salzsäure gelöst, die Lösung eingedampft und der Rückstand geglüht.

$$\begin{array}{lcl} Ga_2 \cdot Ga_2O_3 & = & 0,4481 : 0,60240^{*)} \text{ [1]} \\ & = & 2 : 2,6887 \\ Ga : O & = & 4,356 : 1 \\ \hline Ga : H & = & 69,52 : 1. \end{array}$$

Nr. 11. Indium, In.

a) *Reich* und *Richter*, 1864 (J. pr. Chem. **92**, 484; Fres. Zeitschr. **3**, 529).

Das Metall wurde in Salpetersäure gelöst, das Oxyd durch Ammoniak gefällt. Metall und Oxyd wurden gewogen.

2 Versuche:

$$\begin{array}{lcl} \text{(s. G.) I. } In_2 : In_2O_3 & = & 0,5135 : 0,6243 \text{ [1]} \\ & = & 1 : 1,216 \\ \text{II. } In_2 : In_2O_3 & = & 0,6990 : 0,8515 \text{ [1]} \\ & = & 1 : 1,218 \end{array}$$

Rch. und *Rchtr.* halten II für weniger richtig, weil das hierbei benutzte Metall etwas eisenhaltig war. Aus I folgt:

$$\begin{array}{lcl} In : O & = & 6,94 : 1 \\ \hline In : H & = & 110,8 : 1. \end{array}$$

b) *Cl. Winkler*, 1864 (J. pr. Chem. **94**, 8; Fres. Zeitschr. **3**, 530).

---

*) Von dem ursprünglichen Gewichte des Oxyds 0,60345; zieht *L. d. B.* 0,00105 für aus der Säure und dem Gefässe stammende Verunreinigungen ab.

Das Metall wurde in Salpetersäure gelöst und durch Glühen in Indiumoxyd übergeführt.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	$In_2 : In_2O_3$	= 1,7246	: 2,1087 [3]		
		= 0,81785	: 1;	0,81766	0,81799
	$In_2 : O_3$	= 13,4699	: 3;	13,453	13,483
	In : O	= 6,735	: 1;	6,726	6,741
	In : H	= 107,49	: 1;	107,35	107,59.

c) *Derselbe*, 1867 (J. pr. Chem. **102**, 282).

Das Metall wurde in Salpetersäure gelöst, das Nitrat in zwei Versuchen durch Glühen im Platingefässe, im dritten durch Fällung mit Ammoniak in Oxyd verwandelt. Wägung des Metalles und des Oxydes.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	$In_2 : In_2O_3$	= 2,7766	: 3,3632 [3]		
		= 1	: 1,2112;	1,2109	1,2116
	In : O	= 7,101	: 1;	7,089	7,111
	In : H	= 113,3	: 1;	113,1	113,5.

d) *R. Bunsen*, 1870 (Pogg. Ann. **141**, 28).

Indiummetall wurde in das Oxyd übergeführt.

(s. G.)	$In_2 : In_2O_3$	= 1,0592	: 1,2825 [1]
	$In_2 : O_3$	= 14,230	: 3
	In : O	= 7,115	: 1
	In : H	= 113,56	: 1

Aus Familie IV, Gruppe A: C, Si; *B:* Sn, Pb.

Nr. 12. Kohlenstoff, C.

a) *Dumas* und *Stas*, 1841 (Ann. chim. phys. [3] **1**, 5; Liebig's Ann. **38**, 161).

α) Verbrennung von Diamant in Sauerstoff, Wägung des Diamanten und der Kohlensäure.

				Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$C : CO_2$	= 5,398	: 19,789 [5]		
		= 1	: 3,666;	3,663	3,669
	C : O	= 0,7502	: 1;	0,7493	0,7510
	C : H	= 11,97	: 1;	11,96	11,99.

β) Verbrennung von Graphit in Sauerstoff, sonst wie bei α.

				Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$C : CO_2$	= 10,794	: 39,588 [9]		
		= 1	: 3,668;	3,667	3,671
	C : O	= 0,7496	: 1;	0,7488	0,7499
	C : H	= 11,96	: 1;	11,95	11,97.

b) *Erdmann* und *Marchand*, 1841 (J. pr. Chem. **23**, 159; Liebig's Ann. **44**, 210, ohne spec. Zahlen).

Verfahren wie bei a.

α) Diamant.

			Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$C : CO_2$	= 5,6272 : 20,6286 [5]		
		= 1 : 3,666;	3,660	3,672
	C : O	= 0,7502 : 1;	0,7485	0,7519
	C : H	= 11,97 : 1;	11,95	12,00.

β) Graphit.

			Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$C : CO_2$	= 6,5310 : 23,9264 [4]		
		= 1 : 3,664;	3,661	3,666
	C : O	= 0,7508 : 1;	0,7502	0,7516
	C : H	= 11,98 : 1;	11,97	12,00.

c) *H. E. Roscoe*, 1882 (Compt. rend. **94**, 1180).

Diamanten vom Kap der guten Hoffnung wurden nach der Methode von *Dumas* und *Stas* verbrannt.

$$C : CO_2 = 6{,}4406 : 23{,}6114 \; [6].$$
$$= 1 : 3{,}66603;$$
$$C : O = 0{,}75018 : 1;$$
$$C : H = 11{,}973^{*)} : 1.$$

Nr. 13. Silicium, Si.

Berzelius[1], 1824 (Pogg. Ann. **1**, 226; Lehrb. **3**, 1200).

Silicium, durch Flusssäure gereinigt, im Vacuum getrocknet, wurde mit Natriumcarbonat abgebrannt und aus der Salzmasse die Kieselsäure abgeschieden, geglüht und gewogen.

(s. G.) $Si : SiO_2 = 1 : 2{,}08$ [1]
$Si : O = 1{,}85 : 1$
$Si : H = 29{,}5 : 1.$

Diese Zahl ist wahrscheinlich zu gross, da nicht leicht zu viel, wohl aber, falls das Silicium nicht ganz rein war, zu wenig SiO_2 gefunden werden konnte.

Nr. 14. Zinn, Sn.

a) *Gay-Lussac*, 1811 (Ann. chim. **80**, 163).

Zinn wurde durch Salpetersäure oxydirt, das Zinnoxyd geglüht und gewogen.

(s. u. w. G.) $Sn : SnO_2 = 1 : 1{,}272$
$Sn : O = 7{,}353 : 1$
$Sn : H = 117{,}35 : 1.$

*) Compt. rend. a. a. O. ist, in Folge eines Druckfehlers, das Resultat zu 11,07 statt 11,97 angegeben.

b) *Berzelius*, 1812 (Gilb. Ann. **40**, 235; Pogg. Ann. **8**, 184; Lehrb. **3**, 1217).

Verfahren wie bei a.

(s. und w. G.) $Sn : SnO_2 = 1 : 1,272$
$Sn : O = 7,353 : 1$
$Sn : H = 117,35 : 1.$

c) *G. J. Mulder*, 1849 (Scheikund. Onderzoek. **5**, 253; Liebig's Ann. **72**, 212; J. pr. Chem. **48**, 31).

Verfahren wie bei a und b. Bankazinn gab:

(s. und w. G.) $Sn : SnO_2 = 201,799 : 256,9896$ [20]
$= 1 : 1,2735;$
$Sn : O = 7,313 : 1;$
$Sn : H = 116,72 : 1.$

Ein für ganz rein gehaltenes Zinn ergab:

(s. und w. G.) $Sn : SnO_2 = 2,752 : 3,5104$ [1?]
$= 1 : 1,2756;$
$Sn : O = 7,257 : 1;$
$Sn : H = 115,83 : 1.$

d) *Vlaanderen*, 1858, mitgetheilt durch *G. J. Mulder* (J. B. 1858, 183 aus Scheikundige verhandelingen en onderzoekingen, II deel, 2 stuk (Onderzoekingen) 150).

Vl. betrachtet nur die in Platingefässen durch Reduction des Zinnoxyds mittelst Wasserstoff erhaltenen Resultate als zuverlässig; Sn = 59,04 bis 59,12.

(s. G.) $Sn : O = 7,4035 : 1;$
$Sn : H = 118,16 : 1.$

e) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 154).

Aus Zinnchlorid dargestelltes Zinn wurde im harten Glaskolben mit Salpetersäure oxydirt, das Oxyd im Glaskolben geglüht.

		Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$Sn : SnO_2 = 19.362 : 24,631$ [2]		
	$= 1 : 1,2721;$	1,2720	1,2723
	$Sn : O = 7,349 : 1;$	7,345	7,353
	$Sn : H = 117,29 : 1;$	117,22	117,35.

Dieses Oxyd enthielt nach *D.* noch etwas Wasser. Als dasselbe im Platintiegel stärker geglüht worden, ergab sich:

		Min.:	Max.:
(s. und w. G.)	$Sn : SnO_2 = 28,419 : 36,121$ [2]		
	$= 1 : 1,271;$	1,2707	1,2714
	$Sn : O = 7,380 : 1;$	7,369	7,388
	$Sn : H = 117,78 : 1;$	117,61	117,92.

Nr. 15. Blei, Pb.

Berzelius, 1830 und 1845 (Lehrb. **3**, 1218; ein Theil der Versuche findet sich auch Pogg. Ann. **19**, 314).

Sehr reines Bleioxyd wurde durch Wasserstoff reducirt und das Metall gewogen. Mit, von *Berzelius* selbst gewünschter (Lb. **3**, 1219), Weglassung von vier weniger gut stimmenden Versuchen wurde erhalten:

				Min.:	Max.:
(s. G.)	PbO : Pb =	68,830	: 63,895 [5]		
	=	1,07724	: 1;	1,07722	1,07727
	Pb : O =	12,947	: 1;	12,942	12,950
	Pb : H =	206,63	: 1;	206,55	206,69.

Mit D(Pb) = 11,33; D(PbO) = 9,5 und δ = 0,0012 berechnet sich:

(w. G.) Pb : O = 12,943 : 1
Pb : H = 206,58 : 1.

Eine kurze Angabe über ältere Versuche gibt *Berzelius* Pogg. Ann. **8**, 184, wonach vier Versuche ergaben:

Pb : O = 100 : 7,725 [4]
Pb : O = 12,945 : 1
Pb : H = 206,60 : 1.

Aus Familie V, Gruppe A: V, Ta; *B*: P, Sb, Bi.

Nr. 16. Vanadin, V.

a) *Berzelius*, 1831 (Pogg. Ann. **22**, 15; Lehrb. **3**, 1207).

Vanadinsäureanhydrid wurde durch Wasserstoff in der Glühhitze zu (damals für Monoxyd gehaltenem) Sesquioxyd reducirt.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	V_2O_5 : V_2O_3 =	4,6995	: 3,8875 [3]		
	=	1,2089	: 1;	1,2084	1,2095
	V : O =	3,29	: 1;	3,27	3,30
	V : H =	52,5	: 1;	52,2	52,6.

b) *Derselbe* (a. a. O.)

Vanadinsesquioxyd wurde in Salpetersäure gelöst, die Lösung eingedampft und das entstandene Säureanhydrid geschmolzen.

(s. G.) V_2O_3 : V_2O_5 = 0,5375 : 0,6499 [1]
= 1 : 1,2091
V : O = 3,28 : 1
V : H = 52,4 : 1.

c) *Derselbe* (Pogg. Ann. **22**, 19).

Das aus schwefelsaurem Vanadinoxyd durch kohlensaures

Natron gefällte »Vanadinoxyd« wurde durch Glühen im Wasserstoff zu »Suboxyd« reducirt.

(s. G.) V_2O_3 : 2VO	=	0,762	: 0,691	[1 ?]
	=	1,10275	: 1	
V : O	=	3,866	: 1	
V : H	=	61,74	: 1. !	

Die für V von *B.* gefundenen Werthe sind, ganz abgesehen von dem offenbar unrichtigen des letzten Versuches, alle zu gross in Folge eines die Reduction verhindernden Phosphorgehaltes der Präparate. S. *Roscoe*, Liebig's Ann. **6** Suppl. Bd., 93.

d) *H. E. Roscoe*, 1867 (Philos. Transact. 1868, 8—10; Liebig's Ann. **6** Suppl. Bd., 86; Fres. Zeitschr. **9**, 433; R. Soc. Proc. **16**, 220).

Phosphorfreies Vanadinsäureanhydrid wurde in sorgfältig gereinigtem, sauerstofffreiem Wasserstoff geglüht und das zurückbleibende Sesquioxyd gewogen. Bei erneuter Oxydation des Sesquioxyds im Luftstrome wurde sehr angenähert das ursprüngliche Gewicht des Säureanhydrides wieder erhalten.

					Min.:	Max.:
(s. G.) V_2O_5 : V_2O_3	=	24,5561	: 20,2556	[4]		
	=	1,2123	: 1;		1,2120	1,2126
V : O	=	3,210	: 1;		3,203	3,218
V : H	=	51,23	: 1;		51,13	51,35.

Nr. 17. Tantal, Ta.

Berzelius, 1825 (Pogg. Ann. **4**, 11; Str. 111).

»10a Theile Ta nahmen zu beim Verbrennen um 17,0, 15,84 und 15,33 Theile«. *Berzelius* selbst hält das Tantal für unrein (durch einen Gehalt an Kieselsäure) und erwähnt, dass er 1814 mit *Gahn* und *Eggertz* (Afh. i Fysik etc. **5**, 252) bedeutend niedrigere Werthe erhalten habe. Die zwei am meisten übereinstimmenden Versuche ergeben:

			Min.:	Max.:
Ta : O	=	16,0 : 1;	15,8	16,3
Ta : H	=	256,1 : 1;	251,9	260,3.

Die Versuche sind, wie schon *B.* zugibt, unbrauchbar.

Nr. 18. Phosphor, P.

Schrötter, 1851 (Denkschr. d. math. nat. Cl. d. Wien. Akad. IV, 123; Ann. chim. phys. [3] **38**, 131; J. pr. Chem. **53**, 435).

Durch Oxydation von rothem Phosphor in Sauerstoff. Eine Spur des Phosphors scheint der Verbrennung zu entgehen, denn das benützte Glasrohr zeigte rothe Flecke.

			Min.:	Max.:
(s. G.) $P_2 : P_2O_5$	= 12,8317 : 29,3731 [10]			
	= 1 : 2,2891;		2,2878	2,2930
$P : O$	= 1,9393 : 1;		1,9335	1,9413
$P : H$	= 30,95 : 1;		30,86	30,98.

Schliesst man die ersten drei, mit einem weniger vollkommenen, mit Kork- statt Glasstöpseln versehenen Apparate angestellten Versuche aus, so erhält man:

			Min.:	Max.:
(s. G.) $P_2 : P_2O_5$	= 9,3470 : 21,3939 [7]			
	= 1 : 2,2889;		2,2879	2,2904
$P : O$	= 1,9397 : 1;		1,9374	1,9412
$P : H$	= 30,96 : 1;		30,92	30,98.

Nr. 19. Antimon, Sb.

a) *Berzelius*, 1812 (Schweigg. J. **6**, 144; Str. 42).

Durch Oxydation von Antimon mittelst Salpetersäure.

		Min.:	Max.:
$Sb : SbO_2$	= 1 : 1,267;	1,258	1,278
$Sb : O$	= 7,49 : 1;	7,19	7,75
$Sb : H$	= 119,5 : 1;	114,8	123,7.

b) *Derselbe*, 1818 (Schweigg. J. **22**, 69; Lehrb. **3**, 1206; Pogg. Ann. **8**, 24).

Antimonmetall wurde durch Salpetersäure oxydirt und geglüht, Metall und Oxyd gewogen.

(s. G.) $Sb : SbO_2$	= 1 : 1,248
$Sb : O$	= 8,065 : 1
$Sb : H$	= 128,7 : 1.

c) *Dexter*, 1857 (Pogg. Ann. **100**, 563; Str. 43).

α) Antimon durch Salpetersäure oxydirt und stark geglüht, Metall und Oxyd gewogen.

		Min.:	Max.:
(s. G.) $Sb : SbO_2$	= 23,1540 : 29,2105 [11]		
	= 1 : 1,2616;	1,2613	1,2618
$Sb : O$	= 7,646 : 1;	7,639	7,654
$Sb : H$	= 122,0 : 1;	121,9	122,2.

β) Sublimirtes Antimonoxyd wurde mit Salpetersäure oxydirt und geglüht.

(s. G.) $Sb_2O_3 : Sb_2O_4$	= 1,5205 : 1,6039 [1]
$Sb : O$	= 7,615 : 1
$Sb : H$	= 121,5 : 1.

Nr. 20. Wismuth, Bi.

a) *M. P. Lagerhjelm*, 1814 (Aus Annals of Philosophy **94** (Nov. 1814) in Ann. chim. **14**, 161; Schweigg. J. **17**, 416; Berz.

Lb. **3**, 1216; ref. von Berz. Pogg. Ann. **8**, 183).

Wismuthmetall wurde durch Salpetersäure oxydirt.

$$\begin{array}{rcl} Bi_2 : Bi_2O_3 & = & 8{,}5045 : 9{,}6725\ [1] \\ & = & 1 : 1{,}1138 \\ Bi : O & = & 13{,}1787 : 1 \\ \hline Bi : H & = & 210{,}33 : 1. \end{array}$$

Ein zweiter, von *L.* für richtiger gehaltener Versuch ergab:

$$\begin{array}{rcl} \text{(s. G.) } Bi_2 : Bi_2O_3 & = & 1 : 1{,}1128 \\ Bi : O & = & 13{,}30 : 1 \\ \hline Bi : H & = & 212{,}3 : 1. \end{array}$$

Diesen letztern Werth erklärte *L. Gmelin* (Handb. d. Chem. 4. Aufl. **2**, 848) für zu gross. *Schneider* vermuthet (Pogg. Ann. **82**, 313), dass ein Verlust stattgefunden habe.

b) *E. R. Schneider*, 1851 (Pogg. Ann. **82**, 311).

Wismuthmetall wurde, unter Vermeidung von Verlust, durch Salpetersäure oxydirt, das Oxyd getrocknet und geglüht.

$$\begin{array}{rcl} \text{(s. G.) } Bi_2 : Bi_2O_3 & = & 54{,}969 : 61{,}311\ [8] \\ & = & 1 : 1{,}1154; \\ Bi : O & = & 13{,}00 : 1; \\ \hline Bi : H & = & 207{,}5 : 1; \end{array}$$

Min.:	Max.:
1,1150	1,1157
12,97	13,05
206,9	208,2.

Aus Familie VI, Gruppe A: Mo, W, U; *B:* Se, Te.

Nr. 21. Molybdän, Mo.

a) *L. Svanberg* und *H. Struve*, 1848 (Stockholm. Akad. Abh.; J. pr. Chem. **44**, 301).

Molybdänsäure wurde wiederholt im Wasserstoffstrome, in Vers. II bis zur starken Rothgluth, erhitzt. In keinem der beiden Versuche wurde die völlige Reduction zu Metall erzielt, und daher nicht die gewünschte Genauigkeit erreicht. In Vers. I nehmen *Sv.* und *Str.* Reduction zu Mo_2O_4, in II zu Mo_2O_3 an. Es berechnet sich hiernach:

$$\begin{array}{rcl} \text{(s. G.) (Vers. I) } 2\,MoO_3 : O_2 & = & 3{,}0388 : 0{,}3548\ [1] \\ & = & 17{,}1296 : 2 \\ Mo : O & = & 5{,}5648 : 1 \\ \hline Mo : H & = & 88{,}8 : 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{(s. G.) (Vers. II) } 2\,MoO_3 : O_3 & = & 2{,}1927 : 0{,}3793\ [1] \\ & = & 17{,}3427 : 3 \\ Mo : O & = & 5{,}671 : 1 \\ \hline Mo : H & = & 90{,}5 : 1. \end{array}$$

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 143; Liebig's Ann. **113**, 32).

Durch Reduction von Molybdänsäure mittelst Wasserstoff*).

					Min.:	Max.:
(s. G.) MoO_3 : Mo	=	2,861	:	1,907 [6]		
	=	1,501	:	1;	1,498	1,504
Mo : O	=	5,993	:	1;	5,95	6,02
Mo : H	=	95,65	:	1;	95,00	96,14.

Die Molybdänsäure war durch Rösten von natürlichem Schwefelmolybdän im Sauerstoff dargestellt worden und wurde bei sehr gelinder Hitze erst im Glasrohr reducirt, dann im Porcellanrohre bei starker Gluth bis zum constanten Gewichte behandelt; die in Vers. VI angewendete Säure war leicht grau gefärbt.

c) *Debray*, 1868 (Compt. rend. **66**, 732; Fres. Zeitschr. 8, 526).

Durch Reduction der Molybdänsäure *).

					Min.:	Max.:
MoO_3 : Mo	=	22,455	:	14,947 [3]		
	=	1,502	:	1;	1,501	1,504
Mo : O	=	5,97	:	1;	5,96	5,98
Mo : H	=	95,3	:	1;	95,1	95,5.

d) *C. Rammelsberg*, 1877 (Ber. D. chem. Ges. **10**, 1776, beiläufige Angabe; Berl. Ak. Ber. 1877, 573).

»Durch Reduction der Säure in Wasserstoff zu Metall habe ich Mo = 96,18 erhalten«. (Ber. D. chem. Ges.)

Mo : O	=	6,026	:	1 [?]
Mo : H	=	96,18	:	1.

Nr. 22. Wolfram, W.

a) *Berzelius*, 1825 (Pogg. Ann. **4**, 151; **8**, 23; Lehrb. **3**, 1209).

α) Durch Reduction der Säure mittelst starken Glühens im Wasserstoff.

(s. G.) WO_3 : W	=	0,899	:	0,716 [1]
	=	1,2556	:	1;
W : O	=	11,74	:	1;
W : H	=	187,37	:	1;

β) Durch Oxydation an der Luft; WO_3 wurde zuletzt in Ammoniumcarbonat geglüht.

W : WO_3	=	0,676	:	0,846 [1]
	=	1	:	1,2515;
W : O	=	11,93	:	1;
W : H	=	190,40	:	1;

*) Nach *Svanberg* und *Struve* ist die Reduction nicht vollständig (J. pr. Chem. **44**, 301).

Mittel: W : O = 11,83 : 1 *)
W : H = 188,89 : 1.

b) *Schneider*, 1850, bei *Marchand* (J. pr. Chem. **50**, 158, 161; Liebig's Ann. **77**, 263).

α) Durch Reduction:

				Min.:	Max.:
(s. G.) WO_3 : W	=	11,033 : 11,133 [3]			
	=	1,2605 : 1;		1,2602	1,2608
W : O	=	11,517 : 1;		11,508	11,534
W : H	=	183,8 : 1;		183,7	184,1.

β) Durch Oxydation:

				Min.:	Max.:
(s. G.) W : WO_3	=	9,4365 : 11,900 [3]			
	=	1 : 1,2611;		1,2605	1,2618
W : O	=	11,492 : 1;		11,46	11,52
W : H	=	183,4 : 1;		182,9	183,8.

Mittel aus beiden Reihen:
W : O = 11,50 : 1
W : H = 183,5 : 1.

Schn. glaubt, dass W etwas zu gross gefunden wurde, da das Metall bei der Wägung Wasser anziehe.

c) *Marchand*, 1850 (Liebig's Ann. **77**, 263).

Zu jedem Versuche wurden etwa 8g Säure, resp. 6g Metall angewendet; die Gewichte selbst sind nicht angegeben.

α) Durch Reduction: »Bei den Reductionsversuchen verloren 100 Theile Säure das eine Mal 20,693 Theile Sauerstoff, das zweite Mal 20,698«.

				Min.:	Max.:
(s. G.?) WO_3 : W	=	1,26095 : 1 [2]		1,2609	1,2610
W : O	=	11,496 : 1;		11,494	11,499
W : H	=	183,48 : 1;		183,45	183,52.

β) Durch Oxydation: »Bei der Oxydation nahmen 100 Theile Metall 26,07 und 26,02 Sauerstoff auf«.

				Min.:	Max.:
(s. G.?) W : WO_3	=	1 : 1,2604 [2]		1,2602	1,2607
W : O	=	11,519 : 1;		11,508	11,530
W : H	=	183,8 : 1;		183,7	184,0.

d) *v. Borch*, 1851 (J. pr. Chem. **54**, 254—260, aus Öfvers. Ak. Förh. 1851, Nr. 5, S. 147).

α) Durch Reduction:

*) In Berz. Lehrb. **3**, 1209 steht, wohl durch einen Druckfehler, 11,88; siehe *Schneider*, J. pr. Chem. **50**, 152.

(s. G.) WO_3 : W =	11,3353 : 32,7694 [7]	Min.:	Max.:
=	1,2614 : 1;	1,2607	1,2624
W : O =	11,477 : 1;	11,431	11,506
W : H =	183,173 : 1;	182,44	183,64

β) Durch Oxydation:

(s. G.) W : WO_3 =	4,8055 : 6,0560 [2]	Min.:	Max.:
=	1 : 1,2602;	1,2601	1,2604
W : O =	11,530 : 1;	11,521	11,534
W : H =	184,02 : 1;	183,87	184,08.

e) *Alfred Riche*, 1856 (Compt. rend. **42**, 205; Ann. chim. phys. [3] **50**, 10; Str. 128).

Durch Reduction der Säure im Wasserstoff und Wägen des Metalls (nach einer Angabe in Compt. rend. auch des Wassers; letztere Zahlen nicht zu finden).

Die Säure war theils durch Glühen ihres Ammoniumsalzes, theils durch Zersetzung des sublimirten Chlorids (Ann. chim. phys.: Oxychlorids) mittelst Wassers dargestellt.

(s. G.) WO_3 : W =	3,765 : 2,952 [5]	Min.:	Max.:
=	1,275 : 1;	1,273	1,279
W : O =	10,89 : 1;	10,76	10,98
W : H =	173,9 : 1;	171,8	175,3.

f) *Dumas*, 1859 (Liebig's Ann. **105**, 86; **113**, 23; Ann. chim. phys. [3] **55**, 143).

Die Säure war aus dem Ammoniumsalz dargestellt worden. Da sie sowohl mit Platin als mit der Glasur des Porzellans Verbindungen eingeht, wurde die Reduction in Schiffchen und Röhren aus unglasirtem Porzellan vorgenommen.

(s. G.) WO_3 : W =	17,902 : 14,198 [8]	Min.:	Max.:
=	1,2609 : 1;	1,260	1,262
W : O =	11,500 : 1;	11,45	11,54
W : H =	183,5 : 1;	182,7	184,2.

g) *F. A. Bernoulli*, 1860 (Pogg. Ann. **111**, 597).

Anscheinend sehr genaue Versuche mit sehr gut gereinigtem Materiale.

α) Durch Reduction der Säure mittelst Wasserstoffs.

(s. G.) WO_3 : W =	24,3210 : 19,3471 [5] *)	Min.:	Max.:
=	1,2571 : 1;	1,2569	1,2574
W : O =	11,669 : 1;	11,655	11,678
W : H =	186,2 : 1;	186,0	186,4.

*) Ein offenbar fehlerhafter Versuch, den *B.* selbst beanstandete, ist weggelassen.

In zwei Versuchen wurde auch das entstandene Wasser bestimmt, s. unten Nr. 149.

β) Durch Oxydation des Metalles:

$W : WO_3$	= 14,3520 : 18,0349 [4]	Min.:	Max.:
	= 1 : 1,2566;	1,2564	1,2577
$W : O$	= 11,718 : 1;	11,702	11,776
$W : H$	= 187,019 : 1;	186,76	187,94

h) *J. Persoz*, 1864 (Ann. chim. phys. [4], **1**, 93; Fres. Zeitschr. **3**, 260).

Durch Reduction der Säure im Wasserstoff.

(s. G.) $WO_3 : W$	= 4,0489 : 3,2114 [2]	Min.:	Max.:
	= 1,2608 : 1;	1,2607	1,2610
$W : O$	= 11,504 : 1;	11,496	11,510
$W : H$	= 183,60 : 1;	183,47	183,69.

i) *H. E. Roscoe*, 1872 (Liebig's Ann. **162**, 366; Chem. News **25**, 61, 73; Fres. Zeitschr. **11**, 363).

Wolframtrioxyd, aus Wolframoxychlorid dargestellt, wurde im Wasserstoffstrome reducirt. Drei Bestimmungen wurden mit dem gleichen Material ausgeführt, indem das Wolfram nach der Reduction immer wieder oxydirt wurde. *R.* verwendete nur Vers. II und III zur Berechnung, Vers. I*) wurde ausgeschlossen.

$WO_3 : W$	= 15,7598 : 12,4969 [2]	Min.:	Max.:
	= 1,26110 : 1;	1,26092	1,26128
$W : O$	= 11,4898 : 1;	11,4819	11,4978
$W : H$	= 183,38 : 1;	183,25	183,50.

Nr. 23. Uran, U.

Arfvedson und *Berzelius*, 1825 (Schweigg. J. **44**, 1; Pogg. Ann. **8**, 183; Str. 117).

»Uranoxydul« wurde in einem Strome von Wasserstoff gelinde geglüht. Zwei Versuche stimmten völlig mit einander überein.

Das »Uranoxydul« von *A.* und *B.* war wohl Uranoxydoxydul, U_3O_8, ihr Uranmetall Uranoxydul, UO_2.

$3UO_2 : O_2$	= 100 : 3,557 [2]
	= 56,227 : 1;
$U : O$	= 16,74 : 1;
$U : H$	= 267,2 : 1.

*) Derselbe ergab $WO_3 : W$ = 7,8840 : 6,2438;
= 1,26271 : 1.

Nr. 24. Selen, Se.

a) *Sacc*, 1847 (Ann. chim. phys. [3] **21**, 119; J. pr. Chem. **42**, 329; J. B. **1**, 378).

α) Durch Oxydation:

Das Selen stammte zum Theil aus Prag und war unrein, zum Theil von *Mitscherlich* und war nahezu rein. Beide wurden durch a. a. O. näher beschriebene Operationen gereinigt. Das Selen wurde mittelst Salpetersäure oxydirt. In zwei Versuchen roch die selenige Säure nach salpetriger Säure; dieselben sind zur Berechnung nicht verwendbar. Ein dritter Versuch ergab:

(s. G.) Se : SeO_2 = 42,100 : 59,300 [1]
= 1 : 1,4086;
Se : O = 4,896 : 1;
Se : H = 78,13 : 1.

β) Durch Reduction:

Selenige Säure wurde durch Ammoniumbisulfit und Salzsäure reducirt.

			Min.:	Max.:
(s. G.) SeO_2 : Se	= 8,6897	: 6,1805 [3]		
	= 1,40599	: 1;	1,4053	1,4085
Se : O	= 4,927	: 1;	4,897	4,935
Se : H	= 78,63	: 1;	78,15	78,76.

b) *O. Pettersson* und *G. Ekman*, 1876 (Vorgel. der. kön. Soc. d. Wissensch. z. Upsala den 13. Mai 1876; Orig. in Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsal. Ser. III; Bull. soc. chim. [2] **27**, 205; Ber. D. chem. Ges. **9**, 1210; Fres. Zeitschr. **16**, 264).

Selenige Säure wurde in salzsäurehaltigem Wasser gelöst, durch SO_2 reducirt und das ausgefällte Selen gewogen.

			Min.:	Max.:
Se : SeO_2	= 70,7841	: 99,4299 [5]		
	= 1	: 1,4047;	1,4045	1,4048
Se : O	= 4,9419	: 1;	4,9411	4,9443
Se : H	= 78,873	: 1;	78,860	78,910.

Nr. 25. Tellur, Te.

a) *Berzelius*, 1818 (Schweigg. Journ. **22**, 74; Pogg. Ann. **8**, 24; Str. 113).

Durch Oxydation von Tellur mittelst Salpetersäure.

(s. G.) Te : TeO_2 = 100 : 124,85;
Te : O = 8,048 : 1;
Te : H = 128,45 : 1.

b) *Derselbe*, 1832 (Berz. Lb. **3**, 1205; Pogg. Ann. **28**, 395; Berz. JB. **13**, 96 (**12**, 104); Str. 113).

Durch Oxydation mittelst Salpetersäure.

(s. G. ?)	Te : TeO_2 =	1,5715	: 1,9635*)			
	=	2,88125	: 3,6000			
		4,45275	: 5,5635	[2]	Min.:	Max.:
	=	1	: 1,24945:		1,2494	1,2495
	Te : O =	8,0176	: 1:		8,0173	8,0180
	Te : H =	127,961	: 1:		127,956	127,967.

Die kleinste Zahl dürfte die richtigste sein.

Ein von *Berzelius* für weniger gut gehaltener Versuch ergab (Str. 113; ref. Pogg. Ann. **28**, 395):

Te : TeO_2 =	1,2725	: 1,5895	
=	1	: 1,24914:	
Te : O =	8,028	: 1:	
Te : H =	128,13	: 1.	

c) *W. L. Wills*, 1879, bei *Roscoe* (Chem. Soc. J. Nr. 203 (Oct. 1879), 704).

α) Durch Oxydation einer gewogenen Menge reinen Tellurs mittelst Salpetersäure und Erhitzen des gebildeten TeO_6H_6; der Rückstand wurde als TeO_2 gewogen.

Te : TeO_2 =	13,76876	: 17,20071	[5]	Min.:	Max.:
=	0,8005	: 1;		0,798	0,802
Te : O =	8,024	: 1:		7,915	8,104
Te : H =	128,06	: 1:		126,32	129,34.

Beim ersten Versuche waren Spuren von TeO_3 unzersetzt geblieben; nach der Schmelzung ergab sich Te = 129,2. In Vers. IV und V war die Oxydation nicht vollständig, nach dem Auflösen des Tellurdioxyds blieben in IV 0,02846, in V 0,00044^g Tellur ungelöst, welches genau das Spectrum des reinen Tellurs zeigte; die entsprechende Correction ist an den zur Berechnung verwendeten Zahlen angebracht.

Zieht man nur Vers. II, III und V zur Berechnung, so ergibt sich:

Te : TeO_2 =	6,77435	: 8,46711	[3]	Min.:	Max.:
=	0,80008	: 1:		0,7999	0,8004
Te : O =	8,004	: 1:		7,995	8,022
Te : H =	127,74	: 1:		127,60	128,03.

β) Durch Oxydation einer abgewogenen Menge reinen Tellurs mittelst Königswassers; das hierbei resultirende Gemenge von

*) Durch Druckfehler im Lehrb. 5. Aufl. **3**, 1205 : 1,9365. Vgl. Lehrb. 3. Aufl. 113; Str. 113.

TeO_2 und TeO_6H_6 wurde zweimal mit reiner Salpetersäure zur Trockne abgedampft und dann vorsichtig erhitzt.

			Min.:	Max.:
Te : TeO_2	= 14,30653	: 17,87731 [4]		
	= 0,80026	: 1;	0,80012	0,80040
Te : O	= 8,013	: 1;	8,006	8,020
Te : H	= 127,89	: 1;	127,78	128,00.

Aus Familie VII, Gruppe A: Mn.

Nr. 26. Mangan, Mn.

a) *Berzelius*, 1828 (Berz. JB. **9**, 135; Pogg. Ann. **8**, 185, ref.; Str. 84).

Metallisches Mangan wurde in Salpetersäure gelöst, die Lösung eingedampft und der Rückstand schwach geglüht.

Mn_2 : Mn_2O_3	= 0,5075	: 0,7225 [1]
	= 1	: 1,42365;
Mn . O	= 3,541	: 1;
Mn : H	= 56,51	: 1.*)

b) *v. Hauer*, 1857 (Wien. Ak. Ber. **25**, 133).

Als Controle zu den Versuchen Nr. 40. In Wasserstoff reducirtes Manganoxydul wurde an der Luft zu Mn_3O_4 oxydirt.

			Min.:	Max.:
MnO : $MnO_{\frac{4}{3}}$	= 12,7608	: 13,719 [2]		
	= 1	: 1,07509;	1,07506	1,07514
Mn : O	= 3,439	: 1;	3,436	3,441
Mn : H	= 54,89	: 1;	54,84	54,92.

Aus Familie VIII: Fe, Co, Ni; Os.

Nr. 27. Eisen, Fe.

a) *Berzelius*, 1809 (Lehrb. **3**, 1220; Gilb. Ann. **7**, 313; Pogg. Ann. **8**, 185; Str. 67).

Durch Auflösen von Clavierdrahteisen in Salzsäure, Oxydation mit Salpetersäure, Fällen durch Ammoniak und Glühen des Niederschlages. Auch durch Auflösen in Salpetersäure, Verdampfen der Lösung und Glühen des Rückstands. Das Eisen enthielt 0,005 % Kohle, die verbrannt und als Calciumcarbonat bestimmt wurde.

(s. G.) Fe_2 : Fe_2O_3	= 100	: 144,25 [?]
Fe : O	= 3,39	: 1;
Fe : H	= 54,10	: 1.

*) In Pogg. Ann. **8**, 185 ist das Verhältniss $Mn_2 : O_3 = 2 : 0,8432$, während es sich oben zu 2 : 0,84729 berechnet. Der Einfluss dieser Differenz ist gering, indem dann Mn = 56,78. *Berz.* berechnete Mn = 56,95.

Die Versuche waren durch einen Kieselgehalt des Eisens fehlerhaft; trotzdem erhielt sich diese Zahl auf *Berzelius*' Autorität hin bis 1844, um so mehr, als ein Reductionsversuch von *Magnus* die *B.*'sche Zahl zu bestätigen schien.

b) *Derselbe*, 1844 (aus Öfvers. Ak. Förh. 1844, Nr. 3 in Liebig's Ann. **50**, 432; Lehrb. **3**, 1223).

Reines Eisen wurde in einem Platintiegel in Salpetersäure (ohne Gasentwicklung) gelöst und das Nitrat durch Glühen in Oxyd verwandelt.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	$Fe : FeO_{\frac{3}{2}}$	= 2,9993 : 4,2835 [2]			
		= 1 : 1,42817;		1,42812	1,42822
	Fe : O	= 3,5033 : 1;		3,5029	3,5037
	Fe : H	= 55,913 : 1;		55,906	55,919.
(w. G.)	$Fe : FeO_{\frac{3}{2}}$	= 1 : 1,42836;			
	Fe : O	= 3,500 : 1;			
	Fe : H	= 55,86 : 1.			

c) *L. Svanberg* und *Norlin*, 1844 (Liebig's Ann. **50**, 432; Pogg. Ann. **62**, 270; Berz. Lb. **3**, 1222).

Sv. und *N.*'s Versuche wurden von *Berzelius* veranlasst, nachdem *Wackenroder* (Arch. d. Pharm. **35**, 279 und **36**, 22) *Stromeyer's* Versuche, bei denen er geholfen, und eigene Versuche veröffentlicht hatte, aus denen folgte, dass Fe_2O_3 nicht mehr als 30 % O enthalte. *W.* hatte unreines Wasserstoffgas angewendet. *Sv.* und *N.* haben ihre Endzahl auf Vacuum reducirt; ob auch die einzelnen Zahlen, ist fraglich. (s. Berz. Lb. **3**, 1222).

Eisenoxyd wurde durch reines Wasserstoffgas reducirt. (Die Oxydationsversuche enthielten einen constanten Fehler in Folge der Anwendung von Glasgefässen und sind daher unbrauchbar, s. Berz. Lb. **3**, 1222; Str. 33).

				Min.:	Max.:
(s. G. ?)	$FeO_{\frac{3}{2}} : Fe$	= 21,95103 : 15,37392 [7]			
		= 1,4278 : 1;		1,4271	1,4283
	Fe : O	= 3,506 : 1;		3,502	3,512
	Fe : H	= 55,96 : 1;		55,90	56,05.

Mit D(Fe) = 7,8; $D(Fe_2O_3)$ = 5,1 berechnet sich:

(w. G.)	$FeO_{\frac{3}{2}} : Fe$	= 1,4279 : 1;
	Fe : O	= 3,505 : 1;
	Fe : H	= 55.95 : 1,

wobei vorausgesetzt wurde, dass obige Zahlen sich auf scheinbares Gewicht beziehen.

d) *Erdmann* und *Marchand*, 1844 (J. pr. Chem. **33**, 5; Liebig's Ann. **52**, 212).

Durch Reduction von Eisenoxyd mittelst Wasserstoffs.

Das zu der ersten Versuchsreihe (I bis IV) dienende Eisenoxyd war erhalten durch Glühen eines oxalsauren Eisenoxyduls, das aus reinem Eisenvitriol gefällt war, theilweise unter Befeuchten mit Salpetersäure; das der zweiten (V bis VIII) aus einem Oxyduloxalat, das durch Reduction von saurem oxalsaurem Eisenoxyd im Sonnenlicht gewonnen war.

					Min.:	Max.:
(w. G.)	$FeO_{\frac{3}{2}}$: Fe	=	166,4241 : 116,500	[8]		
		=	1,4285 : 1;		1,4274	1,4293
	Fe : O	=	3,500 : 1;		3,4941	3,5096
	Fe : H	=	55,86 : 1;		55,77	56,01.

e) *Maumené*, 1846; erst 1850 publicirt (Ann. chim. phys. [3] **30**, 380; Liebig's Ann. **76**, 220; J. pr. Chem. **51**, 350).

Durch Oxydation von Telegraphendraht, der aus sehr reinem Eisen bestand, mittelst schwachen Königswassers, Fällen durch Ammoniak, Glühen und Wägen des Niederschlags.

					Min.:	Max.:
(s. G.?)	Fe : $FeO_{\frac{3}{2}}$	=	8,7585 : 12,5120	[6]		
		=	1 : 1,42856;		1,4284	1,4288
	Fe : O	=	3,500 : 1;		3,498	3,501
	Fe : H	=	55,86 : 1;		55,83	55,88.

f) *L. E. Rivot*, 1850 (Ann. chim. phys. [3] **30**, 192; Liebig's Ann. **78**, 214; J. pr. Chem. **51**, 341).

Durch Reduction von Eisenoxyd im Wasserstoffstrome.

				Min.:	Max.:
Fe_2O_3 : Fe_2	=	2 : 1,3866	[2]		
Fe_2 : O_3	=	6,7815 : 3;		6,775	6,788
Fe : O	=	3,3908 : 1;		3,388	3,394
Fe : H	=	54,12 : 1;		54,07	54,17.

Nr. 28. Kobalt, Co.

W. J. Russell, 1863 (Chem. Soc. J. [2] **1**, 51; Liebig's Ann. **126**, 330; Fres. Zeitschr. **2**, 470).

Durch Reduction des reinen Oxyduls mittelst Wasserstoffs.

					Min.:	Max.:
(s. G.)	CoO : Co	=	33,5908 : 26,4000	[15]		
		=	1,2724 : 1;		1,2720	1,2731
	Co : O	=	3,671 : 1;		3,67	3,68
	Co : H	=	58,59 : 1;		58,44	58,68.

Das reine Metall wurde in Salpetersäure gelöst, die Lösung zur Trockne abgedampft und der Rückstand geglüht. Durch starkes Glühen des so erhaltenen schwarzen Oxyds im Kohlensäurestrom wurde das lichtbraune Oxydul von constanter Zusammensetzung erhalten.

Nr. 29. Nickel, Ni.

a) *W. J. Russell*, 1863 (Chem. Soc. J. [2] **1**, 51; Liebig's Ann. **126**, 335; Fres. Zeitschr. **2**, 473).

Oxalsaures Nickeloxydul wurde stark geglüht, der Glührückstand in Salpetersäure gelöst und durch heftiges Glühen des Products bis zum constanten Gewicht das reine grüne Oxydul erhalten.

Reines, grünes Nickeloxydul wurde durch Wasserstoff reducirt.

				Min.:	Max.:
(s. G.) NiO : Ni	= 28,5943 : 22,4730 [13]				
	= 1,2724 : 1:			1,2720	1,2726
Ni : O	= 3,671 : 1:			3,668	3,676
Ni : H	= 58,59 : 1:			58,55	58,68.

b) *O. L. Erdmann* und *Marchand*, 1845 (Liebig's Ann. **82**, 76 aus J. pr. Chem. **55**, 193.)

Nickeloxydul, auf verschiedene Weise erhalten, wurde durch Wasserstoff reducirt.

E. hält das Minimum für die richtigste Zahl.

		Min.	Max.:
Ni : O	= 3,666 : 1 [3]	3,659	3,672
Ni : H	= 58,51 : 1:	58,40	58,60.

Nr. 30. Osmium, Os.

a) *Berzelius*, 1828 (Öfvers. Ak. Förh. 1828; Pogg. Ann. **13**, 546).

In Wasserstoff reducirtes Osmium wurde im Sauerstoff verbrannt (s. a. a. O. Betrachtungen über den grossen Sauerstoffgehalt). *B.* selbst hat diesen Versuch nicht zur Berechnung des Atomgewichts benützt.

Os : OsO_4	= 0,275 : 0,365 [1]	
	= 1 : 1,327:	
Os : O	= 12,22 : 1:	
Os : H	= 195,0 : 1.	

Bei der grossen Flüchtigkeit des Tetroxyds wird das Atomgewicht eher zu hoch als zu niedrig gefunden sein.

b) *Edm. Frémy*, 1844 (Ann. chim. phys. [3] **12**, 514; J. pr. Chem. **33**, 409).

Durch Verbrennen von Osmium im Sauerstoff und Wägen der entstandenen Säure.

Ein aus mehreren eingeschliffenen Stücken zusammengesetzter Apparat enthielt in einer Röhre das Metall, sodann ein abgekühltes Condensationsrohr und endlich ein mit Kalistücken gefülltes Absorptionsrohr. Ein zur Controle angefügtes Kalirohr änderte sein Gewicht nicht.

Angeführt sind nur die Zahlen eines Versuchs, aus »mehreren Analysen ergiebt sich, dass in der Säure 4 Aeq. Sauerstoff mit einer Menge Os verbunden sind, die durch 1247,8 vorgestellt wird«. In mehreren spätern, nicht angeführten Versuchen hat *F.* eine niederere Zahl gefunden als *Berzelius*, so dass er das Aeq. des Os als »nicht definitiv bestimmt« betrachtet.

Os : O_4	=	0,365	: 0,117	[1]
	=	12,48	: 4	
Os : O	=	12,48	: 1	
Os : H	=	199,2	: 1.	

B. Atomgruppen.

Nr. 31. Chlornatrium, NaCl.

Penny, 1839 (Philos. Transact. 1839, **129**, P. I, 25; Str. 89. *Berzelius* citirt in seinem JB. **20**, 38: L. u. E. Phil. Mag. **14**, 219. Die Zahlen anzuführen hält er für überflüssig, da sie mit seinen übereinstimmen).

					Min.:	Max.:
$NaClO_3$: NaCl	=	404,186	: 222,016 grains	[4]		
	=	1	: 0,5493;		0,5492	0,5494
NaCl : O	=	3,6562	: 1;		3,6548	3,6578
NaCl : H	=	58,35	: 1;		58,33	58,38;

woraus sich ableitet (vgl. Vorbemerkung zu II, A, B, C.):

					Min.:	Max.:
Na : O	=	1,440	: 1;		1,439	1,442
Na : H	=	22,99	: 1;		22,97	23,01
und Cl : O	=	2,215	: 1;		2,214	2,217
Cl : H	=	35,36	: 1;		35,34	35,38.

Nr. 32. Chlorkalium, KCl.

a) Berzelius, 1826 (Lehrb. **3**, 1189; Pogg. Ann. **8**, 17.)

						Min.:	Max.:
(s. G.)	$KClO_3$: KCl	=	1,6434	: 1	[4?]		
		=	1	: 0,60852;		0,60850	0,60854
	KCl : O	=	4,6632	: 1;		4,6628	4,6636;
woraus	K : O	=	2,4475	; 1;		2,4470	2,4478
	K : H	=	39,063	: 1;		39,054	39,07
	Cl : O	=	2,2178	: 1;		2,2172	2,2180
	Cl : H	=	35,394	: 1;		35,3873	35,400.

Berzelius gibt den Versuchen *Marignac's* vor diesen, seinen eigenen älteren, ausdrücklich den Vorzug der grösseren Genauigkeit (Lehrb. a. a. O.).

b) *Penny*, 1839 (Philos. Transact. 1839, **1**, 20; Str. 58).

(s. G.) $KClO_3 : KCl = 423,876 : 257,802$ grains [6]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 0,60820;	0,60815	0,60830
KCl : O	= 4,6570 : 1:	4,6560	4,6589
K : O	= 2,4411 : 1;	2,4401	2,4430
K : H	= 38,961 : 1;	38,945	38,991
Cl : O	= 2,2114 : 1;	2,2104	2,2133
Cl : H	= 35,29 : 1;	35,28	35,32.

c) *Marignac*, 1842 (Liebig's Ann. **44**, 18; J. pr. Chem. **31**, 272—279; Bibl. univ. Genève 1842; Berz. Lb. **3**, 1191).

α) Durch Glühen des Chlorates (J. pr. Chem. **31**, 275):

(w. G.) $KClO_3 : KCl = 319,047 : 194,108$ [6]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 0,60840;	0,60833	0,60845
KCl : O	= 4,6609 : 1;	4,6595	4,6618
K : O	= 2,4450 : 1;	2,4436	2,4459
K : H	= 39,023 : 1;	39,000	39,037
Cl : O	= 2,2153 : 1;	2,214	2,216
Cl : H	= 35,356 : 1;	35,33	35,37.

β) Durch Glühen des Perchlorates (a. a. O. S. 276).

Das rückständig bleibende Chlorkalium hinterliess beim Auflösen eine Spur Eisenoxyd.

(w. G.) $KClO_4 : KCl = 154,178 : 82,988$ [3].

		Min.:	Max.:
	= 1 : 0,53826;	0,53825	0,53827
KCl : O	= 4,6629 : 1;	4,6627	4,6631
K : O	= 2,4470 : 1;	2,4468	2,4472
K : H	= 39,0548 : 1;	39,052	39,058
Cl : O	= 2,2173 : 1;	2,2171	2,2175
Cl : H	= 35,388 : 1;	35,385	35,391.

Nach erneuter Reinigung ergab das jetzt eisenfreie Salz:

$KClO_4 : KCl = 74,101 : 39,876$ [1]

	= 1 : 0,53813
KCl : O	= 4,6605 : 1;
K : O	= 2,4446 : 1;
K : H	= 39,0165 : 1;
Cl : O	= 2,2149 : 1;
Cl : H	= 35,350 : 1.

Das Mittel der drei *Marignac*'schen Zahlen ist, nahe übereinstimmend mit der Mittelzahl von *Stas* (s. diese S. 45.):

KCl : O	=	4,6614	: 1;
K : O	=	2,4455	: 1;
K : H	=	39,031	: 1;
Cl : O	=	2,2159	: 1;
Cl : H	=	35,365	: 1.

d) *Pelouze*, 1843 (Compt. rend. **15**, 959, anscheinend wörtlich übersetzt in Pogg. Ann. **58**, 171; Liebig's Ann. **44**, 209, Berz. Lehrb. **3**, 1231; Berz. JB. **29**, 13; von Str. nicht angeführt).

				Min.:	Max.:
$KClO_3$: KCl	=	1 : 0,60846 [3]		1,6084	1,6086
KCl : O	=	4,6621	: 1;	4,6609	4,6642
K : O	=	2,4462	: 1;	2,4448	2,4484
K : H	=	39,042	: 1;	39,019	39,076
Cl : O	=	2,2165	: 1;	2,2151	2,219
Cl : H	=	35,376	: 1;	35,35	35,41.

e) *Faget*, 1846 (Compt. rend. **22**, 224; Ann. chim. phys. [3] **18**, 80. refer.).

$KClO_3$: KCl = 1,000 : 0,60847; 60942; 60916*).

Die niedrigste Zahl, als die beste, ergibt:

KCl : O	=	4,662	: 1;
K : O	=	2,446	: 1;
K : H	=	39,04	: 1;
Cl : O	=	2,217	: 1;
Cl : H	=	35,38	: 1.

f) *Maumené*, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **18**, 41; Liebig's Ann. **60**, 179**); Str. 58).

Das angewendete Chlorat war theils bei 200° getrocknet, theils in einem Metallbade geschmolzen. Das Erhitzen geschah in einer kleinen Retorte, die zur Festhaltung der durch den Gasstrom mitgerissenen Theilchen mit einigen Röhren voll Asbest u. a. verbunden war. Die Hälfte des übergerissenen Salzes ist als KCl, die andere als $KClO_3$ berechnet. Der Einfluss dieser Correction erstreckt sich bis aufwärts in die fünfte Ziffer.

---

*) Diese Zahl wird von *F.* für »extrêmement probable« gehalten.

) Vers. II ist daselbst zu lesen: **20,8500 statt **26,9**500.

			Min.:	Max.
(s. G.) $KClO_3$: KCl	= 188,516 : 114,5995 [7]			
	= 1 : 0,60791;		0,60785	0,60795
KCl : O	= 4,6513 : 1;		4,6501	4,6521
K : O	= 2,435 : 1;		2,434	2,436
K : H	= 38,870 : 1;		38,85	38,88
Cl : O	= 2,2057 : 1;		2,2045	2,2065
Cl : H	= 35,203 : 1;		35,184	35,216.

g) *Stas*, 1860 (Rapports, p. 118; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 249*).

Die angewandte Methode rührt von *Berzelius* (Lehrb. **3**, 1189) her; über die Reinheit des Salzes s. *Stas* a. a. O.

Erste Reihe: Das Chlorat wurde durch Glühen zersetzt. Das Gewicht einer geringen Menge Chlor (im Ganzen 33 mg), die mit dem Sauerstoff entwich, wurde auf die aequivalente Menge Sauerstoff umgerechnet und die Differenz Cl_2—O von dem Gewichtsverluste in Abzug gebracht.

			Min.:	Max.:
(w. G.) $KClO_3$: KCl	= 498,6355 : 303,3870 [5]			
	= 1 : 0,60843;		0,60838	0,60847
KCl : O	= 4,6616 : 1;		4,6605	4,6622
K : O	= 2 : 4457 : 1;		2,4446	2,4463
K : H	= 39,034 : 1;		39,016	39,044
Cl : O	= 2,2160 : 1;		2,2149	2,2166
Cl : H	= 35,368 : 1;		35,350	35,377.

Zweite Reihe: Das Chlorat wurde durch Salzsäure zersetzt, die überschüssige Salzsäure durch wenig Chlorat, das dann durch Glühen zerstört wurde.

			Min.:	Max.:
(w. G.) $KClO_3$: KCl	= 302,8425 : 184,2735 [3]			
	= 1 : 0,60848;		0,60844	0,60853
KCl : O	= 4,6624 : 1;		4,6617	4,6634
K : O	= 2,4465 : 1;		2,4458	2,4475
K : H	= 39,047 : 1;		39,036	39,063
Cl : O	= 2,2168 : 1;		2,2161	2,2178
Cl : H	= 35,3803 : 1;		35,3692	35,3962.

Das Mittel aus den beiden Reihen ist:

KCl : O	= 4,6620 : 1;
K : O	= 2,4461 : 1;
K : H	= 39,040 : 1;
Cl : O	= 2,2164 : 1;
Cl : H	= 35,374 : 1.

*) An beiden Orten in Spalte 7, Vers. III zu lesen 33,8705 statt 32,8705. Ferner finden sich daselbst Vers. I und IV noch, übrigens unerhebliche, Rechnungsdifferenzen.

Nr. 33. Bromkalium, KBr.

Marignac, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 361; Berz. Lb. **3**, 1194; Berz. JB. **24**, 193).

Durch Erhitzen von Kaliumbromat. Der Versuch gelingt, wie *Marignac* selbst bemerkt, schwierig, das Resultat ist nicht ganz zu verbürgen, indem das Bromkalium durch Austausch von Brom gegen Sauerstoff alkalisch wird und der Gewichtsverlust dadurch zu gross ausfällt.

(s. u. w. G.) $KBrO_3$: KBr = 39,787 : 28,359 [4]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 0,71277;	0,7125	0,7135
KBr : O	= 7,444 : 1;	7,435	7,471
K : O	= 2,447 : 1;	2,438	2,474
K : H	= 39,05 : 1;	38,90	39,48
Br : O	= 4,998 : 1;	4,989	5,026
Br : H	= 79,775 : 1;	79,628	80,209.

Nr. 34. Jodkalium, KJ.

a) *M. E. Millon*, 1843 (Ann. chim. phys. [3] **9**, 407; Berz. JB. **24**, 75).

»100 KJO_3 verloren 22,46; 22,49; 22,47 Sauerstoff«. Das Kaliumjodat war durch Sättigen von Jodsäure mittelst Kaliumcarbonat und Glühen der Salzmasse erhalten worden.

KJO_3 : KJ	= 1 : 0,77527 [3]	Min.: 0,7751	Max.: 0,7754
KJ : O	= 10,384 : 1;		
K : O	= 2,4556 : 1;		
K : H	= 39,19 : 1;		
J : O	= 7,938 : 1;		
J : H	= 126,697 : 1.		

Ein weiterer Versuch *Millon's* (Compt. rend. **12**, 258; J. pr. Chem. **23**, 255) war zunächst zur Prüfung des Salzes unternommen; er lieferte erheblich abweichende Zahlen (K = 37,949; J = 125,4528), wesshalb er blos erwähnt werden mag.

b) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève, Juin 1843; Berz. JB. **24**, 193).

Leider war die Originalabhandlung nicht zugänglich, in Berz. JB. für 1845 findet sich nur das Verfahren mit wenigen Worten erwähnt, in den übrigen Werken über den Gegenstand wird dieser Versuch nicht aufgeführt.

Nr. 35. Chlorsilber, AgCl.

a) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 356).

				Min.:	Max.:
(s. G.) $AgClO_3$: AgCl	=	194,440 : 145,680 [6]			
	=	1,3347 : 1 :		1,3345	1,3352
(w. G.)	=	1,3348 : 1.			
(w. G.) AgCl : O	=	8,9606 : 1 :			
Ag : O	=	6,7447 : 1 :			
Ag : H	=	107,65 : 1 :			
Cl : O	=	2,2150 : 1 :			
Cl : H	=	35,351 : 1.			

b) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 208; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 213, 214).

Silberchlorat wurde durch schweflige Säure reducirt.

				Min.:	Max.:
(w. G.) $AgClO_3$: AgCl	=	398,3177 : 298,4250 [2]			
	=	1,33473 : 1 :		1,33471	1,33477
AgCl : O	=	8,9622 : 1 :		8,9614	8,9630
Ag : O	=	6,7463 : 1 :		6,7455	6,7471
Ag : Cl	=	107,6715 : 1 :		107,659	107,684
Cl : O	=	2,2166 : 1 :		2,2158	2,2174
Cl : H	=	35,377 : 1 :		35,364	35,390.

Nr. 36. Bromsilber, AgBr.

Stas, 1865 (Nouv. Rech. p. 199; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 205).

Silberbromat wurde durch schweflige Säure reducirt.

				Min.:	Max.:
(w.G.) $AgBrO_3$: AgBr	=	188,5332 : 150,1671 [2]			
	=	1,25549 : 1 :		1,25545	1,25554
AgBr : O	=	11,742 : 1 :		11,740	11,744
Ag : O	=	6,7448 : 1 :		6,742	6,747
Ag : H	=	107,647 : 1 :		107,612	107,678
Br : O	=	4,9964 : 1 :		4,9942	4,9984
Br : H	=	79,743 : 1 :		79,708	79,774.

Nr. 37. Jodsilber, AgJ.

a) *M. E. Millon*, 1843 (Ann. chim. phys. [3] **9**, 407; Berz. JB. **24**, 75; Str. 72).

Das Silberjodat war durch Zersetzen von Silbernitrat mit Jodsäure und mit jodsaurem Kalium dargestellt worden.

»100 Theile bei 200° getrockneten Silberjodats gaben 17,03; 17,05; 17,06; im Mittel 17,047 Sauerstoff«.

$$\begin{array}{rcl} AgJO_3 : AgJ & = & 1 : 0{,}8295 \; [3] \\ & = & 1{,}2055 : 1; \\ AgJ : O & = & 14{,}599 : 1; \\ \hline Ag : O & = & 6{,}670 : 1; \\ \hline Ag : H & = & 106{,}46 : 1; \\ \hline J : O & = & 7{,}8529 : 1; \\ \hline J : H & = & 125{,}33 : 1. \\ \hline \end{array}$$

b) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 189 et 193; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 196, 197).

α) Durch vollständige Analyse des Silberjodates. Das Jodat wurde durch Hitze zersetzt und sowohl das zurückbleibende Jodsilber, als auch der von glühendem Kupfer aufgenommene Sauerstoff gewogen. Das Gesammtgewicht des ganzen Apparates nahm in der ersten Analyse um die fast verschwindende Grösse von $1{,}5^{mg}$ zu, in der zweiten um 2^{mg} ab.

$$\begin{array}{lrcl} \text{I. (w. G.)} & AgJO_3 : AgJ : O & = & 98{,}2681 : 81{,}5880 : 16{,}6815^{*)} \\ & & = & 1{,}20444 : 1 : 0{,}20446 \\ \text{II. (w. G.)} & & = & 156{,}7859 : 130{,}1755 : 26{,}6084 \\ & & = & 1{,}20442 : 1 : 0{,}20440. \end{array}$$

β) Durch Analyse des Jodats durch Reduction desselben mittelst schwefliger Säure (Nouv. Rech. p. 193; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 200).

$$\begin{array}{rcl} AgJO_3 : AgJ & = & 76{,}5561 : 63{,}5600 \; [1] \\ & = & 1{,}20447 : 1. \end{array}$$

Alle drei Analysen zusammen ergeben:

$$\begin{array}{rcl} \text{(w. G.)} \; AgJO_3 : AgJ & = & 331{,}6101 : 275{,}3235 \; [3] \\ & = & 1{,}20444 : 1; \\ AgJ : O & = & 14{,}6742 : 1; \\ \hline Ag : O & = & 6{,}7458 : 1; \\ \hline Ag : H & = & 107{,}670 : 1; \\ \hline J : O & = & 7{,}9286 : 1; \\ \hline J : H & = & 126{,}541 : 1. \\ \hline \end{array}$$

Aus den beiden Wägungen des Sauerstoffs ergibt sich, damit nahezu übereinstimmend:

$$\begin{array}{rcl} \text{(w. G.)} \; AgJ : O_3 & = & 211{,}7635 : 43{,}2899 \\ & = & 1 : 0{,}20443 \\ AgJ : O & = & 14{,}6749 : 1; \\ \hline Ag : O & = & 6{,}7465 : 1; \\ \hline Ag : H & = & 107{,}675 : 1; \\ \hline J : O & = & 7{,}9293 : 1; \\ \hline J : H & = & 126{,}551 : 1. \\ \hline \end{array}$$

*) An beiden a. Orten fälschlich 16,8815.

Nr. 38. Schwefelkadmium, CdS.

v. Hauer, 1857 (Wien. Ak. Ber. **25**, 122; Ch. Centralbl. 1857, S. 897; Str. 74).

Das wasserfreie Sulfat wurde in trockenem Schwefelwasserstoff zu Schwefelkadmium reducirt.

					Min.:	Max.:
(s. G.) $CdSO_4$: CdS	=	64,2051*)	: 44,4491	[9]		
	=	1,4445	: 1;		1,4439	1,4449
CdS : O	=	8,9996	: 1;		8,991	9,011
Cd : O	=	6,996	: 1;		6,987	7,008
Cd : H	=	111,65	: 1;		111,52	111,84.

Nr. 39. Schwefelblei, PbS.

Berzelius, 1811 (Gilb. Ann. **37**, 259; Str. 100).

Der Versuch ist eigentlich zur Bestimmung des Atomgewichtes des Schwefels unternommen; er wird von *Berz.* in der 5. Aufl. seines Lehrb. nicht angeführt.

Schwefelblei wurde zu schwefelsaurem Blei oxydirt.

				Min.:	Max.:
(s. G.) PbS : $PbSO_4$	=	1 : 1,2645	[2]	1,264	1,265
PbS : O	=	15,12	: 1;	15,09	15,15
Pb : O	=	13,119	: 1;	13,09	13,15
Pb : H	=	209,38	: 1;	208,93	209,84.

Nr. 40. Schwefelmangan, MnS.

v. Hauer, 1857 (Wien. Ak. Ber. **25**, 122; Ch. Centralbl. 1857, S. 897; Str. 85). Vergl. Nr. 26[b] S. 38.

Das wasserfreie Sulfat wurde in trockenem Schwefelwasserstoff zu Schwefelmangan reducirt.

					Min.:	Max.:
(s. G.) Mn SO_4 : MnS	=	45,4070	: 26,1588	[9]		
	=	1,7358	: 1;		1,734	1,737
MnS : O	=	5,436	: 1;		5,426	5,447
Mn : O	=	3,432	: 1;		3,422	3,444
Mn : H	=	54,78	: 1;		54,62	54,96.

*) A. a. O. Vers. VII lies 2,1984 st. 2,1948 und Vers. VIII lies 5,8245 statt 7,8245.

II. Beziehungen zum Silber.

Vorbemerkung: Ermittelung des Verhältnisses zwischen Silber und Sauerstoff.

Um die auf Silber bezogenen Zahlen dieses Abschnittes auf Sauerstoff und durch diesen auf den als Einheit des Atomgewichts gewählten Wasserstoff beziehen zu können, ist es nöthig, das Verhältniss des Silbers zum Sauerstoff mit möglichster Sicherheit zu kennen. Dieses Verhältniss lässt sich bis jetzt nicht ganz unmittelbar, d. h. nicht durch die Analyse oder Synthese der Silberoxyde bestimmen, da letztere zu wenig stabile Verbindungen sind. Gleichwohl kann das Verhältniss zwischen Silber und Sauerstoff mit grösster Schärfe und Genauigkeit ermittelt werden.

Die Ableitung kann auf verschiedenen, durchaus von einander unabhängigen Wegen geschehen und gibt, wenn sie auf die Untersuchungen von *Stas* und *Marignac* gegründet wird, eine erstaunlich grosse Uebereinstimmung der Resultate.

Die Versuche von *Stas* und *Marignac* ergeben:

I. (w. G.)	Ag : AgCl	= 1 : 1,3285	(*Stas*)	Nr. 41[g]
		= 1 : 1,32857	(*Mar.*)	Nr. 41[d]
	AgCl : O	= 8,9614 : 1	(*Stas*)	Min. Nr. 35[b]
		= 8,961 : 1	(*Mar.*)	Nr. 35[a].

Nach der Formel

$$\frac{Ag}{AgCl} \cdot \frac{AgCl}{O} = \frac{Ag}{O}$$

lässt sich das gesuchte Verhältniss aus obigen Zahlen in 4 Combinationen berechnen:

$$1)\ \frac{8{,}9614\ (Stas)}{1{,}3285\ (Stas)} = \mathbf{6{,}7455}.$$

$$2)\ \frac{8{,}9614\ (Stas)}{1{,}32857\ (Mar.)} = \mathbf{6{,}7451}.$$

$$3)\ \frac{8{,}961\ (Mar.)}{1{,}32857\ (Mar.)} = \mathbf{6{,}7448}.$$

$$4)\ \frac{8{,}961\ (Mar.)}{1{,}3285\ (Stas)} = \mathbf{6{,}7452}.$$

II. (w. G.)	Ag : AgBr	= 1 : 1,74081	(*Stas*)	Nr. 36
		= 1 : 1,74077	(*Mar.*)	Nr. 42[a]
	AgBr : O	= 11,742 : 1	(*Stas*)	Nr. 42[b].

Hieraus nach der Formel

$$\frac{Ag}{AgBr} \cdot \frac{AgBr}{O} = \frac{Ag}{O}$$

$$1)\ \frac{11,742\ (Stas)}{1,74081\ (Stas)} = \mathbf{6,7451.}$$

$$2)\ \frac{11,742\ (Stas)}{1,74077\ (Mar.)} = \mathbf{6,7453.}$$

III. (w. G.) Ag : AgJ = 1 : 2,17534 (*Stas*) Nr. 43[b]
= 1 : 2,17534 (*Mar.*) Nr. 43[a]
AgJ : O = 14,6742 : 1 (*Stas*) Nr. 37[b].

Nach der Formel

$$\frac{Ag}{AgJ} \cdot \frac{AgJ}{O} = \frac{Ag}{O}$$

berechnet sich

$$1)\ \frac{14,6742\ (Stas)}{2,17534\ (Stas, Mar.)} = \mathbf{6,7456.}$$

IV. (w. G.) Ag_2SO_4 : Ag_2 = 1,44501 : 1 (*Stas*) Nr. 45[b]
Ag_2S : Ag_2 = 1,14852 : 1 (*Stas*) Nr. 51[e].

daher

$$\frac{1}{2}\left(\frac{Ag_2SO_4}{Ag_2} - \frac{Ag_2S}{Ag_2}\right) = \frac{O}{Ag}$$

$$= \frac{1,44501\ (Stas) - 1,14852\ (Stas)}{2} = 0,14824$$

mithin

$$\frac{Ag}{O} = \frac{1}{0,14824} = \mathbf{6,7456.}$$

V. (w. G.) Ag : NaCl = 1 : 0,54208 (*Stas*) Nr. 55[d]
NaCl : O = 3,6562 : 1 (*Penny*) Nr. 31.

$$\frac{Ag}{NaCl} \cdot \frac{NaCl}{O} = \frac{Ag}{O}$$

$$1)\ \frac{3,6562\ (Penny)}{0,54208\ (Stas)} = \mathbf{6,7448.}$$

VI. (w. G.) Ag : KCl = 1 : 0,691036 (*Stas*) Nr. 56[e]
= 1 : 0,69100 (*Mar.*) Nr. 56[c]
KCl : O = 4,6616 : 1 (*Stas**) Nr. 32[g]
= 4,6614 : 1 (*Mar.***) Nr. 32[c].

$$\frac{Ag}{KCl} \cdot \frac{KCl}{O} = \frac{Ag}{O}$$

$$1)\ \frac{4,6616\ (Stas)}{0,691036\ (Stas)} = \mathbf{6,7458.}$$

$$2)\ \frac{4,6616\ (Stas)}{0,69100\ (Mar.)} = \mathbf{6,7462.}$$

$$3)\ \frac{4,6614\ (Mar.)}{0,69100\ (Mar.)} = \mathbf{6,7459.}$$

---

*) Die durch Glühen des Chlorates ermittelte Zahl.
**) Mittelwerth aus den Analysen des Chlorates und des Perchlorates.

$$4)\ \frac{4,6614\ (Mar.)}{0,691036\ (Stas)} = \mathbf{6,7455.}$$

VII. (w. G.) Ag : KBr = 1 : 1,10332*) (*Stas*) Nr.57[b]
= 1 : 1,10343 (*Mar.*) Nr.57[a]
KBr : O = 7,444 : 1 (*Mar.*) Nr.33.

demnach

$$\frac{Ag}{KBr} \cdot \frac{KBr}{O} = \frac{Ag}{O}$$

$$1)\ \frac{7,444\ (Mar.)}{1,10332\ (Stas)} = \mathbf{6,7469.}$$

$$2)\ \frac{7,444\ (Mar.)}{1,10343\ (Mar.)} = \mathbf{6,7462.}$$

VIII. (w. G.) Ag : KJ = 1 : 1,5380 (*Mar.*) Nr. 58
KJ : O = 10,384 : 1 (*Millon*) Nr. 34[a].

$$\frac{Ag}{KJ} \cdot \frac{KJ}{O} = \frac{Ag}{O}$$

$$\frac{10,384\ (Mill.)}{1,5380\ (Mar.)} = \mathbf{6,7516.}$$

Will man aus diesen so nahe übereinstimmenden Zahlen von *Marignac* und *Stas* (bei den von *Millon* erhaltenen ist die Schwankung erheblicher) eine Auswahl treffen, so wird man die unter III aus der Analyse des Silberjodates und der Synthese des Jodsilbers abgeleitete wählen müssen:

1) weil jene Analyse einfacher ist als die des Chlorates und des Bromates, und die Synthese des Jodsilbers, die eine vollständige war, völlig übereinstimmende Resultate gab, und

2) weil um diese Zahl als um ihre Mittelzahl alle anderen schwanken. Es ist demnach

(w. G.) **Ag : O = 6,7456 : 1;**

und

O : Ag = 0,148245 : 1.

Die Abweichungen der verschiedenen Bestimmungen von *Marignac* und *Stas* von dieser Zahl betragen nicht oder kaum den zehntausendsten Theil des ganzen Werthes; der wirkliche Fehler des angegebenen Mittelwerthes der auf 8 verschiedenen von einander unabhängigen Wegen gefundenen Zahlen ist sicher kleiner. Wir können daher zuversichtlich behaupten, dass das Verhältniss der Atomgewichte des Silbers und des Sauerstoffs bis auf weniger als $\frac{1}{10000}$ seines Werthes genau bestimmt worden ist. Es ist dies ein Grad von Genauigkeit, der nie zuvor in chemischen, selten in physikalischen Messungen erreicht wurde.

---

*) Der von *Stas* für den richtigsten gehaltene Minimalwerth.

Angesichts dieses Ergebnisses ist es geradezu unzulässig, für Silber und Sauerstoff die *Prout*'sche Regel als gültig anzunehmen; dieselbe verlangt

$$\frac{Ag}{O} = \frac{108}{16} = 6{,}7500,$$

eine Zahl, die weit ausserhalb der möglichen Fehlergrenzen der *Stas-Marignac*'schen Versuche liegt.

A. Verhältniss von Silberverbindungen zum Silber.

Vorbemerkung: Nach S. 52 ist

$$\mathbf{Ag : O = 6{,}7456 : 1.}$$

Ferner sind als bekannt vorausgesetzt die Beziehungen

$$\mathbf{H : O = 0{,}06265 : 1;}$$
$$\mathbf{Cl : O = 2{,}21586 : 1;}$$
$$\mathbf{Br : O = 4{,}99721 : 1;}$$
$$\mathbf{J : O = 7{,}92837 : 1.}$$

Nr. 41. Chlorsilber, AgCl.

a) *Berzelius*, 1826 (Pogg. Ann. 8, 17; Str. 57).

(s. G.)	Ag : AgCl	=	1 : 3275	[1 ?]
	Cl : O	=	2,2092	: 1;
	Cl : H	=	35,26	: 1;
	Ag : O	=	6,766	: 1;
	Ag : H	=	107,98	: 1.

Dieser Versuch wurde schon von *Marignac* für fehlerhaft erklärt.

b) *Edward Turner*, 1829 (Philos. Transact. 1829, p. 297).

Reines Silber wurde in Salpetersäure gelöst und in drei Versuchen durch Salzsäure, in einem vierten durch Chlorbaryum gefällt.

				Min.:	Max.:
Ag : AgCl	=	141,252 : 187,628 grains [4]			
	=	1 : 1,32832;		1,32818	1,32844
Cl : O	=	2,2147 : 1;		2,2138	2,2155
Cl : H	=	35,347 : 1;		35,332	35,360
Ag : O	=	6,7445 : 1;		6,7435	6,7453
Ag : H	=	107,64 : 1;		107,63	107,65

c) *Marignac*, 1842 (Liebig's Ann. **44**, 23).

(s. G.) Ag : AgCl = 16,469 : 21,860 [1].
= 1 : 1,3273;
(w. G.) Ag : AgCl = 1 : 1,3274;
Cl : O = 2,2085 : 1;
Cl : H = 35,25 : 1;
Ag : O = 6,76805 : 1;
Ag : H = 108,02 : 1.

Der Versuch wird von *Mar.* selbst als fehlerhaft bezeichnet.

d) *Derselbe*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 354; Berz. Lb. **3**, 1193).

»Gelöstes Silber wurde als Chlorsilber abgeschieden.«

					Min.:	Max.:
(s. G.) Ag : AgCl	=	341,773 : 454,020 [4]*)				
	=	1 : 1,32843:			1,32839	1,32844
(w. G.) Ag : AgCl	=	1 : 1,32857:				
Cl : O	=	2,21640 : 1:				
Cl : H	=	35,374 : 1:				
Ag : O	=	6,7440 : 1:				
Ag : H	=	107,63 : 1.				

e) *Maumené*, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **18**, 41; Liebig's Ann. **60**, 174).

Chlorsilber wurde unter Ueberleiten eines Wasserstoffstromes im Verbrennungsrohr in einem Platinschiffchen erhitzt.

				Min.:	Max.:
AgCl : Ag	=	33.1885 : 25.0030 [5]			
	=	1,32738 : 1:		1,32725	1,32754
Cl : O	=	2.2084 : 1:		2,2075	2,2094
Cl : H	=	35,246 : 1:		35,231	35,263
Ag : O	=	6,7685 : 1:		6,765	6,771
Ag : H	=	108,02 : 1:		107,97	108,07.

f) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 134; Liebig's Ann. **113**, 21).

Reines gekörntes Silber wurde in einer Röhre im Chlorstrom verbrannt und das geschmolzene Chlorsilber gewogen.

---

*) Mit Ausschluss eines schon von *Marignac* selbst beanstandeten Versuches, der ergab:

Ag : AgCl = 64,905 : 86,210 = 1 : 1,32825.

				Min.:	Max.:
(w. G.) Ag : AgCl	=	29,930 : 39,769 [2]			
	=	1 : 1,32875;		1,3287	1,3288
Cl : O	=	2,2176 : 1;		2,2172	2,2179
Cl : H	=	35,393 : 1;		35,388	35,398
Ag : O	=	6,740 : 1:		6,739	6,741
Ag : H	=	107,575 : 1;		107,558	107,590.

g) *Stas*, 1860 (Rapports p. 38; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 173).

Durch Verbrennen von Silber im Chlorgase.

				Min.:	Max.:
(w. G.) Ag : AgCl	=	262,8484 : 349,1748 [3]			
	=	1 : 1,328426;		1,32841	1,32843
Cl : O	=	2,21545 : 1;		2,21532	2,21545
Cl : H	=	35,3587 : 1:		35,3565	35,3587
Ag : O	=	6,7468 : 1:		6,7468	6,7472
Ag : H	=	107,679 : 1:		107,679	107,686.

Durch Auflösen des Silbers in Salpetersäure, Fällen durch Chlorwasserstoffgas, Eindampfen und Schmelzen des Chlorsilbers in Chlorwasserstoffgas, das sodann durch Luft verdrängt wurde (a. a. O. p. 42, bez. S. 175).

				Min.:	Max.:
(w. G.) Ag : AgCl	=	508,200 : 675,127 [2]			
	=	1 : 1,32847;		1,32846	1,32849
Cl : O	=	2,21572 : 1:		2,21566	2,21586
Cl : H	=	35,3630 : 1;		35,362	35,365
Ag : O	=	6,7460 : 1;		6,7456	6,7462
Ag : H	=	107,666 : 1;		107,660	107,670.

Durch Lösen in Salpetersäure, Fällen mittelst wässriger Salzsäure, Auswaschen des Chlorsilbers und Schmelzen desselben in Chlorwasserstoffgas; das Waschwasser wurde zur Gewinnung der in demselben enthaltenen Spuren von Chlorsilber eingedampft (a. a. O. p. 44, resp. S. 176).

(w. G.) Ag : AgCl	=	99,9925 : 132,8382 [1]	
	=	1 : 1,32848:	
Cl : O	=	2,21579 : 1:	
Cl : H	=	35,364 : 1:	
Ag : O	=	6,7458 : 1:	
Ag : H	=	107,663 : 1.	

Durch Auflösen in Salpetersäure, Fällen durch Salmiak an Stelle der Salzsäure, sonst wie bei dem vorstehenden Versuche.

(w. G.)	Ag : AgCl	=	98,3140 : 130,602 [1]	
		=	1 : 1,32842;	
	Cl : O	=	2,21539 : 1;	
	Cl : H	=	35,358 : 1;	
	Ag : O	=	6,7470 : 1;	
	Ag : H	=	107,683 : 1.	

Das Mittel aus den nach diesen vier verschiedenen Methoden gewonnenen Resultaten ist:

(w. G.)	Ag : AgCl	=	1 : 1,328447;
	Cl : O	=	2,21557 : 1;
	Cl : H	=	35,3605 : 1;
	Ag : O	=	6,7465 : 1;
	Ag : H	=	107,674 : 1.

Sämmtliche sieben Versuche zusammen genommen, ergaben, damit fast identisch, aus 969,3548 g Silber 1287,7420 g Chlorsilber, d. i.

(w. G.) Ag : AgCl = 1 : 1,32845.

Stas hält aber den grössten Werth für den richtigsten (a. a. O. p. 45), also:

(w. G.) Ag : AgCl = 1 : 1,32849,

oder, da die letzte Ziffer unsicher:

(w. G.)	Ag : AgCl	=	1 : 1,3285;
	Cl : O	=	2,2159 : 1;
	Cl : H	=	35,365 : 1;
	Ag : O	=	6,74560 : 1;
	Ag : H	=	107,660 : 1;

Zur Berechnung gewöhnlicher Analysen erhält man aus dieser Zahl für Wägungen in Luft:

(s. G.)	AgCl : Ag	=	1,3283 : 1;
	Cl : O	=	2,2146 : 1;
	Cl : H	=	35,345 : 1;
	Ag : O	=	6,7495 : 1;
	Ag : H	=	107,72 : 1.

Nr. 42. Bromsilber, AgBr.

a) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 360; Berz Lb. **3**, 1195; Str. 53).

Das in Salpetersäure gelöste Silber wurde in zwei Bestimmungen mit Bromkalium, in der dritten mit Brombaryum gefällt; die Bromide waren aus den entsprechenden, sehr sorgfältig gereinigten Bromaten gewonnen worden.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	Ag : AgBr	=	60,120 : 104,648 [3]		
		=	1 : 1,74065;	1,74055	1,74072
(w. G.)	Ag : AgBr	=	1 : 1,74077		
(s. G.)	Br : O	=	4,9961 : 1;	4,9955	4,9966
	Br : H	=	79,738 : 1;	79,728	79,746
	Ag : O	=	6,7470 : 1;	6,7464	6,7480
	Ag : H	=	107,683 : 1;	107,673	107,697.
(w. G.)	Br : O	=	4,9969 : 1;		
	Br : H	=	79,751 : 1;		
	Ag : O	=	6,7460 : 1;		
	Ag : H	=	107,666 : 1.		

b) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 158; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 157).

α) »Synthese des Bromsilbers durch Differenz«. Wägung des Silbers und des aus demselben gebildeten Bromsilbers.

(w. G.)	Ag : AgBr	=	53,1958 : 92,6042 [1]
		=	1 : 1,74083;
	Br : O	=	4,99735 : 1;
	Br : H	=	79,758 : 1;
	Ag : O	=	6,7454 : 1;
	Ag : H	=	107,657 : 1.

β) »Vollständige Synthese«. Wägung des Silbers, des Bromes und des aus beiden gebildeten Bromsilbers (a. a. O. p. 171, bez. S. 170).

				Min.:	Max.:
(w. G.)	Ag : Br : AgBr	=	210,5711 : 156,0098 : 366,5639 [4]		
	Ag : Br	=	1 : 0,74089;	0,74084	0,74097
	Br : O	=	4,9978 : 1;	4,9974	4,9983
	Br : H	=	79,764 : 1;	79,759	79,773
	Ag : O	=	6,7449 : 1;	6,7441	6,7453
	Ag : H	=	107,648 : 1;	107,636	107,655
(w. G.)	Ag : AgBr	=	1 : 1,74081;	1,74079	1,74083
	Br : O	=	4,99721 : 1;	4,99707	4,99735
	Br : H	=	79,755 : 1;	79,753	79,758
	Ag : O	=	6,74560 : 1;	6,7454	6,7458
	Ag : H	=	107,660 : 1;	107,657	107,663.

Die Summe der Gewichte des Silbers und des Bromes war in jedem Versuche ein wenig grösser als das des erhaltenen Bromsilbers. Dieser Unterschied war am geringsten in den Versuchen, in welchen eine ganz ausserordentliche Sorgfalt ange-

wendet wurde, um dem Brom die letzten Spuren Wasser zu entziehen. Es ist daher die Berechnung aus dem Gewichte des Bromsilbers vorzuziehen. Man erhält so als Summe aller fünf Bestimmungen nach dieser Methode:

(w. G.)	Ag : AgBr	=	263,7669 : 459,1681	[5]
		=	1 : 1,74081;	
	Br : O	=	4,99721 : 1;	
	Br : H	=	79,7554 : 1;	
	Ag : O	=	6,74560 : 1;	
	Ag : H	=	107,660 : 1.	

Ferner hat man für die scheinbaren Gewichte die Werthe:

(s. G.)	AgBr : Br	=	1,7407 : 1;
	Br : O	=	4,996 : 1;
	Br : H	=	79,744 : 1;
	Ag : O	=	6,7466 : 1;
	Ag : H	=	107,68 : 1.

Nr. 43. Jodsilber, AgJ.

a) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 363; Berz. JB. **24**, 75; Berz. Lb. **3**, 1196).

Silber wurde unter Vermeidung von Verlust in Salpetersäure gelöst und durch Jodkalium gefällt.

					Min.:	Max.:
(s. G.)	Ag : AgJ	=	48,335*) : 105,134	[3]		
		=	1 : 2,1751;		2,1750	2,1752
(w. G.)	Ag : AgJ	=	1 : 2,17534;			
(s. G.)	J : O	=	7,9268 : 1;		7,9261	7,9274
	J : H	=	126,512 : 1;		126,500	126,522
	Ag : O	=	6,7441 : 1;		6,7433	6,7447
	Ag : H	=	107,635 : 1;		107,623	107,645.
(w. G.)	J : O	=	7,92837 : 1;			
	J : H	=	126,537 : 1;			
	Ag : O	=	6,74560 : 1;			
	Ag : H	=	107,660 : 1.			

b) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 135, 152; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 136).

α) Durch Wägung des Silbers und des Jodsilbers:

*) In Berz. Lehrb. **3**, 1196 ist die Summe des Silbers zu 48,339 angegeben.

			Min.:	Max.:
(w. G.) Ag : AgJ	= 141,1196 : 306,9799*) [2]			
	= 1 : 2,17532:		2,17529	2,17536
J : O	= 7,92823 : 1:		7,92803	7,92850
J : H	= 126,535 : 1:		126,531	126,539
Ag : O	= 6,7457 : 1:		6,7455	6,7459
Ag : H	= 107,662 : 1:		107,658	107,664.

β) Durch Wägung des Silbers und des Jodes:

(w. G.) Ag : J	= 24,4649 : 28,7552 [1]
	= 1 : 1,17537;
J : O	= 7,92857 : 1:
J : H	= 126,540 : 1;
Ag : O	= 6,74543 : 1;
Ag : H	= 107,657 : 1.

γ) Durch Wägung des Silbers, des Jodes und des Jodsilbers:

			Min.:	Max.:
(w. G.) Ag : J : AgJ	= 324,2571 : 381,1262 : 705,3718 [5]			
Ag : J	= 1 : 1,17538:		1,17530	1,17543
J : O	= 7,9286 : 1;		7,9281	7,9290
J : H	= 126,541 : 1;		126,532	126,546
Ag : O	= 6,7454 : 1:		6,7451	6,7458
Ag : H	= 107,656 : 1:		107,651	107,663
Ag : AgJ	= 1 : 2,17535:		2,17529	2,17539
J : O	= 7,92843 : 1:		7,92803	7,92870
J : H	= 126.538 : 1:		126,531	126,542
Ag : O	= 6,7455 : 1;		6,7453	6,7459
Ag : H	= 107,659 : 1:		107,655	107,664.

Aus sämmtlichen Wägungen von Silber und Jod folgt:

(w. G.) Ag : J	= 348,7224 : 409,8814 [6]
J : O	= 7,9286 : 1:
J : H	= 126,541 : 1;
Ag : O	= 6,7454 : 1:
Ag : H	= 107,656 : 1.

Aus sämmtlichen Wägungen von Silber und Jodsilber ergibt sich, kaum abweichend:

(w. G.) Ag : AgJ	= 465,3767 : 1012,3517 [7]
	= 1 : 2,17534;
J : O	= 7,92837 : 1;
J : H	= 126,537 : 1;
Ag : O	= 6,74560 : 1:
Ag : H	= 107,660 : 1.

*) A. a. O. p. 135, bez. S. 136, Vers. IIe lis 94,6894 statt 94,6984.

In der Luft gewogen ist:

(s. G.) J : Ag	=	1,1750	: 1;	
Ag : AgJ	=	1	: 2,1746;	
J : O	=	7,9266	: 1;	
J : H	=	126,50	: 1;	
Ag : O	=	6,7476	: 1;	
Ag : H	=	107,69	: 1.	

Nr. 44. Schwefelsilber, Ag_2S.

a) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 147; Liebig's Ann. **113**, 24).

Der Dampf des reinen Schwefels wurde über das zum Rothglühen erhitzte Silber geleitet; der überschüssige Schwefel wurde im Kohlensäurestrom abdestillirt. Das entstandene Schwefelsilber war stets krystallinisch und völlig homogen.

					Min.:	Max.:
(w. G.) Ag_2 : Ag_2S	=	112,1943	: 128,8288	[5]		
	=	2	: 2,2965;		0,2963	0,2968
S : O	=	2,0003	: 1;		1,9986	2,0022
S : H	=	31,924	: 1;		31,897	31,956.

b) *Stas*, 1860 (Rapports p. 53; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 179).

Durch Synthese mittelst Einwirkung von Schwefel oder von Schwefelwasserstoff auf Silbermetall.

					Min.:	Max.:
(w. G.) Ag_2 : Ag_2S	=	754,5469	: 866,60933	[5]		
	=	2	: 2,29704;		2,29698	2,29708
S : O	=	2,00371	: 1;		2,00331	2,00398
S : H	=	31,979	: 1;		31,973	31,984.

Für Wägungen in der Luft ergibt sich, kaum abweichend:

(s. G.) Ag_2 : Ag_2S	=	2	: 2,2970;
S : O	=	2,00344	: 1;
S : H	=	31,975	: 1.

Nr. 45. Silbersulfat, Ag_2SO_4.

a) *H. Struve*, 1851 (Öfvers. Ak. Förh. **6**, 164; Svanberg's Fortsetzung von Berz. JB. **30**, 20; Liebig's Ann. **80**, 203).

Das durch Fällen von Silbernitrat mit Schwefelsäure erhaltene Sulfat wurde durch Wasserstoff reducirt.

					Min.:	Max.:
(s. G.) Ag_2SO_4 : Ag_2	=	49,7087	: 34,4121	[6]		
	=	2,8890	: 2;		2,8883	2,8897
S : O	=	1,99684	: 1;		1,9924	2,0014
S : H	=	31,87	: 1;		31,80	31,94.

b) *Stas*, 1860 (Rapports p. 125; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 218).

Durch Reduction des Silbersulfats mittelst Wasserstoffs.

					Min.:	Max.:
(w. G.) $Ag_2SO_4 : Ag_2$	=	416,164	:	288,000 [6]		
	=	1,44501	:	1:	1,44490	1,44515
$S : O$	=	2,0037	:	1:	2,0022	2,0056
$S : H$	=	31,98	:	1:	31,96	32,01.

Sehr nahe die gleichen Zahlen gelten für Wägungen in der Luft:

(s. G.) $Ag_2SO_4 : Ag_2$	=	1,44502	:	1:
$S : O$	=	2,0039	:	1:
$S : H$	=	31,98	:	1.

Nr. 46. Silberselenit, Ag_2SeO_3.

Otto Pettersson und *Gustav Ekman*, 1876 (Vorgel. d. Kön. Soc. der Wissensch. zu Upsala 13. Mai 1876; Bull. soc. chim. [2] **27**, 205; Fres. Zeitschr. **16**, 264; Ber. D. chem. Ges. **9**, 1210).

Das durch Glühen des selenigsauren Silbers erhaltene Metall wurde gewogen.

In fünf Versuchen zeigte sich das erhaltene Silber nicht völlig frei von Selen, doch war die Reaction so schwach, dass, wie die Verff. durch Controlversuche fanden, die vorhandene Menge desselben keinen Einfluss auf das Resultat ausüben konnte.

					Min.:	Max.:
$Ag_2SeO_3 : Ag_2$	=	47,2537	:	29,7501 [7]		
	=	3,1767	:	2:	3,1757	3,1782
$Se : O$	=	4,938	:	1:	4,931	4,948
$Se : H$	=	78,80	:	1:	78,70	78,96.

Nr. 47. Silbernitrat, $AgNO_3$.

a) *L. Gmelin*; ? (von *Marignac* citirt in Liebig's Ann. **59**, 289).

					Min.:	Max.:
$Ag : AgNO_3$	=	1 : 1,5743 bis 1,5762				
$N : O$	=	0,8804	:	1:	0,8740	0,8868
$N : H$	=	14,05	:	1:	13,95	14,15.

b) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 365; Liebig's Ann. **59**, 289; Berz. Lb. **3**, 1184).

Silber wurde in Salpetersäure gelöst, das von den Dämpfen übergerissene Metall als Chlorsilber gewogen und abgerechnet; das Nitrat wurde längere Zeit in einem Strome trockener Luft geschmolzen.

					Min.:	Max.:
s. G.) $Ag : AgNO_3$	=	463,607	:	729,859 [5]		
	=	1	:	1,5743;	1,5740	1,5745

			Min.:	Max.:
(w. G.)	Ag : $AgNO_3$ =	1 : 1,57455		
(s. G.)	N : O =	0,8740 : 1;	0,8720	0,8751
	N : H =	13,949 : 1;	13,918	13,967.
(w. G.)	N : O =	0,87568 : 1;		
	N : H =	13,976 : 1.		

c) *Stas*, 1860, 1865 (Rapports p. 50; Nouv. Rech. p. 281; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 305).

Durch Ueberführung des Silbers in Nitrat; das letztere wurde vor der Wägung bei einer den Schmelzpunkt des Salzes fast erreichenden Temperatur getrocknet.

Versuche von 1860:

(w. G.) Ag : $AgNO_3$ = 1582,240 : 2491,758 [7] *)

		Min.:	Max.:
	= 1 : 1,5748;	1,5747	1,5751
	N : O = 0,87757 : 1;	0,8768	0,8794
	N : H = 14,006 : 1;	13,993	14,035.

Versuche von 1865:

(w. G.) Ag : $AgNO_3$ = 218,6183 : 344,3155 [2]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 1,57496;	1,574959	1,574963
	N : O = 0,87845 : 1;	0,87844	0,87847
	N : H = 14,0200 : 1;	14,0199	14,0204.

Durch Vergleichung des Silbers mit dem geschmolzenen Nitrate wurde gefunden,

im Jahre 1860:

(w. G.) Ag : $AgNO_3$ = 1582,240 : 2491,550 [7]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 1,57470;	1,57463	1,57481
	N : O = 0,8767 : 1;	0,8762	0,8774
	N : H = 13,992 : 1;	13,985	14,004

und 1865:

(w. G.) Ag : $AgNO_3$ = 218,6183 : 344,2882 [2]

		Min.:	Max.:
	= 1 : 1,57484;	1,57480	1,57488
	N : O = 0,87764 : 1;	0,87737	0,87791
	N : H = 14,007 : 1;	14,003	14,011.

Da das geschmolzene Salz keine Gewichtsänderung erfährt, wenn es unter den a. a. O. angegebenen Bedingungen selbst lange Zeit im Flusse erhalten wird, so gibt *Stas* den letzteren Zahlen den Vorzug. Das 1865 angewandte Silber war ohne

*) Ein weiterer Versuch (Nr. VII der Tabelle) ist von *Stas* selbst von der Berechnung des Mittels ausgeschlossen worden.

Rückstand flüchtig, das von 1860 enthielt noch eine kaum merkbare Spur von Silicium. Wie *Stas* (1865 a. a. O. p. 282, bez. S. 316) ausführt, liegt der richtige Werth zwischen beiden Wägungen und zwar dürfte unter den so wenig von einander abweichenden Zahlen der für das geschmolzene Salz erhaltene Maximalwerth

$$Ag : AgNO_3 = 1 : 1,57488$$

der Wahrheit am nächsten kommen. Darnach ist

$$\begin{array}{lll} \text{(w. G.)} & N : O = 0,87791 : 1; \\ & N : H = 14,011 : 1. \end{array}$$

Für Wägungen in der Luft ergibt sich aus denselben Versuchen:

$$\begin{array}{lll} \text{(s. G.)} & Ag : AgNO_3 = 1 : 1,5746; \\ & N : O = 0,8760 : 1; \\ & N : H = 13,98 : 1. \end{array}$$

Nr. 48. Silberacetat, $AgC_2H_3O_2$.

Marignac, 1846 (Arch. phys. nat. (1846) **1**, 53: Liebig's Ann. **59**, 287).

Durch Glühen des Salzes, unter Vermeidung eines Verlustes an Silber*), wurde erhalten:

			Min.:	Max.:
(w. G.) $AgC_2H_3O_2$: Ag	= 77,653 : 50,213 [3]			
	= 1,54645 : 1;		1,54641	1,54653
$C_2H_3O_2$: O	= 3,68614 : 1;		3,68587	3,68667
C : O	= 0,7491 : 1;		0,7490	0,7494
C : H	= 11,955 : 1;		11,953	11,960.

B. Verhältniss von Silberverbindungen zu einander.

Vorbemerkung: Zur Berechnung auf die Einheit werden nachfolgende Beziehungen als bekannt vorausgesetzt (vergl. S. 52, 56 und Atomgewichtstafel).

$$\begin{array}{l} \mathbf{Ag : O = 6,7456 : 1;} \\ \mathbf{AgCl : O = 8,96146 : 1.} \end{array}$$

Nr. 49. Bromsilber, AgBr : AgCl.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 162; Liebig's Ann. **113**, 28).

Das Bromsilber war aus Brom, dem durch Digeriren mit Bromsilber das Chlor entzogen war, dargestellt und wurde durch

*) Es ist von *Liebig* und *Redtenbacher* (Liebig's Ann. **38**, 134) der Silbergehalt verschiedener organischer Silbersalze durch Glühen ermittelt wor-

trockenes Chlorgas in Chlorsilber umgewandelt. Im ersten Versuche wurde nicht geschmolzenes, für die beiden letzten geschmolzenes Bromsilber verwendet.

				Min.:	Max.:
(w. G. ?)	AgBr : AgCl	= 12,034 : 9,185 [3]			
		= 1,3103 : 1:		1,3097	1,3109
	AgBr : O	= 11,742 : 1:		11,737	11,748
	Br : O	= 4,997 : 1:		4,991	5,002
	Br : H	= 79,745 : 1:		79,659	79,830.

Nr. 50. Jodsilber, AgJ : AgCl.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 163; Liebig's Ann. **105**, 91; **113**, 28).

Reines Jod wurde in Jodzink übergeführt und aus diesem Jodsilber dargestellt, das durch trockenes Chlorgas in Chlorsilber übergeführt wurde. Das Jodsilber war vorher geschmolzen worden.

				Min.:	Max.:
(w. G. ?)	AgJ : AgCl	= 10,531 : 6,430 [2]			
		= 1,6378 : 1;		1,6377	1,6380
	AgJ : O	= 14,677 : 1;		14,676	14,679
	J : O	= 7,9315 : 1;		7,9306	7,9333
	J : H	= 126,59 : 1:		126,57	126,61.

Nr. 51. Schwefelsilber, Ag_2S : AgCl.

a) *Berzelius*, 1845 (Pogg. Ann. **65**, 319; Öfvers. Ak. Förh. 1845, Nr. 334; Lehrb. **3**, 1188).

Trockenes Chlorsilber wurde in trockenem Schwefelwasserstoffgase nicht ganz auf seinen Schmelzpunkt erhitzt.

				Min.:	Max.:
(s. G.)	$2AgCl : Ag_2S$	= 38,9388 : 33,7395 [4]			
		= 2 : 1,733;		1,730	1,740
	$Ag_2S : O$	= 15,530 : 1:		15,502	15,590
	S : O	= 2,039 : 1:		2,011	2,099
	S : H	= 32,53 : 1:		32,09	33,50.

b) *Svanberg* und *Struve* 1848 (J. pr. Chem. **44**, 320).

Ebenso. Die Verfasser geben an, es sei beim Lösen des Endproduktes in Salpetersäure etwas Chlorsilber übrig geblieben, daher das aus dem Versuche berechnete Atomgewicht für S etwas zu hoch.

(s. G.)	$2AgCl : Ag_2S$	= 5,5967 : 4,8395 [1]	
		= 2 : 1,72941	
	$Ag_2S : O$	= 15,498 : 1;	
	S : O	= 2,007 : 1:	
	S : H	= 32,03 : 1.	

den. Diese Bestimmungen sind aber, wie *Marignac* nachgewiesen hat, mit einem constanten Fehler behaftet, da etwas Silber von den Zersetzungsproducten mit fortgerissen wurde.

Nr. 52. Selensilber, $AgSe_2 : AgCl$.

Berzelius, 1818 (Schweigg. J. **23**, Str. 103).

Das durch Einleiten von Selenwasserstoff in Silberlösung gefällte Selensilber wurde in Chlorsilber übergeführt.

(s. G.) Ag_2Se : $2AgCl$	=	1,888	: 1,844	[1]
	=	2,048	: 2;	
Ag_2Se : O	=	18,353	: 1:	
Se : O	=	4,862	: 1;	
Se : H	=	77,59	: 1.	

Ueber eine Controle dieses Versuches s. unten Nr. 92.

Nr. 53. Silberchromat, $Ag_2CrO_4 : AgCl$.

Berlin, 1845 (Öfvers. Ak. Förh. 1845, Nr. 4, 90; J. pr. Chem. **38**, 145; Liebig's Ann. **56**, 207; **60**, 183; Pogg. Ann. **67**, 258; Berz. Lb. **3**, 1206).

Das Salz wurde durch Alkohol und Salzsäure reducirt: im Filtrate wurde das Oxyd bestimmt, indem der beim Eindampfen mit einem Ueberschuss von Ammoniak bleibende Rückstand mit siedendem Wasser gewaschen und geglüht wurde. Das Chlorsilber wurde nach dem Auswaschen mit Königswasser behandelt, um es weiss zu erhalten.

Ag_2CrO_4 : $2AgCl$: $\frac{1}{2}Cr_2O_3$	=	12,7838	: 11,0260	: 2,9429	[4]
	=	2,3188	: 2	: 0,5338	
	Min.:	2,3177		0,5330	
	Max.:	2,3207		0,5341	
Ag_2CrO_4 : Cr_2O_3 : O	=	20,780	: 9,567	: 1:	
	Min.:	20,770	9,553		
	Max.:	20,797	9,573		
Cr : Cr : O	=	3,289	: 3,284	: 1:	
	Min.:	3,279	3,276		
	Max.:	3,306	3,286		
Cr : Cr : H	=	52,487	: 52,407	: 1.	
	Min.:	52,33	52,29		
	Max.:	52,76	52,45.		

Ein weiterer Versuch, bei dem Silberparachromat verwendet, im Uebrigen aber entsprechend verfahren wurde, ergab:

$Ag_2Cr_2O_7$: $2AgCl$: Cr_2O_3	=	4,3350	: 2,8692	: 1,530	[1]
	=	3,0217	: 2	: 1,0663	
$Ag_2Cr_2O_7$: Cr_2O_3 : O	=	27,079	: 9,5556	: 1:	
Cr : Cr : O	=	3,294	: 3,278	: 1:	
Cr : Cr : H	=	52,569	: 52,314	: 1.	

Vergleiche ferner oben

Nr. 35. Silberchlorat, $AgClO_3$: AgCl, S. 47.
Nr. 36. Silberbromat, $AgBrO_3$: AgBr, S. 47.
Nr. 37. Silberjodat, $AgJO_3$: AgJ, S. 47.

C. Beziehung anderer Elemente und ihrer Verbindungen zu Silber und Silberverbindungen.

Vorbemerkung: Nächst der Beziehung von Silber zu Sauerstoff:

$$Ag : O = 6{,}7456 : 1$$

werden in einzelnen Fällen als bekannt vorausgesetzt die Beziehungen:

$$\begin{aligned} H : O &= 0{,}06265 : 1; \\ H_2O : O &= 1{,}1253 : 1; \\ K : O &= 2{,}44559 : 1; \\ AgCl : O &= 8{,}96146 : 1; \\ AgNO_3 : O &= 10{,}62351 : 1; \\ S : O &= 2{,}00372 : 1; \\ Cl : O &= 2{,}21586 : 1; \\ Br : O &= 4{,}99721 : 1; \\ J : O &= 7{,}92837 : 1. \end{aligned}$$

Aus Familie I, Gruppe A: Li, Na, K, Rb, Cs; *B* : Cu.

Nr. 54. Lithium, Li.

a) *Arfvedson*, 1817 (Schweigg. J. **22**, 93; ref. v. *Berz.* in Pogg. Ann. **8**, 189).

LiCl : AgCl	=	420,4	: 1322,4	Thln. [?]
	=	0,3179	: 1;	
LiCl : O	=	2,8489	: 1;	
Li : O	=	0,633	: 1;	
Li : H	=	10,10	: 1.	

b) *Mallet*, 1857 (Sill. Am. J. [2] **22**, 349; Liebig's Ann. **101**, 370; Str. 82).

Durch Analyse des geschmolzenen Chlorlithiums.

					Min.:	Max.:
LiCl : AgCl	=	15,7832	: 53,3707	[2]		
	=	0,29573	: 1;		0,29572	0,29574
LiCl : O	=	2,65015	: 1;		2,65007	2,65021
Li : O	=	0,43429	: 1;		0,43421	0,43435
Li : H	=	6,931	: 1;		6,930	6,932.

Aus diesem Chlorlithium wurde das Carbonat dargestellt und aus diesem wieder das Chlorid.

LiCl : Ag	= 3,9942	: 10,1702	[1]	
	= 0,39274	: 1	:	
LiCl : O	= 2,649	: 1	:	
Li : O	= 0,4334	: 1	:	
Li : H	= 6,917	: 1.		

Nach *Troost* (a. nachst. a. O.) verliert das Lithiumchlorid beim Glühen an der Luft etwas Chlor, wesshalb er die Resultate *Mallet's* für etwas zu hoch hält.

c) *Troost*, 1857 (Ann. chim. phys. [3] **51**, 108; Fres. Zeitschr. **1**, 402).

Das aus dem Carbonate dargestellte Chlorid wurde in einem Platinschiffchen in ein böhmisches Glasrohr geschoben und im trockenen Chlorwasserstoffgase erhitzt. (Ueber die angebliche Constanz des Gewichtes des in HCl geschmolzenen Salzes vgl. Stas, Nouv. Rech. p. 258: Untersuch. S. 287).

				Min.:	Max.:
LiCl : AgCl	= 4,059	: 13,720	[2]		
	= 0,29585	: 1	;	0,2957	0,2961
LiCl : O	= 2,6512	: 1	:	2,6499	2,6535
Li : O	= 0,4354	: 1	:	0,4340	0,4376
Li : H	= 6,949	: 1	:	6,927	6,984.

d) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 268: Stas-Aronstein, Untersuch. S. 296).

Das Chlorlithium war aus Carbonat dargestellt, das theils durch Fällen des Nitrats mit Ammoniumcarbonat, theils durch Ausfällen aus der Lösung des sauren Carbonats mittelst Erwärmens erhalten war. Das Chlormetall wurde erst in Chlorwasserstoff, dann in trockenem Stickstoff geschmolzen.

					Min.:	Max.:
(w. G.)	LiCl : Ag	= 25,7714 *)	: 65,4775	[3]		
		= 0,39359	: 1	;	0,39356	0,39361
	LiCl : O	= 2,6550	: 1	:	2,6548	2,6551
	Li : O	= 0,43914	: 1	:	0,43894	0,43927
	Li : H	= 7,0087	: 1	:	7,0055	7,0108.

Nr. 55. Natrium, Na.

a) *Berzelius*, 1826 ? (Pogg. Ann. **8**, 189; Lehrb. **3**, 1229).

»100 Theile Chlornatrium geben 244,6 Theile Chlorsilber«.

(s. G.) NaCl : AgCl	= 100	: 244,6	[1]	
	= 0,40883	: 1	:	
NaCl : O	= 3,66370	: 1	:	
Na : O	= 1,448	: 1	:	
Na : H	= 23,108	: 1.		

*) A. a. O. ist in Vers. II, Spalte 1 und 2 der Tabelle zu lesen: 6,9214 und 6,9210 statt 6,0214 und 6,0210.

b) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047; Liebig's Ann. **56**, 202; Berz. Lb. **3**, 1231).

Chlornatriumlösung wurde durch Silberlösung zersetzt.

			Min.:	Max.:
NaCl : Ag	= 0,54138	: 1;	0,54125	0,54158
NaCl : O	= 3,6519	: 1;	3,6511	3,6533
Na : O	= 1,4361	: 1;	1,4355	1,4374
Na : H	= 22,920	: 1;	22,906	22,941.

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 182; Liebig's Ann. **113**, 31).

Das Chlornatrium war theils durch zehnmaliges Umkrystallisiren gereinigt, theils aus dem Glührückstande von Natriumacetat erhalten, viermal umkrystallisirt und dann geschmolzen.

			Min.:	Max.:
(w. G.) NaCl : Ag	= 28,7875	: 53,1375 [7]		
	= 0,5418	: 1;	0,5410	0,5421
NaCl : O	= 3,655	: 1;	3,649	3,657
Na : O	= 1,439	: 1;	1,434	1,441
Na : H	= 22,965	: 1;	22,879	22,997.

d) *Stas*, 1860 (Rapports p. 78; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 274).

			Min.:	Max.:
(w. G.) NaCl : Ag	= 85,03122	: 156,8611 [10]		
	= 0,542080	: 1;	0,542060	0,542093
NaCl : O	= 3,65665	: 1;	3,65652	3,65674
Na : O	= 1,44079	: 1;	1,44066	1,44088
Na : H	= 22,9950	: 1;	22,993	22,996.

Für die scheinbaren Gewichte ergeben dieselben Versuche:

(s. G.) NaCl : Ag	= 0,5418	: 1;
NaCl : O	= 3,6548	: 1;
Na : O	= 1,4402	: 1;
Na : H	= 22,985	: 1.

Nr. 56. Kalium, K.

a) *Berzelius*, 1813 (Pogg. Ann. **8**, 17, wo die Berechnung des Chloratomes, und **8**, 190, wo die des Kaliumatomes auf die Versuche basirt wird).

»100 Theile Chlorkalium gaben 192,4 Theile Chlorsilber«.

(s. G.) KCl : AgCl	= 1 : 1,924	[?]
(w. G.)*)	= 0,51997	: 1;
KCl : O	= 4,6597	: 1;
K : O	= 2,4438	: 1;
K : H	= 39,004	: 1.

*) s. *Marignac*, Liebig's Ann. **44**, 22. Daselbst S. 21 lies 192,4 statt 194,2.

b) *Pelouze*, 1843 (Berz. Lb. **3**, 1231, Zusatz. Ohne jede nähere Zahlenangabe).

»Als Mittelzahl von drei Versuchen wurde für das Chlorkalium das Atomgewicht 932,50 gefunden. Versuche von *Levol* hatten 932,59 gegeben. Das hiernach berechnete Atomgewicht des Kaliums ist 489,30« (K = 79,09). Wohl identisch mit den Versuchen Nr. 32[d] S. 44).

$$\begin{aligned} KCl : O &= \frac{9,325}{2} : 1; \\ &= 4,6625 : 1; \\ K : O &= 2,44664 : 1: \\ \hline K : H &= 39,04839 : 1. \end{aligned}$$

c) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 352; Berz. Lb. **3**, 1192).

(Mit Ausschluss des zweiten, sehr abweichenden Versuches, s. Stas, Rapports p. 129).

					Min.:	Max.:
(s. G.)	KCl : Ag	= 65,9976	: 95,5458	[5]		
		= 0,69064	: 1:		0,69063	0,69067
(w. G.)	KCl : Ag	= 0,69100	: 1:		0,69099	0,69103
	KCl : O	= 4,66121	: 1:		4,66114	4,66141
	K : O	= 2,44535	: 1:		2,44528	2,44555
	K : H	= 39,0277	: 1:		39,027	39,031.

d) *Derselbe*, 1843 (a. a. O. p. 353; mit Einschluss von zwei 1842 in Liebig's Ann. **44**, 11 veröffentlichten Versuchen: in Berz. Lb. **3**, 1192 finden sich alle fünf Versuche angeführt, aber die Summe des KCl = 76,896).

					Min.:	Max.:
(s. G.)	KCl : AgCl	= 76,836	: 147,793	[5]		
		= 0,51989	: 1:		0.51983	0,51994.
(w. G.)	KCl : AgCl	= 0,52010	: 1:			
	KCl : O	= 4,66085	: 1:			
	K : O	= 2,4450	: 1:			
	K : H	= 39,022	: 1.			

e) *Derselbe*, zu ders. Zeit (a. a. O. p. 365; Berz. Lb. **3**, 1185).

					Min.:	Max.:
(s. G.)	KCl : $AgNO_3$	= 21,107	: 48,121	[6[		
		= 0,43862	: 1;		0,43842	0,43877.
(w.G.)	KCl. : $AgNO_3$	= 0,43878	: 1;			
	KCl : O	= 4,66139	: 1:			
	K : O	= 2,4455	: 1:			
	K : H	= 39,031	: 1.			

f) *Maumené*, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **18**, 63; Liebig's Ann. **60**, 179).

Geschmolzenes Chlorkalium wurde in einem Ballon durch Silbernitrat gefällt, das Chlorsilber ausgewaschen und geschmolzen.

						Min.:	Max.:
(s. G.) KCl : AgCl	=	29,8065	:	57,456	[3]		
	=	0,51877	:	1;		0,51866	0,51889
KCl : O	=	4,6489	:	1;		4,6480	4,6500
K : O	=	2,4331	:	1;		2,4321	2,4342
K : H	=	38,832	:	1:		38,817	38,849.

g) *Stas*, 1857 (Rapports p. 69; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 256).

Sowohl das Chlorkalium, als auch das Silber, welches zu den Versuchen dieser und der nächsten Reihe dienten, waren nach den verschiedensten Methoden dargestellt.

Erste Reihe:

						Min.:	Max.:
(w. G.) KCl : Ag	=	37,2500	:	53,9046	[5]		
	=	0,691036	:	1;		0,69102	0,69105
KCl : O	=	4,66145	:	1;		4,66134	4,66155
K : O	=	2,44559	:	1;		2,44548	2,44569
K : H	=	39,0316	:	1;		39,0300	39,0331.

h) *Derselbe*, 1860 (a. a. O. p. 70, resp. S. 257).

Zweite Reihe:

						Min.:	Max.:
(w. G.) KCl : Ag	=	115,71457	:	167,45079	[19]		
	=	0,69103	:	1;		0,69099	0,69107
KCl : O	=	4,66141	:	1;		4,66114	4,66168
K : O	=	2,44555	:	1;		2,4453	2,4458
K : H	=	39,0310	:	1;		39,0266	39,0353.

Anm. zu Reihe I:

Die Abweichungen der einzelnen Bestimmungen vom Mittel betragen nur wenige Einheiten der fünften Stelle. Ungefähr eben so gross kann auch der Einfluss sein, den ein für die meisten ähnlichen Versuche verschwindend kleiner Gehalt des Chlorkaliums an Kieselerde auszuüben vermag, und der sich auf keine Weise, trotz der sorgfältigsten Bemühungen, entfernen liess. Das Chlorkalium hinterliess 2 bis 6 Hunderttausendtheile seines Gewichtes an Kieselerde und Silicat, wenn es im Stickstoffstrome verflüchtigt wurde. Der Einfluss dieser sehr geringen Verunreinigung wird nur zum Theil dadurch aufgewogen, dass auch das Silber nicht ganz völlig frei war von fremden Beimengungen, die aber höchstens $\frac{2}{100\,000}$ seines Gewichtes betrugen. Nimmt man die Beimengungen im KCl im Mittel zu $\frac{4}{100\,000}$ an, so wird der Einfluss derselben zur Hälfte durch die des Silbers compensirt, und man erhält, kaum abweichend von den unmittlbare erhaltenen Werthen und fast identisch mit dem mittleren Ergebniss der Reihe II:

				Min.:	Max.:
(w. G.)	KCl : Ag	= 0,69102	: 1;	0,69100	0,69103
	KCl : O	= 4,66134	: 1;	4,66121	4,66141
	K : O	= 2,44548	: 1;	2,44535	2,44555
	K : H	= 39,0300	: 1;	39,0277	39,0310.

i) *Derselbe*, 1860 (Rapports p. 91; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 308).

(w. G.) KCl : $AgNO_3$ = 94,57344 : 215,54445 [10]*)

				Min.:	Max.:
		= 0,43876	: 1;	0,43864	0,43885
	KCl : O	= 4,6612	: 1;	4,6599	4,6621
	K : O	= 2,4453	: 1;	2,4440	2,4462
	K : H	= 39,027	: 1;	39,007	39,043.

Aus den beiden für KCl ermittelten Beziehungen ergibt sich:

$AgNO_3$: Ag = 0,69103 : 0,43876
= 1,57496 : 1,

welche Zahl mit der von *Stas* 1865 (vgl. oben Nr. 47[c] S. 62) aus dem nicht geschmolzenen Nitrate für dieses Verhältniss ermittelten völlig zusammenfällt.

Nr. 57. Bromkalium, KBr.

a) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 358; Berz. Lb. **3**, 1195; Str. 72).

				Min.:	Max.:
(s. G.)	KBr : Ag	= 50,517	: 45,797 [7]		
		= 1,10306	: 1;	1,1023	1,1034.
(w. G.)	KBr : Ag	= 1,10343	: 1;		
	KBr : O	= 7,44330	: 1;		
	K : O	= 2,44609	: 1;		
	K : H	= 39,03948	: 1;		
	Br : O	= 4,99771	: 1;		
	Br : H	= 79,7635	: 1.		

b) *Stas*, 1865 (Nouv. Rech. p. 303: Stas-Aronstein, Untersuch. S. 345).

Versuche IV—VI, VIII—XI, XIII, XIV. (Die ersten Versuche jeder Reihe, in welchen das aus dem vielfach gereinigten Kaliumbromate gewonnene Bromkalium ohne Umkrystallisiren unmittelbar verwendet wurde, haben eine grössere Zahl ergeben, nämlich Vers. I—III, VII, XII:

*) A. a. O. in der Tabelle, Vers. II lies 5,14618 statt 5,74618; Vers. V lies 10,3110 statt 1,3110; Vers. X lies 12,59655 statt 11,59655; die beiden letztern Zahlen sind in der *Aronstein*'schen Uebersetzung corrigirt.

KBr : Ag = 49,3331 : 44,7019 = 1,10360 : 1.

Es rührt dieser Unterschied von einer Spur Kieselerde her, die sich aus dem Bromate durch Krystallisation nicht abscheiden lässt. Vgl. *Stas* a. a. O. In Vers. IX wurde der Kieselerdegehalt direct bestimmt).

					Min.:	Max.:
(w. G.) KBr : Ag	=	143,7815	:	130,3075 [9]		
	=	1,10340	:	1 :	1,10332	1,10346
KBr : O	=	7,44275	:	1 :	7,44255	7,44350
K : O	=	2,4455	:	1 :	2,4453	2,4463
K : H	=	39,031	:	1 :	39,028	39,043
Br : O	=	4,9972	:	1 :	4,9970	4,9979
Br : H	=	79,7546	:	1.	79,7514	79,7667.

Wahrscheinlich ist aber (*Stas* a. a. O.) der Minimalwerth für KBr der richtigste, mithin

KBr : O	=	7,44255	:	1 :
K : O	=	2,4453	:	1 :
K : H	=	39,028	:	1 :
Br : O	=	4,9970	:	1 :
Br : H	=	79,7514	:	1.

Versuch IX, in welchem auch das gebildete Bromsilber bestimmt wurde, ergab:

(w. G.) KBr : Ag : AgBr = 21,7301 : 19,6929 : 34,2817 [1]

oder, nach Abrechnung von 0,009 % Kieselsäure:

(w.G.) KBr : Ag : AgBr	=	21,7281	:	19,6929	:	34,2817 [1]
	=	1,10335	:	1	:	1,74081 :
KBr : AgBr : O	=	7,44276	:	7,44278	:	1 :
K : K : O	=	2,44555	:	2,44557	:	1 :
K : K : H	=	39,0309	:	39,0312	:	1.

Die aus dem Bromsilber erhaltene Zahl ist mit obigem Mittel demnach nahezu identisch.

Nr. 58. Jodkalium, KJ.

Marignac, 1843 (Bihl. univ. Genève **46**, 367; Berz. JB. **24**, 75; Berz. Lb. **3**, 1196, wo die Summe des KJ = 31,529 angegeben wird).

Aufgelöstes Silber wurde durch Jodkaliumlösung ausgefällt.

						Min.:	Max.:
(s. G.)	KJ : Ag	=	31,509	: 20,508	[5]		
		=	1,5374	: 1		1,5365	1,5379
(w. G.)	KJ : Ag	=	1,5380	: 1			
	KJ : O	=	10,3747	: 1			
	K : O	=	2,1463	: 1			
	K : H	=	39,044	: 1			
	J : O	=	7,9291	: 1			
	J : H	=	126,548	: 1.			

Nr. 59. Rubidium, Rb.

a) *R. Bunsen*, 1861 (Pogg. Ann. **113**, 339; **115**, 584; Fres. Zeitschr. **1**, 136).

Das Chlorrubidium wurde in etwa 30 Theilen kochenden Wassers gelöst und mit einer ebenso verdünnten, heissen Platinchloridlösung gefällt. Der in der Wärme ausfallende Niederschlag lieferte nach dem Glühen im Wasserstoffstrome ein reineres Chlorid. Diese Behandlung wurde nach jedem Versuche wiederholt und nur die genügend constante Zahlen gebenden Versuche zur Berechnung verwendet.

						Min.:	Max.:
(s. G.)	RbCl : AgCl	=	4,7164	: 5,5957	[4]		
		=	0,8429	: 1		0,8417	0,8439
	RbCl : O	=	7,553	: 1		7,543	7,563
	Rb : O	=	5,337	: 1		5,327	5,347
	Rb : H	=	85,18	: 1		85,02	85,33.

b) *J. Piccard* (bei *Bunsen*) 1862 (J. pr. Chem. **86**, 454; Fres. Zeitschr. **1**, 519).

Das Chlorür wurde zum eben beginnenden Schmelzen erhitzt. Die Fällungen mit Platinchlorid wurden nach der *Bunsen*'schen Methode acht Mal ausgeführt.

						Min.:	Max.:
(s. G.)	RbCl : AgCl	=	5,0793	: 6,0257*)	[4]		
		=	0,84294	: 1		0,8425	0,8431
	RbCl : O	=	7,5540	: 1		7,5500	7,5554
	Rb : O	=	5,338	: 1		5,334	5,340
	Rb : H	=	85,20	: 1		85,13	85,22.

c) *R. Godeffroy*, 1875 (Liebig's Ann. **181**, 189; JB. 1876, 226; Fres. Zeitschr. **18**, 130).

Chlorrubidium wurde durch Silbernitrat gefällt: dasselbe war zuvor bei 150° getrocknet worden.

---

*) Nur die vier letzten Versuche sind zur Berechnung verwendet worden. Die beim Einäschern der Filter erhaltenen geringen Silbermengen sind auf Chlorsilber umgerechnet.

			Min.:	Max.:
RbCl : AgCl =	7,7354 : 9,1722 [4]			
=	0,84335 : 1;		0,84320	0,84354
RbCl : O =	7,5576 : 1;		7,5563	7,5593
Rb : O =	5,3418 : 1;		5,3404	5,3435
Rb : H =	85,255 : 1;		85,233	85,282.

Nr. 60. Caesium, Cs.

a) *R. Bunsen*, 1861 (Pogg. Ann. **113**, 353; Fres. Zeitschr. **1**, 137).

Als Rohmaterial dienten 44,200^{kg} Dürkheimer Soolwasser. Verfahren analog wie beim Rubidium. Die durch Barytwasser aus den Sulfaten abgeschiedenen ätzenden Alkalien RbOH und CsOH wurden durch wiederholte Behandlung mit Ammoniumcarbonat und Weingeist getrennt.

			Min.:	Max.:
CsCl : AgCl =	2,8556 : 2,5788 [3]			
=	1,1073 : 1;		1,1072	1,1081
CsCl : O =	9,9233 : 1;		9,9219	9,9301
Cs : O =	7,7075 : 1;		7,706	7,714
Cs : H =	123,01 : 1.		122,99	123,12.

b) *S. W. Johnson* und *O. D. Allen*, 1863 (Sill. Am. J. **35**, 94; J. pr. Chem. **89**, 154; Fres. Zeitschr. **2**, 4).

Das Chlorcaesium, welches die Verff. anwendeten, war entgegen den Erfahrungen *Bunsen*'s (Fres. Zeitschr. **2**, 164) nicht hygroskopisch (in Amerika). Bei den Vers. III und IV ging partielle Fällung mit Platinchlorid voraus, analog dem von *Bunsen* angewendeten Verfahren.

			Min.:	Max.:
CsCl : AgCl =	8,23005 : 7,0039 [4]			
=	1,1751 : 1;		1,1740	1,1758
CsCl : O =	10,531 : 1;		10,521	10,537
Cs : O =	8,315 : 1;		8,305	8,321
Cs : H =	132,70 : 1;		132,55	132,80.

c) *Bunsen*, 1863 (Pogg. Ann. **119**, 4; Fres. Zeitschr. **2**, 163).

Zur Trennung von Rubidium benützte *B.* die Zerfliesslichkeit des neutralen weinsauren Caesiums und die Luftbeständigkeit des sauren weinsauren Rubidiums. Die fractionirte Fällung mit Platinchlorid wurde auch hier ausgeführt.

Das Chlorcaesium *B.*'s war hygroskopisch (in Heidelberg).

			Min.:	Max.:
CsCl : AgCl =	3,9995 : 3,4048 [3]			
=	1,1747 : 1;		1,1743	1,1750
CsCl : O =	10,527 : 1;		10,523	10,530
Cs : O =	8,311 : 1;		8,308	8,314
Cs : H =	132,65 : 1;		132,59	132,69.

d) *R. Godeffroy*, 1875 (Liebig's Ann. **181**, 185; J. B. 1876, 226; Fres. Zeitschr. **18**, 130).

Chlorcaesium, aus reinem Caesiumalaun dargestellt und bei 150° getrocknet, wurde durch Silbernitrat gefällt.

				Min.:	Max.:
CsCl : AgCl	=	5,3501	: 4,5662 [4]		
	=	1,1717	: 1;	1,1712	1,1727
CsCl : O	=	10,500	: 1;	10,496	10,509
Cs : O	=	8,284	: 1;	8,280	8,293
Cs : H	=	132,22 *)	: 1;	132,15	132,36.

Nr. 61. Kupfer, Cu.

W. Hampe, 1874 (Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen **21**, 218; Fres. Zeitschr. **13**, 352).

Verf. versuchte durch Zersetzung von Silbersalzen mittelst gewogener Kupfermengen und Wägen des abgeschiedenen Silbers das Atomgewicht des Kupfers zu bestimmen. Die Methode lieferte indessen keine brauchbaren Resultate, da sich beim Auswaschen stets etwas Silber löste.

Auch die Atomgewichtsbestimmung mit Hülfe des *Faraday*'schen Gesetzes der elektrolytischen Aequivalenz erwies sich als unausführbar, da stets etwas Silber zuviel gefunden wurde.

Aus Familie II, Gruppe A: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, *B*: Cd.

Nr. 62. Beryllium, Be.

a) *Berzelius*, nach 1815 (Quelle fraglich, Str. 49).

Durch Ausfällen einer Lösung von Chlorberyllium mittelst Silbernitrates. »Auf 6,626^g **) Beryllerde erhielt er 3,392^g Chlorsilber«.

BeO : 2 AgCl	=	0,6626	: 3,392 [1]
	=	0,3907	: 2;
Be : O	=	2,501	: 1;
Be : H	=	39,92	: 1.

Die Bestimmung ist, wahrscheinlich in Folge der Bildung eines basischen Salzes, offenbar ganz unrichtig und unbrauchbar.

b) *v. Awdejew*, 1842 (Pogg. Ann. **56**, 104; Berz. Lb. **3**, 1225; Str. 50).

---

*) *G.* berechnet Cs = 132,557, wofür in Liebig's Ann. und im J. B. a. a. O. 131,557 angegeben wird.

**) Muss offenbar 0,6626 heissen.

Chlorberyllium wurde mit Wasser zersetzt, mit Ammoniak gefällt, filtrirt und das Filtrat mit Silbernitrat ausgefällt.

Vers. I.

$BeCl_2$: BeO : 2AgCl	= 1,3645	: 0,4226	: 4,797	[1]
	= 0,5689	: 0,1762	: 2;	
$BeCl_2$: BeO : O	= 5,098	: 1,579	: 1;	
Be : Be : O	= 0,666	: 0,579	: 1;	
Be : Be : H	= 10,64	: 9,24	: 1.	

Vers. II (mit besserem Apparate ausgeführt).

$BeCl_2$: BeO : 2AgCl	= 0,9045	: 0,2840	: 3,236	[1]
	= 0,5590	: 0,1755	: 2;	
$BeCl_2$: BeO : O	= 5,00945	: 1,57273	: 1;	
Be : Be : O	= 0,578	: 0,573	: 1;	
Be : Be : H	= 9,22	: 9,14	: 1.	

In Vers. III wurde direct mit Silbernitrat zersetzt.

$BeCl_2$: 2AgCl	= 0,7570	: 2,693	
	= 0,5622	: 2;	
$BeCl_2$: O	= 5,038	: 1;	
Be : O	= 0,61	: 1;	
Be : H	= 9,68	: 1.	

Der kleinste Werth dürfte der richtigste sein, weil die möglichen Fehler (Oxydgehalt des Chlorides) das Atomgewicht des Berylliums vergrössern. Der zweite, mit vervollkommnetem Apparate angestellte Versuch giebt die kleinsten und zwar aus $BeCl_2$ und BeO nahezu übereinstimmende Werthe. Als Mittel aus beiden Wägungen des Vers. II folgt:

Be : O	= 0,575	: 1;	
Be : H	= 9,18	: 1.	

Nr. 63. Magnesium, Mg.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 189; Liebig's Ann. **113**, 32).

Das Chlormagnesium war theils aus Magnesia alba und Salzsäure, theils aus kohlensaurer oder essigsaurer Magnesia oder endlich durch die directe Umsetzung von Chlorbaryum mit Magnesiumsulfat dargestellt. Vor der Wägung wurde stets in Salzsäuregas geglüht. *D.* gibt selbst an, er habe kein reines Chlormagnesium zu erhalten vermocht.

				Min.:	Max.:
$MgCl_2$: Ag_2	= 25,9415	: 58,603	[11]		
	= 0,885	: 2;		0,883	0,888
$MgCl_2$: O	= 5,972	: 1;		5,957	5,991
Mg : O	= 1,540	: 1;		1,525	1,559
Mg : H	= 24,58	: 1;		24,34	24,89.

Nr. 64. Calcium, Ca.

a) *Berzelius*, 1809 (Gilb. Ann. **57**, 451; Pogg. Ann. **8**, 189; Liebig's Ann. **46**, 242; Lehrb. **3**, 1227; Str. 47: auch in Afhandl. i. Fysik, Kemi etc. **5**, 267).

Durch Fällung einer Lösung von geschmolzenem Chlorcalcium mittelst Silbernitrates und Wägen des geschmolzenen Chlorsilbers.

$CaCl_2 : 2AgCl$	=	3,01	: 7,75	[1 ?]
	=	0,77677	: 2;	
$CaCl_2 : O$	=	6,96099	: 1;	
$Ca : O$	=	2,529	: 1;	
$Ca : H$	=	40,37	: 1.	

b) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 368).

Da die wesentlichste Fehlerquelle dieser Methode in der Bildung von basischem Calciumchlorid besteht, so kann die so ermittelte Zahl wohl zu hoch, nicht aber zu niedrig sein. *M.* will in der That mit diesem Versuche nur den obern Grenzwerth für Ca feststellen.

$CaCl_2 : 2Ag$	<	1,0296	: 2;
$CaCl_2 : O$	<	6,9453	: 1;
$Ca : O$	<	2,5136	: 1;
$Ca : H$	<	40,12	: 1.

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 190; Liebig's Ann. **113**, 33).

Das Chlorcalcium war aus weissem Marmor bereitet und wurdet vor der Wägung 8 bis 10 Stunden im Chlorwasserstoffstrome zur Rothgluth erhitzt.

					Min.:	Max.:
$CaCl_2 : 2Ag$	=	6,870	: 13,3640	[3] **)		
	=	1,0281	: 2;		1,0279	1,0285
$CaCl_2 : O$	=	6,935	: 1;		6,934	6,938
$Ca : O$	=	2,503	: 1:		2,502	2,506
$Ca : H$	=	39,955	: 1:		39,933	39,998.

*) Durch einen Schreibfehler wurde das Gewicht des Chlorsilbers in den meisten Publicationen zu 7,73 angegeben, woraus sich Ca = 40,86 berechnete, welche Zahl sich 30 Jahre lang erhielt. (Lehrb. **3**, 1227; vgl. z. B. Pogg. Ann. **8**, 189, woselbst überdies irrthümlich 773 Theile »Chlorcalcium« statt Chlorsilber angegeben sind.

) In Liebig's Ann. ist in Vers. II (resp. IV, da die ersten 2 Vers. von *D.* selbst beanstandet sind) zu lesen: Ag = **5,3885 statt **3**,3885.

Nr. 65. Strontium, Sr.

a) *Rose*, bei *Stromeyer**) (Schweigg. J. **19**, 228. Berz. Lb. **3**, 1229; Pogg. Ann. **8**, 189; Str. 110).

»100 Theile Chlorstrontium geben 181,25 Theile Chlorsilber«.

$SrCl_2$: 2 AgCl	=	100	:	181,25
	=	1,10346	:	2;
$SrCl_2$: O	=	9,8886	:	1:
Sr : O	=	5,457	:	1:
Sr : H	=	87,09	:	1.

b) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047, J. pr. Chem. **35**, 73; Liebig's Ann. **56**, 204; Berz. Lb. **3**, 1230; Str. 110).

Geglühtes Chlorstrontium wurde durch eine Silberlösung von bekanntem Metallgehalt zersetzt.

					Min.:	Max.:
$SrCl_2$: 2 Ag	=	3,690	:	5,022 [2]		
	=	1,46953	:	2;	1,46941	1,46971
$SrCl_2$: O	=	9,9129	:	1;	9,9121	9,9141
Sr : O	=	5,48115	:	1;	5,4804	5,4824
Sr : H	=	87,479	:	1;	87,467	87,499.

c) *Marignac*, 1858 (Arch. phys. nat. **1**, 218; Liebig's Ann. **106**, 168).

Krystallisirtes Chlorstrontium wurde theils unmittelbar, theils nach dem Entwässern und Glühen durch die salpetersaure Auflösung einer gewogenen Silbermenge zersetzt und ein Zuviel oder Zuwenig titrirt. Ein Theil wurde in Sulfat verwandelt. Die Berechnung auf Wasser und Sulfat s. unten in den betr. Abschnitten. Die einzelnen Versuchsreihen ergaben:

I. Reihe:

					Min.:	Max.:
$SrCl_2+6\,H_2O$: 2 Ag	=	15,0	:	12,1515 [3]		
	=	2,4688	:	2;	2,4682	2,4694
$SrCl_2+6\,H_2O$: O	=	16,6535	:	1;	16,650	16,658
Sr : O	=	5,470	:	1;	5,466	5,474
Sr : H	=	87,30	:	1;	87,24	87,36.

II. Reihe:

$SrCl_2+6\,H_2O$: $SrCl_2$: 2 Ag	=	15	:	8,9155	:	12,1480 [3]
	=	2,4696			:	1,4678 : 2.
	Min.:	2,4691				1,4675
	Max.:	2,4697				1,4681.

Rührt, wie sehr wahrscheinlich, der geringere Silberverbrauch in Reihe II daher, dass beim Glühen Chlor verloren ging

*) Mehrfach wird nur *Stromeyer* citirt, so in Pogg. Ann. »*Stromeyer* fand«; Berz. Lb. »— ist durch *Stromeyer* bestimmt worden«, doch mit Unrecht.

und durch Sauerstoff ersetzt wurde, so sind die Zahlen der Reihe II zu corrigiren. Auf 15g krystallisirtes Salz wurden 0,0035g Silber weniger verbraucht, entsprechend 0,00115g Chlor oder 0,00026g Sauerstoff. Der Gewichtsverlust durch Glühen ist darnach um 0,0009g auf 15g Salz grösser als der Wassergehalt. Hiernach corrigirt ergibt die Reihe II:

$SrCl_2 + 6H_2O$: $SrCl_2$: 2Ag	=	15 :	8,9164 :	12,1515	[3]
	=	2,4688 :	1,46754 :	2:	
$SrCl_2 + 6H_2O$: $SrCl_2$: O	=	16,6535 :	9,8994 :	1;	
Sr : Sr : O	=	5,4700 :	5,4677 :	1:	
Sr : Sr : H	=	87,30 :	87,26 :	1.	

d) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 191; Liebig's Ann. **113**, 34).

Das zu den letzten drei Versuchen der Reihe I dienende Chlorstrontium war durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Salzsäure und Schmelzen im Chlorwasserstoffstrome gereinigt worden. Das zu den Versuchen der Reihe II dienende Salz wurde wiederholt diesem Reinigungsverfahren unterworfen.

Zur Berechnung verwendet sind Vers. VIII, IX, X der ersten und II, III, IV der zweiten Reihe.

					Min.:	Max.:
$SrCl_2$: 2Ag	=	27,3435 :	37,252	[6]		
	=	1,4680 :	2;		1,4672	1,4687
$SrCl_2$: O	=	9,903 :	1;		9,897	9,907
Sr : O	=	5,471 :	1;		5,465	5,476
Sr : H	=	87,31 :	1;		87,23	87,39.

Nr. 66. Baryum, Ba.

a) *Berzelius*, 1818 (Schweigg. J. **23**, 117; Ann. chim. phys. [2] **11**, 113; Pogg. Ann. **8**, 189; Lehrb. **3**, 1229).

Die Berechnung auf Baryumsulfat s. Nr. 188; *B.* gibt den aus dem Chlorsilber berechneten Werthen den Vorzug.

$BaCl_2$: $BaSO_4$: 2AgCl	=	20 :	22,435 :	27,614	[2]
	=	1,4485 :	1,62491 :	2;	
	Min.:	1,4484	1,62487		
	Max.:	1,4486	1,62495		
$BaCl_2$: $BaSO_4$: O	=	12,98067 :	14,56155 :	1;	
	Min.:	12,9798	14,5611		
	Max.:	12,9816	14,5619		
Ba : Ba : O	=	8,54895 :	8,55783 :	1;	
	Min.:	8,5481	8,5574		
	Max.:	8,5500	8,5582		
Ba : Ba : H	=	136,442 :	136,583 :	1.	
	Min.:	136,427	136,576		
	Max.:	136,456	136,589.		

b) *Edward Turner*, 1829 (Philos. Transact. 1829, p. 298).

Chlorbaryum wurde durch Silbernitrat gefällt und das Chlorsilber gewogen.

100 $BaCl_2$ gaben 137,45; 137,54; 137,70; 137,62; 137,64 AgCl. *T.* nimmt nur das Mittel der beiden letzten Versuche als richtig an.

$BaCl_2$: 2 AgCl	=	100 : 137,63	[2]	
	=	1,45317 : 2;		
$BaCl_2$: O	=	13,0225 : 1;		
Ba : O	=	8,5908 : 1:		
Ba : H	=	137,11 : 1.		

c) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047; Liebig's Ann. **68**, 215; Berz. Lb. **3**, 1230; Str. 46).

				Min.:	Max.:
$BaCl_2$: 2 Ag	=	12,545 : 13,006	[3]		
	=	1,9294 : 2;		1,9290	1,9294
$BaCl_2$: O	=	13,0130 : 1;		13,0125	13,0147
Ba : O	=	8,5813 : 1;		8,5808	8,5830
Ba : H	=	136,96 : 1;		136,95	136,98.

d) *Marignac*, 1848 (Arch. phys. nat. **8**, 265; Liebig's Ann. **68**, 215; Str. 46).

				Min.:	Max.:
$BaCl_2$: 2 Ag	=	37,2265 : 38,6300	[6]		
	=	1,9273 : 2;		1,9269	1,9277
$BaCl_2$: O	=	13,001 : 1;		12,998	13,004
Ba : O	=	8,569 : 1;		8,566	8,572
Ba : H	=	136,76 : 1;		136,72	136,81.

e) *Derselbe*, 1858 (Arch. phys. nat. **1**, 209; Liebig's Ann. **106**, 165; J. pr. Chem. **74**, 209; Str. 48).

Das Verfahren wie bei Strontium angegeben. Die Berechnung auf Wasser und Sulfat s. unten in den betr. Abschnitten.

Reihe I:

				Min.:	Max.:
$BaCl_2+2H_2O$: 2 Ag	=	15 : 13,2610	[3]		
	=	2,2623 : 2;		2,2620	2,2628
$BaCl_2+2H_2O$: O	=	15,261 : 1;		15,259	15,264
Ba : O	=	8,578 : 1:		8,576	8,582
Ba : H	=	136,94 : 1.		136,88	136,96.

Reihe II:

$BaCl_2+2H_2O$: $BaCl_2$: 2 Ag	=	15 : 12,7807 : 13,2610	[3]		
	=	2,2623 : 1,9276 : 2;			
	Min.:	2,2617	1,9269		
	Max.:	2,2627	1,9280		

$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : O$	=	15,26056	: 13,00285	: 1;
	Min.:	15,25652	12,99808	
	Max.:	15,26326	13,00554	
Ba : Ba : O	=	8,578	: 8,571	: 1;
	Min.:	8,574	8,566	
	Max.:	8,581	8,574	
Ba : Ba : H	=	136,91	: 136,80	: 1;
	Min.:	136,84	136,72	
	Max.:	136,95	136,84.	

Endlich wurde in einem nachträglichen Versuche zur Controle auch das entstandene Chlorsilber gewogen.

$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : 2Ag : 2AgCl = 5 : 4,258 : 4,419 : 5,869$ [1

Aus dem Verhältniss zum Silber berechnet sich

$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : 2Ag$	=	2,2630	: 1,9271	: 2;
$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : O$	=	15,265	: 12,999	: 1;
Ba : Ba : O	=	8,583	: 8,568	: 1;
Ba : Ba : H	=	136,98	: 136,74	: 1.

Aus dem Chlorsilber dagegen

$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : 2AgCl$	=	1,7039	: 1,4510	: 2;
$BaCl_2 + 2H_2O : BaCl_2 : O$	=	15,269	: 13,003	: 1;
Ba : Ba : O	=	8,5871	: 8,5714	: 1;
Ba : Ba : H	=	137,05	: 136,80	: 1;

demnach mit den vorhergehenden Bestimmungen sehr nahe übereinkommend.

f) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 137; Liebig's Ann. **113**, 21).

Die ersten vier Versuche wurden mit einem Chlorbaryum angestellt, das durch Zersetzung von Baryumnitrat mittelst Salzsäure und mehrstündiges Erhitzen des Productes im Salzsäurestrome bis zum Schmelzen erhalten war. Zu Vers. V bis XI diente ein aus käuflichem Chlorbaryum durch sorgfältige Reinigung gewonnenes Präparat, während das Material für Vers. XII bis XVI durch Auflösen von sehr reinem künstlichem kohlensauren Baryum in Salzsäure dargestellt wurde.

				Min.:	Max.:
(w. G.?) $BaCl_2 : 2Ag$	=	61,6407	: 63,9964 [16]		
	=	1,9264	: 2;	1,9253	1,9279
$BaCl_2 : O$	=	12,995	: 1;	12,987	13,005
Ba : O	=	8,563	: 1;	8,555	8,573
Ba : H	=	136,66	: 1:	136,54	136,82.

Nr. 67. Kadmium, Cd.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 158; Liebig's Ann. **113**, 27).

Das Metall wurde in siedender Salzsäure gelöst und die Lösung eingedampft; das Chlorcadmium stellte nach fünf- bis sechsstündigem Schmelzen im Chlorwasserstoffstrome eine nahezu farblose, blätterig-krystallinische Masse dar.

					Min.:	Max.:
$CdCl_2$: 2Ag	=	23,0645	:	27,173 [6]		
	=	1,6976	:	2;	1,6924	1,7017
$CdCl_2$: O	=	11,451	:	1;	11,416	11,479
Cd : O	=	7,019	:	1;	6,984	7,047
Cd : H	=	112,03	:	1;	111,47	112,47.

Aus Familie III, Gruppe A: B, Al, La, Di, Ce; *B*: Tl.

Nr. 68. Bor, B.

Deville, 1859 (mitgetheilt von *Dumas*: Ann. chim. phys. [3] **55**, 180; Liebig's Ann. **113**, 30).

Chlorbor, bez. Brombor wurden durch Silberlösung gefällt.

α) Vers. I. Das Chlorbor war durch Einwirkung von Chlorwasserstoffgas auf Bor dargestellt worden.

BCl_3 : AgCl	=	0,6763	:	2,477 [1]
	=	0,819	:	3:
BCl_3 : O	=	7,339	:	1:
B : O	=	0,6914	:	1:
B : H	=	11,04	:	1.

Vers. II. Das Chlorbor zu diesem Versuche war durch Einwirkung von Chlor auf Bor erhalten.

BCl_3 : 3 AgCl	=	0,923	:	3,395 [1]
	=	0,816	:	3;
BCl_3 : O	=	7,312	:	1;
B : O	=	0,664	:	1:
B : H	=	10,60	:	1.

β) Vers. III.

BBr_3 : 3 AgBr	=	2,446	:	5,496 [1]
	=	1,335	:	3;
BBr_3 : O	=	7,333	:	1;
B : O	=	0,685	:	1;
B : H	=	10,94	:	1.

Nr. 69. Aluminium, Al.

a) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 151: Liebig's Ann. **113**, 25).

Aluminiumchlorid wurde im Wasserstoffstrome über Aluminium in eine Röhre sublimirt, in der es eingeschmolzen und gewogen wurde. Das zum zweiten, das Max. ergebenden, Versuche verwendete Chlorid enthielt noch Spuren von Eisen.

Versuche, das Atomgewicht des Aluminiums durch Oxydation des Metalles mittelst Salpetersäure zu bestimmen, scheiterten an der Unreinheit des Materiales.

			Min.:	Max.:
$AlCl_3 : 3Ag$	$= 21,9621 : 53,1040$	[7]		
	$= 1,2407 : 3$:		1,239	1,242
$AlCl_3 : O$	$= 8,369 : 1$:		8,358	8,378
$Al : O$	$= 1,7215 : 1$:		1,710	1,730
$Al : H$	$= 27.47 : 1$:		27,29	27,61.

b) *J. W. Mallet*, 1880 (R. Soc. Proc. **30**, 329; Chem. News **41**, 212; Philos. Transact. 1880, 1003 *)).

Bromaluminium wurde durch Silberlösung gefällt. Es wurden drei Fractionen aufgesammelt und mit jeder einige Versuche ausgeführt.

			Min.:	Max.:
Reihe A. $Al_2Br_6 : 6Ag$	$= 17,8324 : 21,6263$	[3]		
	$= 4,9474 : 6$:		4,9472	4,9477
$Al_2Br_6 : O$	$= 33,3732 : 1$:		33,3721	33,3752
$Al : O$	$= 1,6950 : 1$:		1,6944	1,6960
$Al : H$	$= 27.052 : 1$:		27,043	27,068.
Reihe B. $Al_2Br_6 : 6Ag$	$= 36,9459 : 44,8082$	[5]		
	$= 4,9472 : 6$:		4,9467	4,9475
$Al_2Br_6 : O$	$= 33,3718 : 1$:		33,3685	33,3740
$Al : O$	$= 1,6943 : 1$:		1,6926	1,6954
$Al : H$	$= 27,041 : 1$:		27,014	27,059.
Reihe C. $Al_2Br_6 : 6Ag$	$= 19,0691 : 23,1276$	[3]		
	$= 4,9471 : 6$:		4,9468	4,9478
$Al_2Br_6 : O$	$= 33,3712 : 1$:		33,3693	33,3757
$Al : O$	$= 1,6940 : 1$:		1,6930	1,6962
$Al : H$	$= 27.036 : 1$:		27,020	27,071.

*) Am letztgenannten Orte sind die Versuchszahlen gegeben; dieselben wurden, da das Original nicht zu Handen war, dem *Clarke*'schen Werke entnommen.

Nr. 70. Lanthan, La.

R. Hermann, 1860 (J. pr. Chem. **82**, 395).

Eine Lösung von Chlorlanthan wurde durch Silberlösung gefällt.

$LaCl_3 : Cl_3$	=	100	:	43,30 %
	=	6,928	:	3;
$La : Cl_3$	=	3,928	:	3;
La : O	=	8,700	:	1;
La : H	=	138,85	:	1.

Nr. 71. Didym, Di.

C. Marignac, 1853 (Ann. chim. phys. [3] **38**, 153).

Didymchlorid wurde in Salzsäuregas oder mit Salmiak gemengt geglüht, abgewogen und in Wasser gelöst; das hierbei zurückbleibende Oxychlorid wurde von dem ersten Gewichte abgezogen. Nachdem das Chlor durch Silberlösung und deren Ueberschuss durch Salzsäure gefällt war, wurde das Didymoxyd durch Ammoniumoxalat ausgefällt und geglüht.

12,507g Chlorid enthielten 0,320g Oxychlorid.

$DiCl_3 : 3AgCl : Di_2O_3$	=	12,187	:	20,931	:	8,182 [3]
	=	1,74674	:	3	:	1,17272;
	Min.:	1,73871				1,16838
	Max.:	1,75502				1,17698
$DiCl_3 : Di_2O_3 : O$	=	15,653	:	21,018	:	1;
	Min.:	15,58		20,94		
	Max.:	15,73		21,09		
Di : Di : O	=	9,006	:	9,009	:	1;
	Min.:	8,934		8,970		
	Max.:	9,080		9,047		
Di : Di : H	=	143,73	:	143,79	:	1;
	Min.:	142,58		143,17		
	Max.:	144,92		144,40.		

Nr. 72. Cerium, Ce.

Beringer, 1842 (Liebig's Ann. **42**, 134).

Cercarbonat wurde in Salzsäure gelöst und in dem neutralen Chloride sowohl die Erde als das Chlor bestimmt.

					Min.:	Max.:
$CeO_2 : 3AgCl$	=	2,9136	:	7,1961 [4]		
	=	1,2147	:	3;	1,2089	1,2168
Ce : O	=	8,885	:	1;	8,834	8,904
Ce : H	=	141,81	:	1;	140,99	142,11.

Nr. 73. Thallium, Tl.

a) *Lamy*, 1862 (Compt. rend. **55**, 836; Ann. chim. phys. [3] **67**, 385; Liebig's Ann. **126**, 81; Fres. Zeitschr. **2**, 211).

Durch Fällen einer Lösung von geschmolzenem Chlorthallium mittelst Silbers.

				Min.:	Max.:
TlCl : AgCl	=	6,912	: 4,1475 [2]		
	=	1,66655	: 1:	1,66528	1,66752
TlCl : O	=	14,933	: 1;	14,921	14,941
Tl : O	=	12,717	: 1:	12,705	12,725
Tl : H	=	202,96	: 1:	202,78	203,10.

Ein weiterer Versuch, zu dem das Chlorthallium bei 150° getrocknet wurde, ergab:

TlCl : AgCl	=	3,912	: 2,336 [1]
	=	1,67466	: 1:
TlCl : O	=	15,005	: 1:
Tl : O	=	12,790	: 1;
Tl : H	=	204,12	: 1.

b) *G. Werther*, 1864 (J. pr. Chem. **92**, 136).

Jodthallium wurde durch eine ammoniakalische Lösung von Silbernitrat zersetzt und das Jodsilber gewogen.

Eine andere Versuchsreihe, in der das Jodthallium durch Zink und Kalilauge zersetzt wurde, lieferte wenig befriedigende, von *W.* selbst für ungenau erklärte Resultate.

				Min.:	Max.:
TlJ : AgJ	=	4,295	: 3,054 [3]		
	=	1,40635	: 1;	1,4059	1,4067
TlJ : O	=	20,637	: 1;	20,631	20,642
Tl : O	=	12,708	: 1:	12,702	12,714
Tl : H	=	202,83	: 1:	202,73	202,91.

c) *M. Hebberling*, 1865 (Liebig's Ann. **134**, 11).

Chlorthallium wurde durch Silberlösung zersetzt.

TlCl : AgCl	=	0,2984	: 0,1791 [1]*)
	=	1,6661	: 1:
TlCl : O	=	14,93	: 1:
Tl : O	=	12,71	: 1;
Tl : H	=	202,9	: 1;

*) Aus dem durch Druckfehler entstellten 2ten Versuche berechnet Verf Tl = 203,5, aus obigem Tl = 203,8.

Aus Familie IV, Gruppe A: C, Si, Ti, Zr; *B*: Sn, Pb.

Nr. 74. Kohlenstoff, C.

Maumené, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **18**, 41; Abbildung der Appar. pl. I; Liebig's Ann. **60**, 175).

Durch Verbrennen organischer Silbersalze und Wägen des Silbers und des Kohlendioxydes. (Die Versuche waren eigentlich zur Bestimmung des Aequivalentes des Silbers unternommen worden).

α) Reihe I. Silberoxalat war theils durch Oxalsäure, theils durch Ammoniumoxalat aus einer Lösung von salpetersaurem Silber (nur in Vers. VI aus essigsaurem Silber) ausgefällt worden und enthielt trotz häufigen Auswaschens noch etwas Nitrat.

				Min.:	Max.:
Ag : CO_2	= 74,4835	: 30,333 [6]			
CO_2 : Ag	= 0,4072	: 1;		0,4065	0,4081
C : O	= 0,7468	: 1;		0,7421	0,7529
C : H	= 11,92	: 1;		11,84	12,02.

β) Reihe II. Silberacetat. Die Verbrennungsgase wurden, wie auch beim Oxalat, über glühendes Kupferoxyd geleitet und die Kohlensäure durch Kalilauge absorbirt.

				Min.:	Max.:
Ag : $2CO_2$	= 62,906	: 51,2465 [5]			
CO_2 : Ag	= 0,40735	: 1;		0,40725	0,4081
C : O	= 0,7478	: 1;		0,7471	0,7482
C : H	= 11,935	: 1.		11,924	11,941.

Nr. 75. Silicium, Si.

a) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047; Liebig's Ann. **56**, 202; Berz. Lb. **3**, 1230; Str. 107).

Siliciumchlorid wurde durch Silberlösung gefällt.

				Min.:	Max.:
$SiCl_4$: 4Ag	= 2,621	: 6,6445 [2]			
	= 1,5778	: 4;		1,5773	1,5783
$SiCl_4$: O	= 10,6435	: 1;		10,640	10,646
Si : O	= 1,780	: 1;		1,776	1,783
Si : H	= 28,41	: 1;		28,35	28,46.

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 183; Liebig's Ann. **113**, 31).

Bei 59° siedendes Chlorsilicium wurde im zugeschmolzenen Glaskügelchen abgewogen, dieses in einem Wasser enthaltenden Glasgefässe zertrümmert und der Chlorgehalt der Lösung titrirt.

					Min.:	Max.:
(w. G.) $SiCl_4$: $4Ag$	=	4,463	:	11,3415 [2]*)		
	=	1,5740	:	4;	1,5736	1,5751
$SiCl_4$: O	=	10,617	:	1;	10,615	10,625
Si : O	=	1,754	:	1;	1,751	1,761
Si : H	=	27,99	:	1;	27,95	28,11.

c) *J. Schiel*, 1861 (Liebig's Ann. **120**, 94).

Chlorsilicium wurde in einem Glaskügelchen abgewogen, durch ammoniakhaltiges Wasser zersetzt und das Filtrat durch Silberlösung gefällt.

					Min.:	Max.:
$SiCl_4$: $4AgCl$	=	1,9830	:	6,695 [2]		
	=	1,18477	:	4;	1,18367	1,18533
$SiCl_4$: O	=	10,617	:	1;	10,607	10,622
Si : O	=	1.754	:	1;	1,744	1,759
Si : H	=	27,99	:	1;	27,83	28,07.

Nr. 76. Titan, Ti.

a) *H. Rose*, 1829 (Pogg. Ann. **15**, 145; Berz. Lb. **3**, 1210).

Das mehrfach über Quecksilber oder auch Kalium rectificirte Chlorid wurde durch Wasser zersetzt, hierauf erst durch Ammoniak, unter Vermeidung eines Ueberschusses, TiO_2 und dann im Filtrate das Chlor durch Silberlösung gefällt. Bei umgekehrter Folge der Operationen reisst das Chlorsilber sehr leicht titansaures Silber mit nieder.

(s. G.) $TiCl_4$: TiO_2 : $4AgCl$	=	10,7230	:	4,609	:	32,357 [5]
	=	1,3256	:	0,5698	:	4;
	Min.:	1,3241		0,5504		
	Max.:	1,3269 **)		0,5749		
$TiCl_4$: TiO_2 : O	=	11,879	:	5,106	:	1;
	Min.:	11,866		4,932		
	Max.:	11,891		5,152		
Ti : Ti : O	=	3,016	:	3,106	:	1;
	Min.:	3,002		2,93		
	Max.:	3,028		3,15		
Ti : Ti : H	=	48,13	:	49,58	:	1.
	Min.:	47,92		46,80		
	Max.:	48,32		50,30.		

*) Nur die zwei letzten Versuche sind zur Berechnung beigezogen.

**) Abgesehen von dem ersten, mit weniger als 1g Chlorid angestellten und daher sehr abweichenden Versuche, »der kein Stimmrecht haben darf«; derselbe gab 1,3303.

Die aus der Säure berechneten Werthe geben somit sehr schwankende Resultate, nach *R.* zieht dieselbe nach dem Glühen Feuchtigkeit an und kann daher nicht genau gewogen werden.

b) *Isidor Pierre*, 1847 (Ann. chim. phys. [3] **20**, 257; J. pr. Chem. **42**, 65; Liebig's Ann. **64**, 220; Str. 116).

Titanchlorid wurde in zugeschmolzenen Röhren gewogen, diese in einem Wasser enthaltenden Stöpselglase zertrümmert und das Chlor titrirt. Das Chlorid war aus künstlichem Titanoxyd dargestellt und zeigte constanten Siedepunkt.

Von fünf Versuchen wurden von *P.* nur die drei ersten, für welche die Substanz unmittelbar nacheinander dem Vorrathsrohre entnommen war, zugezogen. Die beiden letzten Versuche gaben, in Folge der Anziehung von Feuchtigkeit durch das Chlorid, niedrigere Werthe.

				Min.:	Max.:
$TiCl_4 : 4Ag$	=	2,3730	: 5,33045 [3]		
	=	1,7807	: 4:	1,7802	1,7811
$TiCl_4 : O$	=	12,012	: 1;	12,009	12,014
$Ti : O$	=	3,149	: 1;	3,145	3,151
$Ti : H$	=	50,25	: 1;	50,20	50,29.

Nr. 77. Zirkon, Zr.

Hermann, 1844 (J. pr. Chem. **31**, 77*); Liebig's Ann. **52**, 240).

»Die Resultate weichen sehr wenig von *Berzelius*' Zahl ab«. (Liebig's Ann. a. a. O).

α) »100 Theile Chlorzirkonium, bereitet durch Glühen eines Gemenges von Zirkonerde, aus Zirkon vom Ilmengebirge, und Kohle im Chlorgase, bestanden aus Zirkonium 38,50, Chlor 61,50.«

$Zr : Cl_4$	=	38,50	: 61,50 % [?]
	=	2,504	: 4;
$Zr : O$	=	5,549	: 1;
$Zr : H$	=	88,56	: 1.

β) »100 Theile halbsalzsaure Zirkonerde ($ZrO_2 \cdot 2HCl$), aus Zirkon vom Ilmengebirge, bestanden aus Zirkonerde 62,456, Salzsäure 37,544«.

$ZrO_2 : 2HCl$	=	62,456	: 37,544 % [?]
	=	3,3271	: 2;
$Zr : O$	=	5,581	: 1;
$Zr : H$	=	89,07	: 1.

»100 Theile halbsalzsaure Zirkonerde, aus Hyacinthen von Ceylon, bestanden aus Zirkonerde 62,780, Salzsäure 37,220 %«.

*) In Liebig's Ann. a. a. O. fälschlich **21**, 75 citirt.

ZrO_2 : 2 HCl	= 62,780	: 37,220 %	[?]	
	= 3,3735	: 2:		
Zr : O	= 5,686	: 1:		
Zr : H	= 90,76	: 1.		

Nr. 78. Zinn, Sn.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 156: Liebig's Ann. **113**, 26).

Reines Zinnchlorid wurde in einem Glaskügelchen abgewogen und durch titrirte Silberlösung zersetzt.

				Min.:	Max.:
$SnCl_4$: 4 Ag	= 4,504	: 7,481	[2]		
	= 2,4082	: 4:		2,4080	2,4086
$SnCl_4$: O	= 16,245	: 1:		16,243	16,247
Sn : O	= 7,381	: 1:		7,380	7,384
Sn : H	= 117,81	: 1:		117,78	117,85.

Nr. 79. Blei, Pb.

a) *Marignac*, 1846 (Arch. phys. nat. **1**, 59: Liebig's Ann. **59**, 290).

Chlorblei wurde durch Silbernitrat gefällt.

				Min.:	Max.:
$PbCl_2$: 2 AgCl	= 52,119	: 53,816	[3]		
	= 1,9369	: 2:		1,9344	1,9416
$PbCl_2$: O	= 17,357	: 1:		17,335	17,400
Pb : O	= 12,93	: 1:		12,90	12,97
Pb : H	= 206,29	: 1:		205,94	206,97.

Eine Controle dieser Versuche s. unt. Abschnitt IX, Beziehung auf Chlor.

b) *Derselbe*, 1858 (Arch. phys. nat. **1**, 209; Liebig's Ann. **106**, 170).

Festes oder in siedendem Wasser gelöstes Chlorblei wurde zu einer zur Ausfällung fast genügenden Menge Silberlösung zugegeben und dann mittelst titrirter Silberlösung die Zersetzung vollendet.

				Min.:	Max.:
(s. G.) $PbCl_2$: 2 Ag	= 19,9955	15,5340	[4]		
	= 2,574	: 2:		2,573	2,575
$PbCl_2$: O	= 17,363	: 1:		17,356	17,370
Pb : O	= 12,931	: 1:		12,925	12,938
Pb : H	= 206,39	: 1:		206,28	206,49.

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 196; Liebig's Ann. **113**, 35).

Chlorblei, aus dem Acetate und Salzsäure dargestellt und

durch sechsmaliges Umkrystallisiren aus salzsäurehaltigem Wasser gereinigt, wurde durch Silberlösung zersetzt.

Das Salz hält hartnäckig Wasser zurück, welches erst beim Schmelzen unter gleichzeitigem Entweichen von etwas Chlorwasserstoff weggeht. 8,117^g vorher bei 250° getrockneten Bleichlorides gaben beim Schmelzen 0,0046^g Wasser und 0,0004^g Salzsäure. An den unten angeführten Zahlen sind die Correctionen bereits angebracht.

					Min.:	Max.:
(w. G. ?) $PbCl_2$: 2Ag	=	86,567	:	67,220 [6]		
	=	2,5756	:	2;	2,5755	2,5758
$PbCl_2$: O	=	17,3739	:	1;	17,3732	17,3752
Pb : O	=	12,9421	:	1;	12,9415	12,9435
Pb : H	=	206,56	:	1;	206,55	206,58.

Aus Familie V, Gruppe A: V, Nb, Ta; *B*: N, P, As, Sb, Bi.

Nr. 80. Vanadin, V.

a) *Berzelius*, 1831 (Pogg. Ann. **22**, 16).

»Vanadinchlorid« wurde mit Silberlösung ausgefällt, das von Silber befreite Filtrat eingedampft und der Rückstand geschmolzen.

$VOCl_3$: 3AgCl : $\frac{1}{2}V_2O_5$	=	1,6385	:	4,0515	: 0,874 [1]
	=	1,2133	:	3	: 0,645;
$VOCl_3$: $\frac{1}{2}V_2O_5$: O	=	10,873	:	5,780	: 1;
V : V : O	=	3,225	:	3,280	: 1;
V : V : H	=	51,48	:	52,35	: 1.

b) *Roscoe*, 1867 (Philos. Transact. 1868, p. 23; Liebig's Ann. Suppl. **6**, 109).

Vanadyltrichlorid (Vanadoxytrichlorid) wurde durch abgewogene und aufgelöste Mengen Silbers zersetzt und der Rest zurücktitrirt (nach dem *Stas*'schen Verfahren).

					Min.:	Max.:
(s. G.) $VOCl_3$: 3Ag	=	24,0443	:	44,8695 [9]*)		
	=	1,6077	:	3;	1,6028	1,6194
$VOCl_3$: O	=	10,845	:	1;	10,812	10,924
V : O	=	3,197	:	1;	3,164	3,276
V : H	=	51,03	:	1;	50,5	52,3.

In einer andern Versuchsreihe wurde das Chlorsilber gewogen:

*) In Liebig's Ann., a. a. O. S. 111, ist in Vers. VIII der ersten Reihe zu lesen: 3,9535 Ag statt 2,9535.

					Min.:	Max.:
(s. G.) $VOCl_3$: $3AgCl$	=	12,0054	:	29,7529 [8]		
	=	1,2105	:	3;	1,2052	1,2161
$VOCl_3$: O	=	10,848	:	1;	10,800	10,898
V : O	=	3,200	:	1;	3,153	3,250
V : H	=	51,08	:	1;	50,32	51,877.

Zur Controle wurde in einigen Versuchen auch die entstandene Vanadinsäure bestimmt.

					Min.:	Max.:
(s. G.) $VOCl_3$: $\frac{1}{2}V_2O_5$	=	4,0418	:	2,1258 [4]		
	=	0,95065	:	1;	0,938	0,963
V	=	$\frac{OCl_3 - O_5 \times 0,95065}{2 \times 0,95065 - 1}$		u. s. w.		
V : O	=	3,207	:	1;	3,055	3,372
V : H	=	51,19	:	1;	48,76	53,82.

Nr. 81. Niobium, Nb.

a) *Heinr. Rose*, 1857 (Pogg. Ann. **104**, 432).

Gelbes Niobiumchlorid wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Natrium zersetzt, die Niobiumsäure abgeschieden und bestimmt und im Filtrate das Chlor durch Silberlösung gefällt.

Von 8 Versuchen waren nur die letzten drei, nach obigem Verfahren angestellt, einigermassen übereinstimmend.

$NbCl_5$: $\frac{Nb_2O_5}{2}$: $5AgCl$	=	5,229	:	2,798	:	12,557 [3]
	=	2,082	:	1,114	:	5;
	Min.:	2,061		1,097		
	Max.:	2,119		1,169		
$NbCl_5$: $\frac{Nb_2O_5}{2}$: O	=	18,66	:	9,98	:	1;
	Min.:	18,47		9,83		
	Max.:	18,99		10,48		
Nb : Nb : O	=	7,58	:	7,48	:	1;
	Min.:	7,39		7,33		
	Max.:	7,91		7,98		
Nb : Nb : H	=	120,97	:	119,45	:	1;
	Min.:	117,94		117,02		
	Max.:	126,28		127,30.		

R. und *Strecker* (S. 91) schreiben $NbCl_2$ und NbO_2 und berechnen im Mittel Nb = 97,8.

b) *Blomstrand*, 1864 (Acta Univ. Lund. 1864. Quelle nicht zugänglich. Die Angaben sind *Clarke* (p. 247) entnommen).

α) Drei Chlorbestimmungen im Pentachlorid ergaben:

Nb : O	=	6,057	:	1;
Nb : H	=	96,67	:	1.

β) Elf Wägungen der aus dem Pentachloride dargestellten Niobiumsäure ergaben:

$$\begin{array}{l} Nb : O = 6,025 : 1; \\ \hline Nb : H = 96,16 : 1 \\ \hline \end{array}$$

Weitere Versuche, mit Natriumniobat angestellt, lassen *Bl.* die Zahl

$$\begin{array}{l} Nb : O = 5,96 : 1; \\ \hline Nb : H = 95 : 1. \\ \hline \end{array}$$

als die wahrscheinlichste für das Atomgewicht des Niobiums ansehen.

c) *Marignac*, 1865 (Bibl. univ. Genève **23**, Juill./Août. 1865, Janv. et Juin 1866; Fres. Zeitschr. **5**, 481).

Das gelbe Niobiumchlorid, $NbCl_5$, war von *Deville* dargestellt und wurde von *M.* analysirt. In drei Versuchen wurden 65,28; 65,23; 65,22 % Chlor und 49,39; 49,34 % Niobiumsäure erhalten.

$$\begin{array}{lllllll} Nb : \frac{Nb_2O_5}{2} & : 5Cl = & 34,745 & : 49,365 & : 65,255\ \% & [2] \\ & = & 2,6622 & : 3,7825 & : 5; & \\ & & \text{Min.: } 2,6593 & 3,7820 & & \\ & & \text{Max.: } 2,6652 & 3,7829 & & \\ Nb : Nb : O & = & 5,899 & : 5,881 & : 1; & \\ \hline & & \text{Min.: } 5,893 & 5,880 & & \\ & & \text{Max.: } 5,906 & 5,883 & & \\ Nb : Nb : H & = & 94,15 & : 93,87 & : 1; & \\ \hline & & \text{Min.: } 94,05 & 93,85 & & \\ & & \text{Max.: } 94,25 & 93,88. & & \end{array}$$

Nr. 82. Tantal, Ta.

H. Rose, 1856 (Berl. Ak. Ber. 1856, S. 385; Pogg. Ann. **99**, 80; Liebig's Ann. **100**, 246).

Tantalchlorid wurde mit Wasser zersetzt, die entstandene Tantalsäure durch Ammoniak in geringem Ueberschusse niedergeschlagen und aus dem Filtrate das Chlor durch Silbernitrat ausgefällt.

Bei der Schwierigkeit, das schon vor dem Schmelzen sublimirende Chlorid zu reinigen, fiel das Ergebniss der Versuche etwas schwankend aus. Das Chlorid absorbirt Chlor, welches nur schwierig durch Luft zu verdrängen ist, die dann ihrerseits einen Theil des Chlores durch Sauerstoff ersetzen kann. *R.* zeigt (a. a. O.), dass die Analysen selbst für den erstgenannten Fehler eine Controle liefern. Da bei der Zersetzung des Chlorides durch Wasser weder Wasserstoff (resp. Metall oder ein niedereres Oxyd) noch Chlor frei wird, so nimmt das Tantal bei Bildung der Säure eine dem abgegebenen Chlor aequivalente

Menge Sauerstoff auf. Es muss folglich die Gewichtsdifferenz des angewandten Chlorides und der gefundenen Säure gleich sein der Differenz zwischen dem gefundenen Chlor und einer ihm aequivalenten Menge Sauerstoff.

Dieser Anforderung entspricht vollständig nur eine der zwölf angeführten Analysen: Vers. XI. ferner annähernd noch die Vers. I, VII und X.

Es ergab

Vers. I.	$TaCl_5 : 5AgCl : \frac{1}{2}Ta_2O_5$	=	1,909	: 3,915	: 1,155;
» VII.		=	4,679	: 9,747	: 2,804;
» X.		=	1,421	: 2,969	: 0,857;
» XI.		=	1,022	: 2,100	: 0,620.

In der angegebenen Weise geprüft, berechnet sich aus

	Chlorid	Säure	Diff.	gef. Chlor	aeq. Sauerst.	Diff.
Vers. I.	1,909	1,155	0,754	0,968	0,218	0,750;
» VII.	4,679	2,804	1,875	2,410	0,544	1,866;
» X.	1,421	0,857	0,564	0,734	0,166	0,568;
» XI.	1,022	0,620	0,402	0,519	0,117	0,402.

Ein Sauerstoffgehalt des Chlorides (beigemengtes Oxychlorid, Oxyd oder Säure) lässt sich auf diese Art nicht entdecken. Da aber durch diesen die Menge der gefundenen Säure im Verhältniss zum Chloride vergrössert, der Chlorgehalt des letztern aber verkleinert wird, so dürften unter den angegebenen Versuchen diejenigen den Vorzug verdienen, welche den grössten Chlorgehalt und die kleinste Menge Säure, also den kleinsten Werth für Ta gaben.

Aus den obigen Werthen berechnet sich:

Vers. I.	$TaCl_5 : 5AgCl : \frac{1}{2}Ta_2O_5$	=	2,438	: 5 :	1,475;
» VII.		=	2,400	: 5 :	1,438;
» X.		=	2,393	: 5 :	1,443;
» XI.		=	2,433	: 5 :	1,476;
Vers. I.	$TaCl_5 : O : \frac{1}{2}Ta_2O_5$	=	21,85	: 1 :	13,219;
» VII.		=	21,51	: 1 :	12,890;
» X.		=	21,45	: 1 :	12,934;
» XI.		=	21,81	: 1 :	13,229;
Vers. I.	Ta : Ta : O =		10,769	: 10,719	: 1;
» VII.			10,430	: 10,390	: 1;
» X.			10,366	: 10,434	: 1;
» XI.			10.727	: 10,729	: 1;
Vers. I.	Ta : Ta : H =		171,88	: 171,07	: 1;
» VII.			166,47	: 165,83	: 1;
» X.			165,44	: 166,52	: 1;
» XI.			171.20	: 171.23	: 1.

Rose nahm das aus Versuch I und XI hergeleitete Atomgewicht an; aus den angegebenen Gründen würde aber der niederste aus Säure und Chlorsilber berechnete Werth vorzuziehen sein, also

Ta : O = 10,39 : 1;
Ta : H = 165,8 : 1.

Hierbei muss jedoch vorausgesetzt werden, dass das Tantalchlorid, abgesehen von O und Cl, frei war von fremden Beimengungen. Dies aber war nach *Marignac* (Liebig's Ann. Suppl. **4**, 351) nicht der Fall; es enthielt wahrscheinlich Chlorniobium beigemengt, wodurch das Atomgewicht zu niedrig ausfiel.

Nr. 83. Stickstoff, N.

a) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047; J. pr. Chem. **27**, 383; Liebig's Ann. **59**, 289; Str. 108).

NH_4Cl : Ag = 0,49556 : 1 [1]
NH_4Cl : O = 3,34286 : 1;
N : O = 0,87637 : 1;
N : H = 13,987 : 1.

b) *Marignac*, 1843 (Bibl. univ. Genève **46**, 366; Liebig's Ann. **59**, 289; Berz. Lb. **3**, 1185; Str. 108).

					Min.:	Max.:
(s. G.)	NH_4Cl : Ag	=	33,314	: 67,271 [7]		
		=	0,49522	: 1;	0,4948	0,4954
(w. G.)	NH_4Cl : Ag	=	0,49556	: 1;		
(s. G.)	NH_4Cl : O	=	3,341	: 1;	3,338	3,342
	N : O	=	0,8741	: 1;	0,8714	0,8756
	N : H	=	13,950	: 1;	13,907	13,975
(w. G.)	NH_4Cl : O	=	3,3429	: 1;		
	N : O	=	0,87637	: 1;		
	N : H	=	13,987	: 1.		

c) *Stas*, 1860 und 1865 (Rapports p. 87; Nouv. Rech. p. 57; Stas-Aronstein, Untersuch. 57, 58).

Die Versuche wurden mit Chlorammonium angestellt, welches nach den verschiedensten Methoden und bei variirten Temperaturen erhalten war.

					Min.:	Max.:
	NH_4Cl : Ag	=	165,75583	: 334,20153 [12] *)		
		=	0,49597	: 1;	0,49592	0,49602
	NH_4Cl : O	=	3,34564	: 1;	3,34528	3,34595
	N : O	=	0,87915	: 1;	0,87879	0,87946
	N : H	=	14,031	: 1;	14,025	14,036.

*) Aus der ältern Arbeit sind die drei niedersten Zahlen herüber genommen.

d) *Derselbe*, 1860 (Rapports p. 92; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 309).

Das Chlorammonium war durch directe Vereinigung von Ammoniak und Salzsäure erhalten.

			Min.:	Max.:
w. G.) $NH_4Cl : AgNO_3$	=	26,08828 : 82,84983 [4]		
	=	0,31488 : 1;	0,31486	0,31490
N	=	$\frac{(Ag + O_3) \cdot 0,31488 - (H_4 + Cl)}{1 - 0,31488}$	u. s. w.	
N : O	=	0.87898 : 1;	0.8787	0.8793
N : H	=	14.028 : 1:	14,024	14,034.

Nr. 84. Phosphor, P.

a) *Berzelius*, 1816 (Gilb. Ann. **53**, 433; Schweigg. J. **23**, 117; Pogg. Ann. **8**, 17; Berz. Lb. **3**, 1188).

Aus einer Lösung von Silbersulfat wurde durch Kochen mit einer abgewogenen Menge Phosphor Metall gefällt und gewogen; beigemengtes Sulfat wurde durch Ammoniak ausgezogen.

(s. G.) P : 5 Ag	=	0,8115 : 13.980 [1]
	=	0,2902 : 5;
P : O	=	1,9576 : 1:
P : H	=	31,24 : 1.

b) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1047; Str. 94).

Phosphorchlorür wurde durch Silberlösung gefällt.

Berzelius (Lehrb. **3**, 1230) vermuthet in dem reducirenden Einflusse der phosphorigen Säure eine Fehlerquelle.

PCl_3 : 3 Ag	=	42,74 : 100
	=	1,2822 : 3;
PCl_3 : O	=	8,6492 : 1;
P : O	=	2,0016 : 1;
P : H	=	31,95 : 1:

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 174; Liebig's Ann. **113**, 28).

Das aus gewöhnlichem Phosphor dargestellte Phosphorchlorür wurde über gepulvertem Bleiamalgam rectificirt; es enthielt wahrscheinlich etwas Oxychlorid, da stets höhere Zahlen erhalten wurden. Durch Erhitzen von rothem Phosphor mit Calomel, eine sehr glatt verlaufende Reaction, wurde sodann Phosphorchlorür dargestellt und von den zwischen 76 und 78° siedenden Fractionen Substanz zur Analyse in Glaskügelchen abgewogen.

					Min.:	Max.:
PCl_3 : 3 Ag	=	11,454	:	26,978 [5]		
	=	1,2737	:	3;	1,2733	1,2741
P : O	=	1,94408	:	1;	1,941	1,947
P : H	=	31,03	:	1;	30,98	31,07.

Nr. 85. Arsen, As.

a) *Pelouze*, 1845 (Compt. rend. **20**, 1014; Liebig's Ann. **56**, 205; Berz. Lb. **3**, 1230; Str. 45).

Das Arsenchlorür war über Quecksilber destillirt worden und zeigte den Siedepunkt 134 bis 135°.

					Min.:	Max.:
$AsCl_3$: 3 Ag	=	2267,07	:	4047,03 [3]	2266,7	2267,5
	=	1,68055	:	3;	1,68027	1,68087
$AsCl_3$: O	=	11,336	:	1;	11,334	11,338
As : O	=	4,6887	:	1;	4,6869	4,6909
As : H	=	74,83	:	1;	74,80	74,87.

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 174; Liebig's Ann. **113**, 29).

Es wurde Arsenchlorür von drei verschiedenen Darstellungen verwendet.

					Min.:	Max.:
(w. G. ?) $AsCl_3$: 3 Ag	=	22,173	:	39,597 [4]		
	=	1,680	:	3;	1,679	1,681
$AsCl_3$: O	=	11,332	:	1;	11,326	11,339
As : O	=	4,685	:	1;	4,678	4,692
As : H	=	74,77	:	1;	74,66	74,88.

c) *Wallace*, 1859 (Philos. Mag. [4] **18**, 279; Ch. Centralbl. 1860, S. 26; J. pr. Chem. **79**, 380; J. B. 1859, S. 96).

Bromarsen, durch directe Vereinigung der Elemente erhalten, wurde mehrmals fractionirt und umkrystallisirt.

					Min.:	Max.:
$AsBr_3$: 3 Ag	=	17,8594	:	18,410 [3]		
	=	2,91027	:	3;	2,90926	2,91070
$AsBr_3$: O	=	19,632	:	1;	19,625	19,634
As : O	=	4,640	:	1;	4,633	4,643
As : H	=	74,05	:	1;	73,94	74,10.

Nr. 86. Antimon, Sb.

a) *Heinr. Rose*, 1825 (Pogg. Ann. **3**, 443; Ch. Centralbl. 1856, 511; Str. 42).

Die für diesen und den folgenden Versuch angewandten

Methoden sind umständlich und nicht ganz scharf, indem einerseits leicht ein Verlust an Antimon entsteht, andererseits aber wahrscheinlich zuviel Chlorsilber gefunden wurde, wenigstens zeigte letzteres durch einen Gehalt an Schwefelsilber eine schwärzliche Färbung. Der Werth für Antimon würde dann zu klein gefunden sein.

α) Eine nicht gewogene Menge Antimontrichlorid wurde unter Zusatz von Weinsäure in viel Wasser gelöst und durch Schwefelwasserstoff gefällt; der Niederschlag nach der Reduction mit Wasserstoff als Antimon gewogen, im Filtrate das Chlor durch Silberlösung gefällt.

Sb : 3 AgCl	=	1,937	: 6,886	[1]
	=	0,84389	: 3;	
Sb : O	=	7,562	: 1;	
Sb : H	=	120,70	: 1.	

β) Verfahren wie bei vorstehendem Versuche, aber mit Antimonpentasulfid.

Sb : 5 AgCl	=	1,980	: 11,764	[1]
	=	0,8416	: 5;	
Sb : O	=	7,542	: 1;	
Sb : H	=	120,37	: 1.*)	

b) *Weber*, bei *Heinr. Rose*, 1856 (Pogg. Ann. **98**, 456).

Der Versuch wurde zur Prüfung der *Schneider*'schen Resultate angestellt: Antimontrichlorid wurde in weinsaurer Lösung durch Schwefelwasserstoff zersetzt und das Filtrat nach Behandlung mit Eisenoxydsulfat durch Silbernitrat gefällt.

$SbCl_3$: 3 AgCl	=	2,162	: 4,097	[1]
	=	1,583	: 3;	
$SbCl_3$: O	=	14,21	: 1;	
Sb : O	=	7,562	: 1;	
Sb : H	=	120,70	: 1.	

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 175; Liebig's Ann. **113**, 29).

Antimonchlorür, vorher mehrmals über gepulvertem Antimon abdestillirt, wurde in mit Weinsäure angesäuertem Wasser gelöst und durch titrirte Silberlösung zersetzt. Drei weitere Versuche, bei denen ein durch Fractioniren des käuflichen erhaltenes Chlorür zur Verwendung kam, sind nicht zur Berechnung zugezogen.

*) Die Abweichung dieses Versuches von dem vorhergehenden rührt nach *R.* von einem Gehalt an Schwefelsilber her.

				Min.:	Max.:
$SbCl_3 : 3Ag$	=	14,752 : 20,913 [4]			
	=	2,116 : 3;		2,115	2,118
$SbCl_3 : O$	=	14,273 : 1;		14,267	14,287
$Sb : O$	=	7,626 : 1;		7,619	7,639
$Sb : H$	=	121,71 : 1;		121,60	121,92.

d) *J. P. Cooke*, 1880 (Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Scienc. March 10, 1880, p. 251).

In früheren Versuchen (Proceed. **12**, 1) wurde Antimonbromür, das durch fractionirte Destillation und Umkrystallisiren aus Schwefelkohlenstoff gereinigt worden war, in Wasser unter Zusatz von Weinsäure gelöst und durch Silberlösung gefällt; das Bromsilber wurde gewogen. Fünfzehn Versuche mit Präparaten von fünf verschiedenen Darstellungen ergaben für das Atomgewicht 119,4 bis 120,4*). Verf. fand später, dass die gewichtsanalytische Bestimmung des Bromsilbers bei Gegenwart einer so bedeutenden Menge Weinsäure mit Fehlern behaftet sei, denen er auch das schwankende Ergebniss seiner Versuche zuschreibt. Er wählte daher das maassanalytische Verfahren, indem er die Lösung des Bromides mit nahezu der berechneten Silbermenge versetzte und dann mit einer Silberlösung, die 1^g Silber im Liter enthielt, austitrirte.

Das durch Sublimation gereinigte Bromid wurde abgewogen, in einer Literflasche unter Zusatz von Weinsäure zu 500^{ccm} gelöst und das als Silberband abgewogene Silber, in Salpetersäure gelöst, zugegeben. Der Rest des Silbers, etwa 0,015^g, wurde als titrirte Lösung zugefügt.

Es wurden fünf Versuche mit Bromid von zwei verschiedenen Darstellungen ausgeführt.

				Min.:	Max.:
$SbBr_3 : 3Ag$	=	13,2659 : 11,9391 [5]			
	=	3,33340 : 3;		3,33320	3,33357
$SbBr_3 : O$	=	22,4858 : 1;		22,4844	22,4869
$Sb : O$	=	7,4942 : 1;		7,4928	7,4953
$Sb : H$	=	119,61 : 1;		119,59	119,63.

In zwei Versuchen wurde das Bromsilber nach beendeter Titrirung abfiltrirt, bei 150° getrocknet und gewogen, sodann bis zum Schmelzen erhitzt und abermals gewogen. Die Gewichtsdifferenz zwischen beiden Wägungen war $\frac{1}{10}$ und $\frac{2}{10}$ Milligramme. Das erhaltene Bromsilber war somit frei von Weinsäure und Tartraten.

				Min.:	Max.:
$SbBr_3 : 3AgBr$	=	6,0548 : 9,4858 [2]			
	=	1,91490 : 3;		1,91487	1,91493
$SbBr_3 : O$	=	22,4864 : 1;		22,4860	22,4867
$Sb : O$	=	7,49476 : 1;		7,4944	7,4951
$Sb : H$	=	119,617 : 1;		119,611	119,622.

*) *C.* setzt Ag = 108,0; Br = 80,0.

C. berechnete zur Controle aus dem beim Titriren gebrauchten Silber und dem direct gewogenen Bromsilber das Atomgewicht des Bromes und fand im Mittel Br = 80 (= 79,75, wenn O = 15,96), mithin den genauen Werth für dieses Atomgewicht.

e) *Franz Pfeifer*, 1881 (Liebig's Ann. **209**, 174).

Aus der elektrolytischen Aequivalenz des Antimons.

Eine Lösung von Antimonchlorür in Salzsäure wurde elektrolysirt und das am negativen (Platin-)Pole abgeschiedene, explosive Antimon von seinen Beimengungen befreit und als Antimon gewogen. Ferner wurde das in der gleichen Zeit in einem *Poggendorff*'schen Silbervoltameter abgeschiedene Silber bestimmt.

					Min.:	Max.:
Sb : 3Ag	=	45,837	:	122,274 [7]		
	=	1,1246	:	3;	1,1215	1,1273
Sb : O	=	7,586	:	1;	7,5651	7,6044
Sb : H	=	121,08	:	1;	120,74	121,37.

Nr. 87. Wismuth, Bi.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 176; Liebig's Ann. **113**, 30).

Chlorwismuth wurde über gepulvertem Wismuth rectificirt und eine abgewogene Menge mit dem sechs- bis siebenfachen Gewichte kohlensauren Natriums in Lösung versetzt; im Filtrate wurde das Chlor titrirt. Die Versuche VII bis IX sind zur Berechnung verwendet, I bis VI gaben ziemlich erheblich von einander abweichende Zahlen. Die unten gegebenen Resultate wurden mit einer später übergehenden, völlig farblosen Fraction erhalten.

					Min.:	Max.:
$BiCl_3$: 3Ag	=	10,4747	:	10,7185 [3]		
	=	2,932	:	3;	2,929	2,933
$BiCl_3$: O	=	19,778	:	1;	19,758	19,785
Bi : O	=	13,130	:	1;	13,110	13,137
Bi : H	=	209,56	:	1 *);	209,24	209,67.

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr, Mo, W, U; *B*: Se.

Nr. 88. Chrom, Cr.

a) *Eug. Péligot*, 1844 (Ann. chim. phys. [3] **12**, 530; J. pr. Chem. **35**, 27).

Durch Analyse des Chromchlorüres.

*) Compt. rend. **46**, 951 und Liebig's Ann. **108**, 324 gibt *D.* an, er habe vorläufig Bi = 214 gefunden.

Vers. I.	$CrCl_2 : 2AgCl : \frac{1}{2}Cr_2O_3$	=	0,934	: 2,213	: 0,562;
II.		=	2,054	: 4,714	: 1,281;
III.		=	2,027	: 4,690 *)	: 1,246;
I.	$CrCl_2 : \frac{1}{2}Cr_2O_3 : 2AgCl$	=	0,8441	: 0,5079	: 2;
II.		=	0,8714	: 0,5435	: 2;
III.		=	0,8644	: 0,5313	: 2;
I.	$CrCl_2 : \frac{1}{2}Cr_2O_3 : O$	=	7,56	: 4,55	: 1;
II.		=	7,81	: 4,87	: 1;
III.		=	7,75	: 4,76	: 1;
I.	Cr : Cr : O	=	3,13	: 3,05	: 1;
II.		=	3,38	: 3,37	: 1;
III.		=	3,31	: 3,26	: 1;
I.	Cr : Cr : H	=	50,00	: 48,70	: 1;
II.		=	53,91	: 53,79	: 1;
III.		=	52,90	: 52,05	: 1.

Nach der *Rose*'schen Probe (s. unter Tantal, Nr. 82 S. 92) muss die Differenz zwischen dem Gewichte des angewandten $CrCl_2$ und des erhaltenen Cr_2O_3 sich zu dem Gewichte des Chlorsilbers verhalten, wie

$$(Cl_2 - \tfrac{3}{2}O) : 2AgCl.$$

Es ist aber

$$\frac{Cl_2 - \frac{3}{2}O}{O} = \frac{2 \times 2{,}21586 - 1{,}5}{1}$$

und

$$\frac{2AgCl}{O} = \frac{2 \times 8{,}96146}{1},$$

folglich

$$\frac{Cl_2 - \frac{3}{2}O}{2AgCl} = \frac{2{,}93172}{17{,}92292} = 0{,}16358.$$

Die Analysen ergaben:

$$\text{I. } \frac{0{,}934 - 0{,}562}{2{,}213} = 0{,}1681;$$

$$\text{II. } \frac{2{,}054 - 1{,}281}{4{,}714} = 0{,}1640;$$

$$\text{III. } \frac{2{,}027 - 1{,}246}{4{,}690} = 0{,}1665.$$

Nur Anal. II hält die Probe einigermassen, aber diese gibt einen so grossen Werth für Cr, dass die Vermuthung nahe gelegt wird, das Chromchlorür habe Oxychlorid enthalten.

b) *Siewert*, 1861 (Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften **17**, 530; JB. 1861, 241).

---

*) Ann. chim. phys. a. a. O. lies **4**,690 statt **2**,690.

In dem sublimirten, violetten Chromchloride wurde das Chlor bestimmt.

$$\begin{array}{l} Cr : O = 3,264 : 1; \\ \hline Cr : H = 52,09 : 1. \end{array}$$

Nr. 89. Molybdän, Mo.

a) *Heinr. Rose*, 1837 (Pogg. Ann. **40**, 400).

Nach einem etwas umständlichen und nach *R.*'s eigener Angabe Verlusten ausgesetztem Verfahren, mit dem übrigens eine Atomgewichtsbestimmung ursprünglich nicht beabsichtigt wurde.

$$\begin{array}{rcrcl} MoO_2Cl_2 : 2AgCl : MoS_2 = & 0,866 & : & 1,226 & : 0,6729 \; [1] \\ = & 1,4127 & : & 2 & : 1,0977; \\ MoO_2Cl_2 : MoS_2 : O = & 12,660 & : & 9,837 & : 1; \\ Mo : Mo : O = & 6,23 & : & 5,83 & : 1; \\ \hline Mo : Mo : H = & 99,4 & : & 93,0 & : 1. \end{array}$$

b) *Svanberg* und *Struve*, 1848 (Öfv. Ak. Förh. f. 1848; J. pr. Chem. **44**, 312; Liebig's Ann. **68**, 209).

Der Versuch wird von den Verfassern selbst als unbrauchbar bezeichnet, da das Molybdänacichlorid nie frei von Molybdänsäure sei.

$$\begin{array}{rcrcl} MoO_2Cl_2 : 2AgCl = & 3,0881 & : & 4,3245 & [1] \\ = & 1,4282 & : & 2; & \\ MoO_2Cl_2 : O = & 12,799 & : & 1; & \\ Mo : O = & 6.667 & : & 1; & \\ \hline Mo : H = & 101,6 & : & 1. & \end{array}$$

c) *Debray*, 1868 (Compt. rend. **66**, 732, Fres. Zeitschr. **8**, 526).

Durch Synthese des molybdänsauren Silbers, mittelst Zusammenbringens von Molybdänsäureanhydrid mit überschüssigem ammoniakalischem Silbernitrat.

$$\begin{array}{rcrcl} MoO_3 : Ag_2 = & 12,346 & : & 18,504 & [2] \\ = & 1,344 & : & 2; & \\ Mo : O = & 6,0014 & : & 1; & \\ \hline Mo : H = & 95,78 & : & 1; & \end{array}$$

Min.:	Max.:
1,3342	1,3347
6,0000	6,0035
95,76	95,82.

A. a. O. findet sich, offenbar in Folge eines Druckfehlers, das Gewicht der Molybdänsäure in Versuch II zu 5,510 angegeben, statt 5,110, mit welcher Zahl obige Rechnung durchgeführt ist.

d) *P. Liechti* und *B. Kempe*, 1873 (Liebig's Ann. **169**, 344 bis 359. Die zunächst nicht als Atomgewichtsbestimmung unternommenen Versuche sind von *Lothar Meyer*, a. a. O. S. 360, hierzu umgerechnet worden).

Durch Analyse des Di-, Tetra- und Pentachlorides. Das Molybdän wurde als Zweifach-Schwefelmolybdän, das Chlor als Chlorsilber gewogen.

Die Berechnung mittelst der Gewichtsdifferenz zwischen dem Chloride und dem Zweifach-Schwefelmolybdän s. unter VIII, B. Dieselbe ist, wie *Lothar Meyer* a. a. O bemerkt, nur bei $MoCl_4$ und $MoCl_5$ zulässig, da bei den übrigen Chloriden die Versuchsfehler zu sehr ins Gewicht fallen würden.

α) Dichlorid.

$MoCl_2 : MoS_2 : 2AgCl =$	0,7007	: 0,6702	: 1,2005 [3]	
=	1,1674	: 1,1165	: 2:	
Min.:	1,1639	1,1118		
Max.:	1,1713	1,1213		
$MoCl_2 : MoS_2 : O =$	10,46	: 10,01	: 1;	
Min.:	10,43	9,96		
Max.:	10,50	10,05		
Mo : Mo : O =	6,030	: 5,998	: 1:	
Min.:	6,00	5,96		
Max.:	6,06	6,04		
Mo : Mo : H =	96,23	: 95,73	: 1:	
Min.:	95,73	95,06		
Max.:	96,79	96,41.		

Das krystallisirte $(MoCl_2)_2 + 3H_2O$ wurde nach dem Entwässern bei 130° ebenfalls analysirt; da aber mit dem Wasser stets merkbare Mengen von Chlor als Salzsäure entwichen, so sind die Resultate für die Atomgewichtsbestimmung zu schwankend; ebenso beim Trichloride.

β) Tetrachlorid.

$MoCl_4 : MoS_2 : 4AgCl =$	0,4126	: 0,2780	: 0,9944 [1]	
=	0,1923		: 0,4654 [1]	
	0,6049		: 1,4598 [2]	
=	1,657	: 1,118	: 4:	
Min.:	1,653			
Max.:	1,660			
$MoCl_4 : MoS_2 : O =$	14,85	: 10,021	: 1:	
Min.:	14,81			
Max.:	14,87			
Mo : Mo : O =	5,99	: 6,014	: 1:	
Min.:	5,95			
Max.:	6,01			
Mo : Mo : H =	95,60	: 95,98	: 1:	
Min.:	94,93			
Max.:	95,92.			

γ) Pentachlorid.

$MoCl_5 : MoS_2 : 5AgCl$	=	0,8276	: 0,4855	: 2,1687	[2]
	=	1,9078	: 1,1179	: 5;	
	Min.:	1,9072	: 1,1145		
	Max.:	1,9084	: 1,1214		
$MoCl_5 : MoS_2 :$ O	=	17,097	: 10,018	: 1;	
	Min.:	17,091	: 9,987		
	Max.:	17,102	: 10,049		
Mo : Mo : O	=	6,017	: 6,011	: 1;	
	Min.:	6,011	: 5,980		
	Max.:	6,023	: 6,042		
Mo : Mo : H	=	96,04	: 95,93	: 1;	
	Min.:	95,95	: 95,44		
	Max.:	96,13	: 96,43.		

Nr. 90. Wolfram, W.

a) *Zettnow*, 1867 (Pogg. Ann. **130**, 16, 240; Zeitschr. f. Chem. 1867, S. 282; Fres. Zeitschr. **6**, 349; Bull. soc. chim. [2] **8**, 37, 174).

Durch Analyse des wolframsauren Silbers.

In der ersten Versuchsreihe wurde das Salz durch Salpetersäure zersetzt und das Silber in der Lösung durch Chlornatriumlösung titrirt.

					Min.:	Max.:
$Ag_2WO_4 : Ag_2O$	=	3,909	: 1,9552238	[2]		
$WO_3 : Ag_2O$	=	0,99925	: 1;		0,99916	0,99946
W : O	=	11,480	: 1;		11,479	11,483
W : H	=	183,23	: 1;		183,21	183,27.

In einer weitern Reihe von Versuchen wurde das Silbersalz direct durch Kochsalzlösung zersetzt und das Chlorsilber gewogen.

					Min.:	Max.:
$Ag_2WO_4 : 2AgCl$	=	8,388	: 5,1891	[3]		
	=	3,2329	: 2;		3,2323	3,2337
$Ag_2WO_4 :$ O	=	28,972	: 1;		28,966	28,979
W : O	=	11,481	: 1:		11,474	11,488
W : H	=	183,23	: 1;		183,13	183,35.

b) *H. E. Roscoe*, 1872 (Chem. News **25**, 61, 73; Liebig's Ann. **162**, 368; Fres. Zeitschr. **11**, 363).

Durch Analyse des Hexachlorides, WCl_6.

Die Substanz wurde zur Chlorbestimmung in Wasserstoff reducirt und die entstandene Salzsäure bestimmt. Zur Metallbestimmung wurden besondere Mengen verwendet, die vor der Reduction der feuchten Luft ausgesetzt wurden, um die Energie der Reaction zu mässigen.

WCl_6 :	$6\,AgCl$	= 19,570	: 42,4127	[1]
		= 2,7685	: 6;	
WCl_6 :	O	= 24,810	: 1;	
W :	O	= 11,515	: 1;	
W :	H	= 183,77	: 1.	

Beziehung des Chlorides zum Metalle s. unten Nr. 206.

Nr. 91. Uran, U.

a) *Péligot*, 1842 (Ann. chim. phys. [5] **5**, 12).

Das grüne Chlorür, UCl_4, wurde in Wasser gelöst, die Lösung, um eine Reduction von Silber zu verhindern, stark salpetersauer gemacht, mit Silbernitrat gefällt und das Filtrat entweder durch Ammoniak ausgefällt, geglüht und gewogen oder erst durch Wasserstoff reducirt.

Die Angaben enthalten mehrere nicht zu ermittelnde Schreib- und Druckfehler, so dass die angegebenen Beobachtungen nicht mit den berechneten Resultaten übereinstimmen (Vers. I, IV und V). Ausserdem ergibt nur für Vers. VII die Wägung des Chlorsilbers und des Oxydes das nämliche Atomgewicht (*Rose*'sche Probe, vgl. Tantal S. 92). Die Berechnung von Chlorür zu Oxyd siehe unten Nr. 207.

Vers. VII: UCl_4 :	$4\,AgCl$:	$\frac{1}{2}\,U_2O_5$	= 1,755	: 2,654	: 1,289
			= 2,6450	: 2	: 1,9427;
UCl_4 :	$\frac{1}{2}\,U_2O_5$:	O	= 23,694	: 17,397	: 1;
U :	U :	O	= 14,831	: 14,898	: 1;
U :	U :	H	= 236,70	: 237,77	: 1.

b) *Rammelsberg*, 1842 (Pogg. Ann. **55**, 318, vergl. auch **56**, 125).

Die wässrige Lösung des grünen Chlorüres wurde durch Silbernitrat gefällt und im gewogenen Niederschlage, um einen durch reducirtes Silber entstandenen Fehler zu entdecken, das Chlor entweder durch Reduction mittelst Wasserstoffes oder durch Schmelzen mit Soda bestimmt. Im Filtrate wurde das Uran durch Ammoniak gefällt und als Oxydoxydul, U_3O_8, gewogen.

Vers. I.	UCl_4 : $4\,AgCl + xAg$:	Cl_4 :	$\frac{1}{3}\,U_3O_8$		
	= 1,624	: 2,602	: 0,5862	: 1,200;	
» II.	= 1,210	: 1,754	: 0,4337	: 0,901;	
» III.	= 1,633	: 2,389	: 0,5881	: 1,220.	

Setzt man die dem gefundenen Chlor entsprechenden Mengen von Chlorsilber*) in die Rechnung ein, so erhält man:

Vers. I.	UCl_4 : $4\,AgCl$: $\frac{1}{3}\,U_3O_8$	= 1,624	: 2,372	: 1,200;
» II.		= 1,210	: 1,755	: 0,901;
» III.		= 1,633	: 2,380	: 1,220;

*) Das Chlorsilber des ersten Versuches war also sehr unrein, das der andern ziemlich rein.

Vers. I.	$UCl_4 : 4AgCl : \frac{1}{3}U_3O_8$	=	2,739 :	4	: 2,024;
» II.		=	2,758 :	4	: 2,054;
» III.		=	2,745 :	4	: 2,050;
Vers. I.	$UCl_4 : \frac{1}{3}U_3O_8 : O$	=	24,54 :	18,13	: 1;
» II.		=	24,71 :	18,40	: 1;
» III.		=	24,59 :	18,37	: 1;
Vers. I.	U : U : O	=	15,68 :	15,47	: 1;
» II.		=	15,85 :	15,74	: 1;
» III.		=	15,73 :	15,71	: 1;
Vers. I.	U : U : H	=	250,2 :	246,9	: 1;
» II.		=	253,0 :	251,1	: 1;
» III.		=	251,1 :	250,7	: 1.

Nach der *Rose*'schen Probe erscheint der letzte Versuch als der beste; da jedoch eine Verunreinigung durch Oxychlorid oder Oxyd nicht ausgeschlossen ist, erscheinen diese hohen Zahlen keineswegs als sicher.

Nr. 92. Selen, Se.

Berzelius, 1818 (Lehrb. **3**, 1205; Pogg. Ann. **8**, 21).

»100 Theile Selen nehmen 179 Chlor auf«.

Se : $SeCl_4$: 4AgCl	=	1 : 2,79 :	7,2285	[1]	
	=	0,55343 :	1,5439	: 4;	
Se : $SeCl_4$: O	=	4,9595 :	13,840	: 1;	
Se : Se : O	=	4,960 :	4,977	: 1;	
Se : Se : H	=	79,15 :	79,43	: 1.	

Nr. 93. Tellur, Te.

a) *v. Hauer*, 1857 (Wien. Ak. Ber. **25**, 135; Ch. Centralbl. 1857, S. 904; Str. 113).

Durch Analyse des Kaliumtellurbromides.

						Min.:	Max.:
K_2TeBr_6 : 6AgBr	=	16,299 :	26,792*)	[5]			
	=	3,6501 :	6;			3,6446	3,6536
K_2TeBr_6 : O	=	42,86 :	1;			42,80	42,90
Te : O	=	7,988 :	1;			7,923	8,029
Te : H	=	127,5 :	1;			126,5	128,1.

*) Diese Zahl ist aus der von *v. H.* angegebenen Procentzahl des Bromes mittelst der von ihm angenommenen Atomgewichte rückwärts berechnet.

b) *W. L. Wills*, 1879 (Chem. Soc. J. Nr. 203, p. 704).

Durch Analyse des Kaliumtellurbromides, K_2TeBr_6.

Das in rhombischen Krystallen erhaltene Salz wurde bei 120 bis 160° getrocknet. Eine abgewogene Menge des wasserfreien Salzes wurde in verdünnter Salpetersäure gelöst und durch Silberlösung gefällt.

						Min.:	Max.:
K_2TeBr_6 :	6 AgBr	=	11,29175	:	18,58280 [5]		
		=	3,64587	:	6;	3,64260	3,65077
K_2TeBr_6 :	O	=	42,81	:	1;	42,77	42,87
Te :	O	=	7,938	:	1;	7,900	7,996
Te :	H	=	126,7	:	1;	126,1	127,6.

Aus Familie VII, Gruppe A: Mn.

Nr. 94. Mangan, Mn.

a) *Turner*, 1818 (Philos. Mag. [2] **4**, 22; Pogg. Ann. **14**, 211; Str. 85).

Manganchlorür wurde in einem Strome von Chlorwasserstoff geschmolzen. Es erstarrte zu einer blätterig-krystallinischen Masse von schöner Nelkenfarbe.

$MnCl_2$:	2 AgCl	=	12,47	:	28,42 Gran;
		=	0,87756	:	2;
$MnCl_2$:	O	=	7,8659	:	1;
Mn :	O	=	3,434	:	1;
Mn :	H	=	54,81	:	1.

b) *Berzelius*, 1830 (Pogg. Ann. **18**, 74; Lehrb. **3**, 1224).

»Ich nahm 4g geschmolzenes Chlormangan und erhielt als Atomengewicht bei einem Versuche 345,84 und bei einem andern 345,96.« (*Berz.* in Pogg. Ann. **8**, 74; JB. **9**, 136).

							Min.:	Max.:
$MnCl_2$:	2 AgCl	=	7,27075	:	16,5441	[2]		
		=	0,87895	:	2;		0,87890	0,87902
$MnCl_2$:	O	=	7,87665	:	1;		7,87624	7,87731
Mn :	O	=	3,4449	:	1;		3,4445	3,4456
Mn :	H	=	54,981	:	1;		54,975	54,992.

c) *Arfvedson*, 1828 (Afhandl. i. Fysik, Kemi etc. **3**, 149; Berz. JB. **9**, 136; Schweigg. J. **42**, 202).

$MnCl_2$:	2 AgCl	=	1,508	: 3,408	[1]
		=	0,8850	: 2;	
$MnCl_2$:	O	=	7,932	: 1;	
Mn :	O	=	3,5004	: 1;	
Mn :	H	=	55,87	: 1.	

d) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 151; Liebig's Ann. **113**, 25).

In Salzsäuregas geschmolzenes Manganchlorür wurde durch Silber gefällt.

						Min.:	Max.:
$MnCl_2$:	2 Ag	=	11,8593	: 20,3335	[5]		
		=	1,1665	: 2;		1,1664	1,1669
$MnCl_2$:	O	=	7,8686	: 1;		7,8679	7,8713
Mn :	O	=	3,4369	: 1;		3,436	3,439
Mn :	H	=	54,85	: 1;		54,84	54,90.

Aus Familie VIII: Fe, Co, Ni; Ru, Pt.

Nr. 95. Eisen, Fe.

Dumas, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 157; Liebig's Ann. **113**, 26).

α) Eisenchlorür wurde mit Silber titrirt.

Vers. I. Das Präparat hatte einen Stich in's Strohgelbe, enthielt also wohl Chlorid.

$FeCl_2$:	2 Ag	=	3,677	: 6,238	[1]
		=	1,1789	: 2;	
$FeCl_2$:	O	=	7,9522	: 1;	
Fe :	O	=	3,5205	: 1;	
Fe :	H	=	56,19	: 1.	

Vers. II. Nach Erhitzen in wasserstoffhaltigem Salzsäuregas war das Präparat zwar farblos, enthielt aber 0,006% Metall, wofür eine Correction angebracht wurde.

$FeCl_2$:	2 Ag	=	3,924	: 6,675	[1]
		=	1,1757	: 2;	
$FeCl_2$:	O	=	7,9307	: 1;	
Fe :	O	=	3,499	: 1;	
Fe :	H	=	55,84	: 1.	

β) Eisenchlorid wurde durch Silber titrirt.

						Min.:	Max.:
$FeCl_3$:	3 Ag	=	2,421	: 4,8185	[2]		
		=	1,5073	: 3:		1,5067	1,5079
$FeCl_3$:	O	=	7,9516	: 1;		7,9475	7,9556
Fe :	O	=	3,520	: 1;		3,516	3,524
Fe :	H	=	56,18	: 1;		56,11	56,24.

D. vermuthet, dass das Salz nicht absolut wasserfrei war.

Nr. 96. Kobalt, Co.

a) *Rothoff*, 1826 (Ref. v. *Berzelius* in Pogg. Ann. **8**, 185; Berz. Lb. **3**, 1220; Str. 75).

Kobaltoxydul wurde in neutrales Chlorür verwandelt und dies durch Silberlösung gefällt.

(s. G.)	CoO : 2AgCl	=	2,692	: 10,299	[1]
		=	0,5228	: 2;	
	Co : O	=	3,684	: 1;	
	Co : H	=	58,80	: 1;	

(vgl. *Marignac* 1858, Arch. phys. nat. **1**, 372).

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 148; Liebig's Ann. **113**, 24).

Das zu den drei ersten Versuchen dienende Kobaltchlorür war durch Lösen von Kobalt in Königswasser und Glühen des Trockenrückstandes in Chlorwasserstoff erhalten. Zu den beiden letzten Versuchen wurde ein schliesslich im Vacuum erhitztes Chlorür verwendet.

						Min.:	Max.:
(w. G.)	$CoCl_2$: 2Ag	=	16,8755	: 28,0195	[5]		
		=	1,2046	: 2;		1,2037	1,2054
	$CoCl_2$: O	=	8,126	: 1;		8,120	8,131
	Co : O	=	3,694	: 1;		3,688	3,699
	Co : H	=	58,95	: 1;		58,86	59,04.

Nr. 97. Nickel, Ni.

a) *Rothoff*, 1826 (Ref. v. *Berzelius* in Pogg. Ann. **8**, 184; Berz. Lb. **3**, 1219).

Nickeloxydul wurde in neutrales Chlorür verwandelt und dieses durch Silberlösung gefällt.

(s. G.)	NiO : 2AgCl	=	1,88	: 7,182	[1]
		=	0,5235	: 2;	
	Ni : O	=	3,691	: 1;	
	Ni : H	=	58,91	: 1.	

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 149; Liebig's Ann. **113**, 24).

Für die drei ersten Versuche wurde das durch Abdampfen der mittelst Königswasser erhaltenen Metalllösung mit Salzsäure erhaltene Chlorür vor der Wägung 12 bis 24 Stunden im Salzsäurestrome zur Rothgluth erhitzt. Für die beiden letzten Versuche diente ein durch Ueberleiten von Chlor über schwammförmiges Nickel direct erhaltenes Chlorür.

					Min.:	Max.:
(w. G. ?) $NiCl_2$: 2 Ag	=	11, 3283	:	18,8185 [5]		
	=	1,2040	:	2;	1,2035	1.2042
	=	8,122	:	1;	8,118	8,123
Ni : O	=	3,690	:	1;	3,686	3,691
Ni : H	=	58,89	:	1;	58,84	58,91.

Nr. 98. Ruthenium, Ru.

Claus, 1845 (Bullet. de St. Petersb. **3**, 353; Pogg. Ann. **65**. 219; J. pr. Chem. **34**, 173, 420).

					Min.:	Max.:
RuK_2Cl_5 : 5 AgCl	=	1,358	:	2,632 [2]		
	=	2,580	:	5;	2,579	2,581
RuK_2Cl_5 : O	=	23,1205	:	1;	23,112	23,129
Ru : O	=	7,150	:	1;	7,141	7,159
Ru : H	=	114,12	:	1:	113,97	114,26.

Nach Angabe von *Cl.* enthielt das Salz noch gegen 1 % Wasser. Die Zahlen sind also nicht zuverlässig.

Nr. 99. Platin, Pt.

K. Seubert, 1880 (Liebig's Ann. **207**, 29 [Habilit.-Schrift]; Ausz. in Ber. D. chem. Ges. **14**, 868).

α) Durch Reduction des Kaliumplatinchlorides im Wasserstoffstrome; die gebildete Salzsäure, entsprechend dem an Platin gebundenen Chlor, wurde in Wasser aufgefangen, durch Silbernitrat gefällt und als Chlorsilber gewogen. Im Salzrückstande wurden Platin und Chlorkalium bestimmt (s. unten Nr. 107[c]).

Mit Ausnahme eines Gehaltes an Metall oder Chlorür sind alle Verunreinigungen ohne Einfluss auf dieses Verhältniss.

Da jeder Verlust an Chlor das Atomgewicht zu hoch finden lässt, haben die niedrigern Zahlen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich.

					Min.:	Max.:
(s. G.) Pt : 4 AgCl	=	5,9243	:	17,4139 [3]		
	=	1,3608	:	4;	1,3589	1,3626
Pt : O	=	12,195	:	1:	12,178	12,211
Pt : H	=	194,63	:	1;	194,35	194,88

β) Durch Bestimmung von Chlor und Platin im Ammoniumplatinchloride. Das Salz wurde im Wasserstoffstrome reducirt, der Salmiak und die entstandene Salzsäure in Wasser gelöst und durch Silbernitrat gefällt; das Chlorsilber wurde gewogen.

					Min.:	Max.:
Pt : 6AgCl	=	3,5390	:	15,5480 [3]		
	=	1,3657	:	6;	1,3638	1,3676
Pt : O	=	12,239	:	1;	12,222	12,256
Pt : H	=	195,33	:	1;	195,06	195,60.

Der einzig mögliche Fehler der Methode ist ein Verlust an Chlor, der das Atomgewicht erhöht. Daher wird die kleinste Zahl der Wahrheit am nächsten kommen.

III. Beziehungen auf Alkalichloride.

Vorbemerkung: Nach der Atomgewichtstafel sind:

1) **NaCl : O = 3,65665 : 1;**
KCl : O = 4,66145 : 1;
NH_4Cl : O = 3,34440 : 1.

2) Als bekannt sind ferner in einzelnen Versuchen angenommen die Beziehungen:

K : O = 2,44559 : 1;
Ba : O = 8,57500 : 1;
NH_4 : O = 1,12854 : 1;
Cl : O = 2,21586 : 1.

Aus Familie I, Gruppe B: Au.

Nr. 100. Gold, Au.

Berzelius, 1844 (JB. **25**, 41; Lehrb. **3**, 1212).

Durch Reduction des Kaliumdoppelsalzes im Wasserstoff; die Wägungen sind mit einem Fehler behaftet, da dasselbe sich nicht ohne Chlorverlust trocknen lässt.

					Min.:	Max.:
(s. G.) Au : KCl	=	9,9685	:	3,7800 [5]		
	=	2,6372	:	1;	2,6360	2,6382
Au : O	=	12,293	:	1;	12,288	12,298
Au : H	=	196,20	:	1;	196,11	196,27.

Aus Familie VI, Gruppe B: Se.

Nr. 101. Selen, Se.

Mitscherlich und *Nitzsch*, 1827 (Pogg. Ann. **9**, 627).

Geschmolzenes selensaures Kalium wurde in Chlorkalium übergeführt durch Umsetzung mit Chlorbaryum. Ein sehr mangelhafter Versuch.

$$K_2SeO_4 : BaSeO_4 = 2{,}6545 : 3{,}3435 \; [1]$$
$$= 0{,}79393 : 1;$$
$$Se = \frac{(Ba + O_4) \times 0{,}79393 - 2\,K + O_4}{1 - 0{,}79393}.$$
$$Se : O = 5{,}30 : 1;$$
$$Se : H = 84{,}6 : 1.$$

Aus dem entstandenen Chlorkalium berechnet sich:

$$K_2SeO_4 : 2\,KCl = 2{,}6545 : 1{,}7655 \; [1]$$
$$= 3{,}0072 : 2;$$
$$K_2SeO_4 : O = 14{,}0179 : 1;$$
$$Se : O = 5{,}127 : 1;$$
$$Se : H = 81{,}82 : 1.$$

Aus Familie VIII: Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt.

Nr. 102. Ruthenium, Ru.

Claus, 1845 (Bull. de St. Petersb. 1845, **3**, 353; Pogg. Ann. **65**, 218; J. pr. Chem. **34**, 173, 420).

Das Salz wurde vor der Analyse im Chlorstrome getrocknet.

			Min.:	Max.:
$RuK_2Cl_5 : Ru : 2\,KCl =$	3,089	: 0,888 : 1,276 [3]		
$RuK_2Cl_5 : Ru =$	3,478	: 1;	3,494	3,458
$Ru : K_2Cl_5 =$	0,40348	: 1;	0,4010	0,4068
$Ru : O =$	6,444	: 1;	6,404	6,497
$Ru : H =$	102,8	: 1;	102,2	103,7
$Ru : 2\,KCl =$	1,392	: 2;	1,379	1,408
$Ru : O =$	6,489	: 1;	6,428	6,563
$Ru : H =$	103,56	: 1;	102,6	104,8.

Die Rechnung stimmt nicht genau mit der von *Claus*, wahrscheinlich in Folge eines Druckfehlers in der ersten Analyse.

Nr. 113. Rhodium, Rh.

Berzelius, 1828 (Pogg. Ann. **13**, 442; Lehrb. **3**, 1214).

Durch Reduction des Doppelsalzes im Wasserstoffstrome; das Salz lässt sich durch Erhitzen im Chlorgase bis zum beginnenden Glühen ohne Zersetzung trocknen.

RhK_2Cl_5 : 2 KCl : Rh	=	3,146	: 1,304	: 0,912 [1] *)	
RhK_2Cl_5 : Rh	=	3,44956	: 1;		
Rh : K_2Cl_5	=	0,40824	: 1;		
Rh : O	=	6,5197	: 1;		
Rh : H	=	104,06	: 1;		
Rh : 2 KCl	=	1,399	: 2;		
Rh : O	=	6,5214	: 1;		
Rh : H	=	104,08	: 1.		

Nr. 104. Palladium, Pd.

Berzelius, 1828 (Aus Öfv. Ak. Förh. in Pogg. Ann. **13**, 455; Lehrb. **3**, 1213; Str. 93).

Durch Reduction des Kaliumpalladiumchlorüres im Wasserstoff.

Da das Salz hartnäckig Wasser zurückhält, andererseits aber beim Erhitzen leicht Chlor verliert, so ermittelte *B.* das Atomgewicht nur aus dem Verhältnisse des Metalles zum Chlorkalium.

(PdK_2Cl_4) : 2 KCl : Pd	=	(2,606)	: 1,192	: 0,851 [1]
	=	(4,372)	: 2	: 1,4279
Pd : O	=	6,656	: 1;	
Pd : H	=	106,2	: 1.	

Strecker (S. 93) führt noch einen andern Versuch an (auch in Pogg. Ann. a. a. O. enthalten), den *B.* später wegliess, weil das Salz bis zum Schmelzen erhitzt worden war.

Pd : 2 KCl	=	0,575	: 0,809
	=	1,4215	: 1;
Pd : O	=	6,626	: 1;
Pd : H	=	105,8	: 1.

Nr. 105. Osmium, Os.

Berzelius, 1828 (Aus Öfvers. Ak. Förh. in Pogg. Ann. **13**, 530; Lehrb. **3**, 1213).

Nach gelindem Glühen im Chlorgase wurde das Kaliumosmiumchlorid durch Wasserstoff reducirt und das Chlorkalium

*) In Pogg. Ann. a. a. O. findet sich noch ein zweiter Versuch angegeben, den *B.* jedoch nicht ins Lehrbuch aufgenommen hat.

durch Wasser ausgezogen. Der Metallgehalt ist aus der Differenz der Gewichte des Reductionsproductes und des Chlorkaliums berechnet.

Nach *Str.* hat *Rücker* einen Fehler in *B.*'s Rechnung nachgewiesen, der übrigens auf das Resultat fast ohne Einfluss ist.

OsK_2Cl_6 : 2KCl : Os	=	1,3165	: 0,401	: 0,535 [1]
OsK_2Cl_6 : Os	=	2,46075	: 1;	
Os : K_2Cl_6	=	0,68458	: 1;	
Os : O	=	12,450	: 1;	
Os : H	=	198,7	: 1;	
Os : 2KCl	=	2,668	: 2;	
Os : O	=	12,437	: 1;	
Os : H	=	198,5	: 1.	

Nr. 106. Iridium, Ir.

a) *Berzelius*, 1828 (Öfv. Ak. Förh. 1828, S. 25; JB. **9**, 115; Str. 73).

»100 Theile des in einem Strom von Chlorgas gelinde geglühten Iridiumsalzes verloren, bei der Reduction mit Wasserstoffgas, 29 Theile an fortgegangenem Chlor. Da beim Platinsalze derselbe Verlust stattfindet, so scheint es, dass diese Metalle, ähnlich dem Kobalt und Nickel, sehr nahe ein gleiches Atomgewicht besitzen«.

Der Versuch wurde mit einem nicht reinen Präparate*) angestellt.

IrK_2Cl_6 : Cl_4	=	1	: 0,29	[1]
Ir+2KCl : Cl_4	=	0,71	: 0,29;	
	=	9,7932	: 4;	
Ir+2KCl : O	=	21,700	: 1;	
Ir : O	=	12,377	: 1;	
Ir : H	=	197,5	: 1.	

b) *K. Seubert*, 1878 (Ueb. d. Atomg. d. Iridiums; Inaug.-Diss. Tübing. 1878, S. 45; Ber. D. chem. Ges. **11**, 1770).

α) Das Kaliumdoppelsalz wurde durch gelindes Glühen im Chlorgase getrocknet und im Wasserstoffstrome reducirt; im Rückstande wurden Chlorkalium und Iridium durch Wasser getrennt und gewogen.

*) »Hinzusetzen muss ich zwar, dass ich das Iridium nicht absolut von Osmium befreit gehabt habe.« *Berzelius.*

	IrK_2Cl_6 : 2 KCl : Ir =	18,0740	: 5,5702	: 7,2079 [8]		
					Min.:	Max.:
(s. G.)	IrK_2Cl_6 : Ir =	2,5075	: 1;		2,5068	2,5082
	Ir : K_2Cl_6 =	0,6633	: 1;		0,6630	0,6636
	Ir : O =	12,064	: 1;		12,058	12,069
	Ir : H =	192,54	: 1;		192,44	192,62
	Ir : KCl =	2,5880	: 1;		2,5866	2,5903
	Ir : O =	12,064	: 1;		12,057	12,075
	Ir : H =	192,54	: 1;		192,43	192,71.

Eine Controle lässt sich gewinnen, wenn man den Gewichtsverlust, den das Salz beim Glühen im Wasserstoff erleidet, als Cl_4 in Rechnung stellt:

(s. G.)	Ir : Cl_4 =	7,2079	: 5,2940 [8]			
					Min.:	Max.:
	=	5,446	: 4;		5,442	5,450
	Ir : O =	12,068	: 1;		12,060	12,07712
	Ir : H =	192,60	: 1;		192,47	192,75.

β) Das durch mehrfaches Umkrystallisiren gereinigte Ammonium-Doppelsalz wurde im Wasserstoffstrome reducirt und das Metall gewogen.

(s. G.)	$Ir(NH_4)_2Cl_6$: Ir =	14,0779	: 6,1563 [7]			
					Min.:	Max.:
	=	2,28675	: 1;		2,28598	2,28808
	Ir : $(NH_4)_2Cl_6$ =	0,77715	: 1;		0,77635	0,77762
	Ir : O =	12,086	: 1;		12,074	12,094
	Ir : H =	192,90	: 1;		192,70	193,02.

Nr. 107. Platin, Pt.

a) *Berzelius*, 1826 (Öfv. Ak. Förh. 1828; Pogg. Ann. **13**, 469; Lehrb. **3**, 1213).

Das Kaliumplatinchlorid wurde aus einer alkoholischen Lösung von Platinchlorid durch eine gesättigte Lösung von Chlorkalium in Wasser gefällt, mit Weingeist gewaschen und bei einer der Glühhitze nahen Temperatur im Chlorgase getrocknet.

PtK_2Cl_6 : 2 KCl : Pt =	6,981	: 2,135	: 2,822 [1 ?]	
PtK_2Cl_6 : Pt =	2,4735	: 1;		
Pt : K_2Cl_6 =	0,6786	: 1;		
Pt : O =	12,34	: 1;		
Pt : H =	196,98	: 1;		
Pt : 2 KCl =	2,644	: 2;		
Pt : O =	12,32	: 1;		
Pt : H =	196,7	: 1.		

b) *Andrews*, 1852 (Chem. Gaz. 1852, 379; Liebig's Ann. **85**, 255; Str. 96).

Bei 105° im Vacuum getrocknetes Kaliumplatinchlorid wurde durch Digestion mit metallischem Zink und Wasser zersetzt. Das abgeschiedene Platin wurde gewogen und im Filtrate das Chlor bestimmt. Das Platinsalz enthielt noch 0,0055 seines Gewichtes Wasser; ob hierfür eine Correction angebracht wurde, ist nicht angegeben; nähere Versuchszahlen fehlen.

»Drei Versuche ergaben 98,93; 98,84; 99,06: im Mittel 98,94«.

		Min.:	Max.:
Pt : O =	12,398 : 1:	12,386	12,413
Pt : H =	197,9 : 1:	197,7	198,1.

c) *K. Seubert*, 1880 (Liebig's Ann. **207**, 29, Habilit.-Schrift: Ausz. in Ber. D. chem. Ges. **14**, 868).

α) Das aus verdünnter Lösung gefällte Kaliumplatinchlorid wurde im Wasserstoffstrome reducirt, das Gemenge von Platin und Chlorkalium durch Wasser getrennt und beide Bestandtheile gewogen. Zwei Versuchsreihen mit Salzen verschiedener Darstellung gaben nahezu übereinstimmende Zahlen: dieselben sind nachfolgend zusammengezogen. Zur Controle wurde auch das an Platin gebundene Chlor bestimmt, vgl. Nr. 99α S. 109.

PtK_2Cl_6 : 2 KCl : Pt = 35,4174 : 10,8680 : 14,2060 [8]

			Min.:	Max.:
(s. G.)	PtK_2Cl_6 : Pt =	2,4931 : 1:	2,4919	2,4956
	Pt : K_2Cl_6 =	0,6697 : 1:	0,6686	0,6703
	Pt : O =	12,180 : 1:	12,160	12,190
	Pt : H =	194,39 : 1:	194,07	194,55
	Pt : 2 KCl =	2,614 : 2:	2,611	2,621
	Pt : O =	12,186 : 1:	12,171	12,218
	Pt : H =	194,49 : 1:	194,25	195,00.

β) Aus verdünnter Lösung gefälltes Ammoniumplatinchlorid wurde im Wasserstoffstrome reducirt und das Metall direct gewogen.

In drei Versuchsreihen mit Salzen verschiedener Darstellungen schwanken die Mittelwerthe zweier Reihen um den der dritten als ihr Mittel. Nachstehend sind alle drei Reihen zusammengezogen. Die Chlorbestimmung im Salze s. Nr. 99β, S. 109.

(s. G.) $Pt(NH_4)_2Cl_6$: Pt = 52,9689 : 23,2803 [21]

		Min.:	Max.:
	=	2,2753 : 1:	2,2714	2,2794
Pt :	$(NH_4)_2Cl_6$ =	0,78415 : 1:	0,7816	0,7865
	Pt : O =	12,195 : 1:	12,156	12,233
	Pt : H =	194,64 : 1:	194,00	195,23.

Der wahrscheinlichste Werth ist die Mittelzahl der auf K_2Cl_6, KCl, Cl_4 und $(NH_4)_2Cl_6$ bezogenen Werthe:

(s. G.) Pt : O = 12,184 : 1 [39]
Pt : H = 194,46 : 1.

Die Reduction auf den leeren Raum, je auf die Mittelzahlen der einzelnen Methoden angewandt, ergibt, wenn $D(K_2PtCl_6) = 3,640$; $D([NH_4]_2PtCl_6) = 3,013$; $D(Pt) = 21,28$; $D(KCl) = 1,995$ und $D(AgCl) = 5,514$, als allgemeines Mittel:

(w. G.) Pt : O = 12,1767 : 1 [39]
Pt : H = 194,34 : 1.

IV. Beziehung auf Gold.

Vorbemerkung: 1) Nach der Atomgewichtstafel ist:

Au : O = 12,29315 : 1.

2) Ferner wird als bekannt angenommen:

SO_4 : O = 6,00372 : 1.

Aus Familie II, Gruppe A: Ba; *B:* Hg.

Nr. 108. Baryum, Ba.

Levol, 1850 (Ann. chim. phys. [3] **30**, 359; J. pr. Chem. **51**, 446).

In gelöstes Goldchlorid, das aus einem bestimmten Gewichte Gold bereitet war, wurde SO_2 geleitet und die entstandene Schwefelsäure als $BaSO_4$ bestimmt.

Die Oxydation der schwefligen Säure durch den Sauerstoff der Luft glaubt *L.* durch lebhaftes Siedenlassen der Lösung während und nach der Reduction verhütet zu haben. Zwei Versuche ergaben genau das gleiche Resultat. Die Reaction verläuft nach der Formel:

$$2\,AuCl_3 + 3\,SO_2 + 6\,H_2O = 2\,Au + 3\,H_2SO_4 + 6\,HCl.$$

$3\,BaSO_4$: $2\,Au$ = 1,782 : 1 [1]
= 3,564 : 2;
$BaSO_4$: O = 14,604 : 1;
Ba : O = 8,6006 : 1;
Ba : H = 137,27 : 1.

Nr. 109. Quecksilber, Hg.

Berzelius, 1826 (Pogg. Ann. **8**, 178, nur der erste Versuch; Lehrb. **3**, 1212; Str. 70).

Aus einer Lösung von Goldchlorid wurde durch eine abgewogene Menge Quecksilber die aequivalente Menge Gold gefällt.

					Min.:	Max.:
3 Hg : 2 Au	=	24,24	:	15,912 [2]		
	=	3,047	:	2;	3,035	3,055
Hg : O	=	12,485	:	1:	12,44	12,52
Hg : H	=	199,26	:	1;	198,48	199,80.

Die Berechnung des Atomgewichtes des Goldes aus dem Verhältnisse zum Quecksilber s. Nr. 213.

Aus Familie III, Gruppe B: In.

Nr. 110. Indium, In.

Cl. Winkler, 1867 (J. pr. Chem. **102**, 282).

Reines Indiummetall wurde mit völlig neutralem, mehrfach umkrystallisirtem Natriumgoldchlorid bis zur vollkommenen Umsetzung behandelt und das ausgeschiedene Gold gewogen.

					Min.:	Max.:
In : Au	=	1,3186	:	2,2801 [2]		
	=	0,5783	:	1;	0,5778	0,5786
In : O	=	7,109	:	1:	7,103	7,113
In : H	=	113,46	:	1;	113,37	113,52.

Aus Familie V, Gruppe B: P.

Nr. 111. Phosphor, P.

Berzelius, 1816 (Ann. chim. phys. [2] **2**, 147; Schweigg. J. **23**, 221; Lehrb. **3**, 1188; Pogg. Ann. **8**, 17; Str. 94).

Das Gold wurde aus seinem Chloride durch eine gewogene Menge Phosphor gefällt und mit der überschüssigen Lösung gekocht.

					Min.:	Max.:
3 P : 5 Au	=	1,583	:	16,644 [2]		
	=	0,47550	:	5;	0,47523	0,47553
P : Au	=	0,15850	:	1;	0,15841	0,15851
P : O	=	1,9485	:	1:	1,9481	1,9492
P : H	=	31,098	:	1;	31,092	31,109.

Aus Familie VIII: Co, Ni.

Nr. 112. Kobalt, Co.

a) *Cl. Winkler*, 1867 (Fres. Zeitschr. **6**, 22; J. B. 1867, S. 289).

Durch Umsetzung reinen Kobaltmetalles mit Goldlösung nach der Gleichung:

$$3\,Co + 2\,AuCl_3 = 3\,CoCl_2 + Au_2.$$

Wägen des abgeschiedenen Goldes.

Die Abscheidung des reinen Kobaltes geschah durch Wasserstoff bei hoher Temperatur aus dem Purpureo-Kobaltchloride, wobei dasselbe zum Theil in Form von glänzendem Blech erhalten wird. Statt des Goldchlorides verwendet man besser reines Natriumgoldchlorid.

				Min.:	Max.:
3 Co : 2 Au	=	2,5798	: 5,7099 [5]		
	=	0,9036	: 2;	0,9016	0,9061
Co : Au	=	0,3012	: 1;	0,3005	0,3020
Co : O	=	3,703	: 1;	3,694	3,713
Co : H	=	59,10	: 1;	58,96	59,26.

b) *Weselsky*, 1869 (Ber. D. chem. Ges. **2**, 593).

Durch Reduction von Goldchloridnatrium mittelst Kobaltes.

3 Co : 2 Au	=	0,559	: 1,241 [1]
	=	0,90089	: 2;
Co : Au	=	0,30030	: 1;
Co : O	=	3,692	: 1;
Co : H	=	58,92	: 1.

Nr. 113. Nickel, Ni.

Cl. Winkler, 1867 (Fres. Zeitschr. **6**, 22; J. B. 1867, S. 290).

Verfahren wie bei Kobalt.

Zur Darstellung des Nickels wurde reines Nickelchlorür in einem Porzellanrohre unter ununterbrochenem Ueberleiten eines Chlorstromes sublimirt und sodann durch Wasserstoff bei starker Hitze reducirt, wodurch das Metall theils als compacter Schwamm, theils als glänzendes Blech erhalten wurde.

				Min.:	Max.:
3 Ni : 2 Au	=	1,9918	: 4,4057 [4]		
	=	0,9042	: 2;	0,90350	0,90582
Ni : Au	=	0,30140	: 1;	0,30117	0,30194
Ni : O	=	3,705	; 1;	3,702	3,712
Ni : H	=	59,13	: 1;	59,09	59,24.

V. Beziehung auf Kohlenstoff und seine Oxyde.

Vorbemerkung: 1) Zur Beziehung auf die Einheit dienen folgende Beziehungen (vgl. Atomgewichtstafel):

$$\mathbf{C : O = 0{,}7502 : 1;}$$
$$\mathbf{CO_2 : O = 2{,}7502 : 1;}$$
$$\mathbf{CO_3 : O = 3{,}7502 : 1.}$$

2) Ferner sind bei einzelnen Berechnungen als bekannt vorausgesetzt die Beziehungen:

$$\mathbf{H : O = 0{,}06265 : 1;}$$
$$\mathbf{H_2O : O = 1{,}1253 : 1;}$$
$$\mathbf{Na : O = 1{,}44079 : 1.}$$

Aus Familie 1, Gruppe A: Li.

Nr. 114. Lithium, Li.

a) *R. Hermann*, 1829 (Pogg. Ann. **15**, 480).

Durch Ammoniumcarbonat gefälltes Lithiumcarbonat wurde geschmolzen und unter einem mit Quecksilber gefüllten Cylinder durch Salzsäure zersetzt; das Kohlendioxyd wurde gemessen.

Als Mittel mehrerer Versuche ergab sich:

Li_2O : CO_2	=	39,02	:	60,98 % [?]
	=	0,63988	:	1;
Li_2O : O	=	1,7598	:	1;
Li : O	=	0,3799	:	1;
Li : H	=	6,063	:	1.

Ein durch Natriumcarbonat gefälltes Carbonat ergab:

Li_2O : CO_2	=	39,00	:	61,00 % [1]
	=	0,63934	:	1;
Li_2O : O	=	1,758	:	1;
Li : O	=	0,379	:	1;
Li : H	=	6,051	:	1.

b) *Troost*, 1857 (Compt. rend. **54**, 366; Ann. chim. phys. **51**, 108; Fres. Zeitschr. **1**, 402).

Reines Lithiumcarbonat, bei 200° oder auch nur im Vacuum getrocknet, wurde mit reinem Quarzpulver geglüht und der Gewichtsverlust als Kohlensäure in Rechnung gebracht.

				Min.:	Max.:
$Li_2CO_3 : CO_2$	= 2,752	: 1,636 [2]			
	= 1,6822	: 1;		1,6811	1,6827
$Li_2CO_3 : O$	= 4,6262	: 1;		4,6234	4,6278
$Li : O$	= 0,4380	: 1;		0,4366	0,4388
$Li : H$	= 6,991	: 1;		6,968	7,003.

c) *Diehl*, 1861 (Liebig's Ann. **121**, 93 bis 100; Fres. Zeitschr. **1**, 280).

Das bei 130° getrocknete, absolut natriumfreie Lithiumcarbonat wurde durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt und der Gewichtsverlust als Kohlensäure in Rechnung gestellt.

				Min.:	Max.:
$Li_2CO_3 : CO_2$	= 15,5533	: 9,2414 [4]			
	= 1,6830	: 1;		1,6824	1,6835
$Li_2CO_3 : O$	= 4,6286	: 1;		4,6269	4,6299
$Li : O$	= 0,4392	: 1;		0,4383	0,4398
$Li : H$	= 7,010	: 1;		6,997	7,020.

Aus Familie II, Gruppe A: Mg, Ca, Sr, Ba; *B*: Zn, Cd.

Nr. 115. Magnesium, Mg.

a) *L. Svanberg* und *O. Nordenfeldt*, 1847 (Öfvers. Ak. Förh. 1847, S. 120; J. pr. Chem. **45**, 474; Str. 83).

Durch Analyse der krystallisirten oxalsauren Magnesia mittelst Glühens und Wägens des Oxydes.

Dieselbe war durch Kochen des gefällten Carbonates mit Oxalsäurelösung dargestellt und bei 100 bis 105° getrocknet worden.

				Min.:	Max.:
$MgC_2O_4 + 2H_2O : MgO$	= 26,2298	: 7,1781 [4]			
	= 3,65444	: 1;		3,65294	3,65509
Mg	$= \frac{2C + 4O + 4H + 2O - O \times 3,65444}{3,65444 - 1}$			u. s. w.	
$Mg : O$	= 1,5436	: 1;		1,5426	1,5450
$Mg : H$	= 24,64	: 1;		24,62	24,66.

b) *Marchand* und *Scheerer*, 1850 (J. pr. Chem. **50**, 385; Liebig's Ann. **76**, 219; Str. 83; vgl. a. Liebig's Ann. **110**, 239).

Sehr reiner Magnesit von Frankenstein wurde geglüht und die zurückbleibende Magnesia gewogen. Beim Trocknen entwichene, sowie nach dem Glühen noch zurückgebliebene Kohlensäure wurde bestimmt und in Rechnung gebracht. Ebenso fremde Verunreinigungen und der später (Liebig's Ann. **110**, 239) von *Scheerer* entdeckte Kalkgehalt.

Zwei Versuchsreihen ergaben:

					Min.:	Max.:
(s.G.)	$MgCO_3$: MgO	=	202,259	: 96,342 [11]		
		=	2,0994	: 1;	2,0990	2,1022
	MgO : CO_2	=	0,9096	: 1;	0,9073	0,9099
	Mg : O	=	1,5016	: 1;	1,4952	1,5025
	Mg : H	=	23,96	: 1;	23,86	23,98.

Die Reduction auf wirkl. Gew. ergibt mit $D(MgCO_3) = 3,06$: $D(MgO) = 3,644$ (J. pr. Chem. **44**, 226; **50**, 410: Pogg. Ann. **74**, 439):

(w. G.).	MgO : CO_2	=	0,90917	: 1;
	Mg : O	=	1,500	: 1;
	Mg : H	=	23,940	: 1.

Nr. 116. Calcium, Ca.

a) *Baup*, 1841 (Bibl. univ. Genève, Juin 1842; Ann. Chem. **52**, 212).

B. analysirte eine Reihe von organischen Kalksalzen. Da die Originalabhandlung uns nicht zu Gebote stand, geben wir die am zweiten Orte aufgeführten Versuchsresultate.

Es wurde gefunden durch Analyse des

Chinasauren	Calciums	Ca = 249,543	(O = 100)
Maleïnsauren	»	249,865	
Fumarsauren	»	249,970	
Citraconsauren	»	249,986	
Itaconsauren	»	249,744	
Aconitsauren	»	249,952	

					Min.:	Max.:
mithin	Ca : O	=	2,4985	: 1 [6]	2,4954	2,4999
	Ca : H	=	39,88	: 1;	39,83	39,90.

b) *Dumas*, 1842 (Compt. rend. **14**, 537: Liebig's Ann. **44**, 216, Ann. chim. phys. [3] **8**, 202; J. pr. Chem. **26**, 460; Str. 54).

Durch Glühen von isländischem Doppelspath: nach Abzug von 0,0003 Kieselerde und Eisenoxyd:

					Min.:	Max.:
	$CaCO_3$: CaO	=	164,871	: 92,438 [3] *)		
		=	1,7836	: 1:	1,7821	1,7844
	CaO : CO_2	=	1,2762	: 1;	1,2749	1,2786
	Ca : O	=	2,510	: 1;	2,506	2,516
	Ca : H	=	40,05	: 1:	40,00	40,16.

c) *Erdmann* und *Marchand*, 1842, 1844, 1850 (J. pr. Chem. **26**, 472 bis 478; Liebig's Ann. **44**, 216; J. pr. Chem. **31**, 257

*) Liebig's Ann. a. a. O. ist die Summe der Gewichte = 164,**424** und 92,488 angegeben; daselbst lies **10**000 statt **1**000.

bis 271; Liebig's Ann. **52**, 210; J. pr. Chem. **50**, 237 bis 238; Liebig's Ann. **76**, 219).

E. und *M.* verwendeten 1842 zunächst isländischen Doppelspath, der getrocknet und geglüht wurde. In vier Versuchen verwendeten sie auch künstliches Calciumcarbonat, erhalten durch Ausfällen von Chlorcalcium mittelst kohlensauren Ammoniums. Bestätigt wurden diese Resultate durch Ermittelung des Gewichtsverlustes, den der Kalkspath beim Zersetzen mit Schwefelsäure oder Salzsäure erfuhr. Es war letzteres Verfahren schon von *Fritsche* (Pogg. Ann. **37**, 304) angewendet worden. Der verwendete isländische Doppelspath enthielt geringe Mengen fremder Beimengungen, die bestimmt und abgerechnet wurden. *Berzelius* (Liebig's Ann. **46**, 243) machte auch den Versuchen mit dem künstlichen Carbonate gegenüber den Einwurf, dass auf einen möglichen Gehalt an Magnesium keine Rücksicht genommen worden sei, worauf *E.* und *M.* erwiedern, dass ihr Chlorcalcium als Nebenproduct von der Ammoniakbereitung schon im rohen Zustande magnesiafrei gewesen sein müsse. Dagegen wurden sie später auf eine andere Fehlerquelle aufmerksam. Sie fanden nämlich, dass der Kalkspath beim scharfen Trocknen schon etwas Kohlensäure abgibt, während andererseits der gebrannte Kalk etwas davon zurückhält. In einem spätern Versuche (1850) wurden beide bestimmt. Hierbei gaben 13,602^g Kalkspath, der 0,0079^g fremde Beimengungen enthielt, beim Trocknen 0,009^g CO_2 ab und lieferten 7,6307^g Aetzkalk mit 0,0054 Beimengungen und 0,0082 rückständiger CO_2, also:

$$
\begin{array}{rrcll}
\text{(s. G.)} & CaCO_3 : CaO & = & 13{,}6031 : 7{,}6171 & [1] \\
 & & = & 1{,}7859 : 1; & \\
 & CaO : CO_2 & = & 1{,}2724 : 1; & \\
 & Ca : O & = & 2{,}4994 : 1; & \\
\hline
 & Ca : H & = & 39{,}891 : 1. &
\end{array}
$$

Mit $D(CaCO_3) = 2{,}71$ und $D(CaO) = 3{,}08$ berechnet sich hieraus:

$$
\begin{array}{rrcll}
\text{(w. G.)} & CaCO_3 : CaO & = & 13{,}6092 : 7{,}6201 & [1] \\
 & & = & 1{,}7860 : 1; & \\
 & CaO : CO_2 & = & 1{,}27226 : 1; & \\
 & Ca : O & = & 2{,}49897 : 1; & \\
\hline
 & Ca : H & = & 39{,}884 : 1. &
\end{array}
$$

Die Versuche von 1844 geben nach Abzug der fremden Beimengungen (0,058 % des Kalkspathes und 0,040 % des Aetzkalkes) ohne Berücksichtigung der beim Trocknen verlorenen und der rückständigen Kohlensäure:

					Min.:	Max.:
(w. G.) $CaCO_3$: CaO	=	158,245	:	88,699 [6]		
	=	1,7841	:	1;	1,7826	1,7855
CaO : CO_2	=	1,2753	:	1;	1,2731	1,2778
Ca : O	=	2,5075	:	1;	2,5012	2,5142
Ca : H	=	40,02	:	1;	39,92	40,13.

Nimmt man an, die Menge der beim Trocknen entwichenen und der beim Glühen zurückgebliebenen Kohlensäure sei dieselbe, wie in dem Versuche von 1850 (nach Angabe von *E.* und *M.* war aber vermuthlich weniger verloren und weniger rückständig), so erhält man:

(w. G.) $CaCO_3$: CaO	=	158,347	:	88,607 [6]
	=	1,7871	:	1;
CaO : CO_2	=	1,2705	:	1;
Ca : O	=	2,4941	:	1:
Ca : H	=	39, 806	:	1.

Der richtige Werth dürfte zwischen beiden Extremen liegen:

(w. G.) Ca : O	=	2,501	:	1;
Ca : H	=	39,91	:	1.

d) *Salvétat*, 1843 (Compt. rend. **17**, 318).

Verfahren nicht angegeben, wahrscheinlich durch Glühen des Carbonates und Ermittelung des Gewichtsverlustes. Zahlen nicht angeführt.

Vgl. Sr und Ba von demselben (Nr. 117[b] u. 118.)

»Ces données résultent de réactions fort simples, opérées sur une assez grande échelle, puisque je n'ai pas agi sur moins de 3 grammes de matière, sur des échantillons chimiquement purs, préparés avec le plus grand soin«.

Ca : O	=	2,50	:	1:
Ca : H	=	39,90	:	1.

Nr. 117. Strontium, Sr.

a) *Stromeyer*, 1816 (Schweigg. J. **19**, 228; Str. 109).

Ein älterer Versuch *Str.*'s (Comment. Soc. Reg. Sc. Gott. rec. Vol. II, 29), aus dem beim Auflösen von Strontiumcarbonat in Salpetersäure stattfindenden Gewichtsverluste das Atomgewicht zu bestimmen, hatte 70,5453 % SrO und 29,4547 % CO_2 ergeben, woraus sich Sr = 5,387 × O = 89,38 berechnete.

Strontiumcarbonat, dargestellt durch Fällen einer Nitratlösung mit kohlensaurem Ammonium, wurde über Quecksilber durch Salzsäure zersetzt und das Kohlendioxyd gemessen.

			Min.:	Max.:
$SrCO_3 : CO_2$	=	$0{,}5^g : 75{,}5394^{ccm}$ [5]	75,256	75,978

oder wenn man nach *Biot* und *Arago* das Gewicht von 1 Liter CO_2 bei 0° und $0{,}76^m = 1{,}965^g$ setzt:

				Min.:	Max.:
$SrCO_3 : CO_2$	=	0,5	: 0,148435 [5]		
	=	3,368	: 1;	3,349	3,381
$SrO : CO_2$	=	2,368	: 1;	2,349	2,381
Sr : O	=	5,514	: 1;	5,460	5,548
Sr : H	=	88,00	: 1;	87,15	88,56.

b) *Salvétat*, 1843 (Compt. rend. **17**, 318).

Durch Glühen des Carbonates und Ermittelung des Gewichtsverlustes, sowie durch Austreiben des Kohlendioxydes mittelst einer gewogenen Menge Schwefelsäure und Bestimmung der Gewichtsabnahme.

Ohne nähere Zahlenangaben (vgl. Ca Nr. 116[d], S. 123).

Sr : O	=	5,50	: 1:
Sr : H	=	87,78	: 1.

Nr. 118. Baryum, Ba.

Salvétat, 1843 (Compt. rend. **17**, 318).

Baryumcarbonat wurde mit einer gewogenen Menge Schwefelsäure zusammengebracht und der Gewichtsverlust bestimmt.

Ohne Versuchszahlen (vgl. Ca Nr. 116[d], S. 123).

Ba : O	=	8,500	: 1;
Ba : H	=	135,66	: 1.

Nr. 119. Zink, Zn.

P. A. Favre, 1844 (Ann. chim. phys. [3] **10**, 163; Liebig's Ann. **48**, 193; aus Journ. de Pharm. et de Chim. Janv. 1844, p. 54 in J. pr. Chem. **31**, 279; Str. 129).

Durch Analyse des Zinkoxalates.

Die Lösung des Zinksulfates wurde in Oxalsäurelösung gegossen, das Oxalat durch Decantiren mit siedendem Wasser ausgewaschen, durch Glühen zersetzt, und sowohl das Zinkoxyd als die Kohlensäure gewogen. Genaue Beschreibung und Abbildung des Apparates s. Ann. chim. phys. [3] **10**, pl. II.

Das Oxyd des das Maximum ergebenden dritten Versuches enthielt etwas Schwefelzink, herrührend von einer Spur Sulfat, welche das mit Ammoniumoxalat gefällte Präparat zurückgehalten hatte; *F.* schliesst übrigens den Versuch desshalb nicht von der Berechnung aus.

			Min.:	Max.:
$ZnO : 2CO_2$	=	24,0015 : 25,754 [4]		
	=	1,8639 : 2;	1,8627	1,8668
Zn : O	=	4,126 : 1;	4,123	4,134
Zn : H	=	65,85 : 1;	65,80	65,98.

Nr. 120. Kadmium, Cd.

E. Lenssen, 1860 (J. pr. Chem. **79**, 281).

Bei 150° getrocknetes Kadmiumoxalat wurde geglüht, der Rückstand durch Salpetersäure oxydirt und nach starkem Glühen als Oxyd gewogen.

			Min.:	Max.:
$CdC_2O_4 : CdO$	=	1,5697 : 1,0047 [3]		
$CdO : C_2O_3$	=	1,7782 : 1;	1,7764	1,7819
Cd : O	=	7,003 : 1;	6,994	7,019
Cd : H	=	111,76 : 1;	111,63	112,02.

Aus Familie III, Gruppe A: La, Ce; *B*: Tl.

Nr. 121. Lanthan, La.

R. Hermann, 1860 (J. pr. Chem. **82**, 395).

Das Carbonat $La_2(CO_3)_3 + H_2O$ wurde durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Lanthanoxyd mit einfach-kohlensaurem Natrium bereitet und bei 100° getrocknet. Das nach starkem Glühen im Tiegel zurückbleibende Oxyd wurde gewogen, die Kohlensäure gemessen, der Rest wurde als Wasser betrachtet.

$La_2O_3 : 3CO_2$	=	68,47 : 27,67 % [?]
	=	8,42356 : 3;
La_2O_3 : O	=	20,416 : 1;
La : O	=	8,708 : 1;
La : H	=	138,98 : 1.

H. berechnet für zweiwerthiges La = 92,6318 = $\frac{2}{3} \cdot 138,95$.

Nr. 122. Cerium, Ce.

a) *J. Jegel*, 1858, bei *R. Bunsen* (Liebig's Ann. **105**, 45).

Im Oxalate wurde durch Glühen im Luftstrome der Wassergehalt und der Cergehalt bestimmt. 0,3530 g gaben 0,1913 g Ceroxyduloxyd und 0,0506 g Wasser.

$$Ce_2(C_2O_4)_3 : 2\,CeO_2 = 0{,}3024 : 0{,}1913 \; [1]$$
$$= 1{,}58077 : 1;$$
$$Ce = \frac{(C_2O_4)_3 - 2\,O_2 \times 1{,}58077}{2 \times 1{,}58077 - 2}$$
$$Ce : O = 8{,}590 : 1;$$
$$Ce : H = 137{,}10 : 1.$$

b) *Rammelsberg*, 1859 (Pogg. Ann. **108**, 43).

Oxalsaures Ceroxyd wurde im Platinschiffe mit vorgelegtem Kupferoxyd im Sauerstoffstrome verbrannt.

100 Theile lieferten 10,43 C und 21,73 H_2O.

$$Ce_2(C_2O_4)_3 : 6\,C = 78{,}27 : 10{,}43\,\% \; [1]$$
$$= 45{,}026 : 6;$$
$$Ce_2(C_2O_4)_3 : O = 33{,}78 : 1;$$
$$Ce : O = 8{,}639 : 1;$$
$$Ce : H = 137{,}9 : 1:$$

c) *H. Bührig*, 1875 (J. pr. Chem. [2] **12**, 222).

Lufttrockenes Ceroxalat wurde im Sauerstoffstrome verbrannt; Wasser und Kohlensäure wurden aufgefangen. Das Gewicht des Wassers von dem des Salzes abgezogen ergab die Menge des angewendeten wasserfreien Ceroxalates. In 5 Versuchen wurde auch das zurückbleibende Ceroxyd, CeO_2, (nach *B*. Ceroxydoxydul) gewogen.

Reihe I:

					Min.:	Max.:
$Ce_2(C_2O_4)_3 : 6\,CO_2$	=	76,1974	:	36,7688 [10]		
	=	12,4340	:	6;	12,432	12,436
$Ce_2(C_2O_4)_3 : O$	=	34,1961	:	1;	34,191	34,201
$Ce : O$	=	8,8474	:	1;	8,8449	8,8499
$Ce : H$	=	141,21	:	1;	141,17	141,25.

Reihe II:

					Min.:	Max.:
$CeO_2 : 3\,CO_2$	=	23,9052	:	18,1859 [5]		
	=	3,9435	:	3;	3,9424	3,9439
$Ce : O$	=	8,8453	:	1;	8,8425	8,8465
$Ce : H$	=	141,17	:	1;	141,13	141,19.

Aus Familie IV, Gruppe A: Th; *B*: Pb.

Nr. 123. Thorium, Th.

a) *Chydenius*, 1861 (Kemisk undersökning af Thorjord och Thorsalter, Helsingfors 1861. Im Ausz. übersetzt von *Rammelsberg*, Pogg. Ann. **119**, 43 bis 56, ohne die Beobachtungszahlen).

α) Aus dem Acetate, das durch Auflösen des Hydrates in Essigsäure oder aus Chlorthorium und Essigsäure erhalten und bei 100° getrocknet war:

$$\begin{array}{rcl} ThO_2 : 4C_2 & = & 56,76 : 20,095\,\% \; [2] \\ & = & 22,595 : 8; \\ Th : O & = & 14,951 : 1: \\ \hline Th : H & = & 238,6 : 1. \end{array}$$

In einem weiteren Versuche wurde nur der Gehalt an Thorerde ermittelt:

$$\begin{array}{rcl} Th(C_2H_3O_2)_4 : ThO_2 & = & 100 : 56,89\,\% \; [1] \\ & = & 1,75778 : 1; \\ Th & = & \dfrac{C_8H_{12}O_8 - O_2 \times 1,75778}{1,75778 - 1} \\ Th : O & = & 14,830 : 1: \\ \hline Th : H & = & 236,69 : 1. \end{array}$$

β) Oxalat; das bei 100° getrocknete Salz wurde geglüht.

$$\begin{array}{rcl} Th(C_2O_4)_2 + 2H_2O : ThO_2 & = & 100 : 59,395\,\% \; [4] \\ & = & 1,68364 : 1; \\ Th & = & \dfrac{(C_2O_4)_2 + 2H_2O - O_2 \times 1,68364}{1,68364 - 1} \\ Th : O & = & 14,457 : 1: \\ \hline Th : H & = & 230,73 : 1. \end{array}$$

γ) Formiat, durch Auflösen von Thorerdehydrat in Ameisensäure erhalten und bei 100° getrocknet:

$$\begin{array}{rcl} ThO_2 : C_4 & = & 64,78 : 11,20\,\% \; [1] \\ & = & 23,136 : 4; \\ Th : O & = & 15,356 : 1; \\ \hline Th : H & = & 245,1 : 1. \end{array}$$

In zwei Versuchen wurde nur der Gehalt des Salzes an Thorerde ermittelt:

$$\begin{array}{rcl} Th(CHO_2)_4 : ThO_2 & = & 100 : 65,08\,\% \; [2] \\ & & : 64,73 \\ & = & 1,541 : 1; \\ Th & = & \dfrac{(CHO_2)_4 - O_2 \times 1,54073}{1,54073 - 1} \\ Th : O & = & 15,11 : 1; \\ \hline Th : H & = & 241,1 : 1; \end{array}$$

Min.:	Max.:
1,537	1,545
u. s. w.	
14,98	15,24
239,0	243,2.

Die Bestimmung des Kohlenstoffes im Salz ergab:

$$Th(CHO_2)_4 : C_4 = 100 : 11,31\,\% \; [1]$$
$$= 35,3669 : 4;$$
$$Th = \frac{C_4 \times 35,3669 - 4(CHO_2)_4}{4}$$
$$Th : O = 15,28 : 1;$$
$$Th : H = 243,9 : 1;$$

b) *P. T. Cleve,* 1874 (Bull. soc. chim. [2] **21**, 116).

Durch Bestimmung des Kohlenstoffes und der Thorerde im Oxalate. Vier Versuche, ohne nähere Zahlenangaben.

		Min.:	Max.:
Th : O =	14,660 : 1;	14,639	14,677
Th : H =	234,0 : 1;	233,6	234,2

Nr. 124. Blei, Pb.

Berzelius, 1817 (Lehrb. **3**, 1197; Pogg. Ann. **8**, 19).

Diese Versuche wurden angestellt, um das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu bestimmen, werden jedoch zweckmässiger für die Berechnung des Bleies benützt, da das Atomgewicht des Kohlenstoffes durch andere Methoden mit grosser Schärfe festgestellt ist.

Angewendet wurden in jedem Versuche 10^g Bleioxyd; der Wassergehalt desselben, in Vers. I $0,0225^g$, in II $0,022^g$, machte eine Correction nöthig.

$$PbCO_3 : PbO : CO_2 = 19,9555 : 16,6666 : 3,2889 \; [2]$$
$$= 6,06753 : 5,06753 : 1;$$
$$Pb : O = 12,937 : 1;$$
$$Pb : H = 206,47 : 1.$$

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr, Mo, U.

Nr. 125. Chrom, Cr.

Eug. Péligot, 1844 (Ann. chim. phys. [3] **12**, 543; Liebig's Ann. **52**, 248).

Durch Analyse des im Vacuum getrockneten »Acétate de Protoxyde«, $C_4H_8O_5Cr$.

Nachstehend nur Vers. VII, den *P.* für den best ausgeführten hält; die übrigen sechs geben z. Th. ziemlich stark abweichende Resultate. Ueberdies enthält die Publication derselben offenbar mehrere Druckfehler.

$$C_4H_8O_5Cr : \tfrac{1}{2}Cr_2O_3 = 2{,}267 : 0{,}913 \; [1]$$
$$= 2{,}483 : 1;$$
$$Cr = \frac{C_4H_8O_5 - \tfrac{3}{2}O \times 2{,}483}{2{,}483 - 1}$$
$$Cr : O = 3{,}2247 : 1;$$
$$Cr : H = 51{,}47 : 1.$$

In einem weitern Versuche wurde der Kohlenstoffgehalt als Kohlensäure bestimmt:

$$C_4H_8O_5Cr : 4\,CO_2 = 2{,}099 : 1{,}940 \; [1]$$
$$= 4{,}3278 : 4;$$
$$Cr = \frac{4\,CO_2 \times 4{,}3278 - 4(C_4H_8O_5)}{4}$$
$$Cr : O = 3{,}4004 : 1;$$
$$Cr : H = 54{,}27 : 1.$$

Eine mittlere Zahl erhält man, wenn man das Chromoxyd der ersten Bestimmung auf die Kohlensäure der zweiten bezieht.

$$\tfrac{1}{2}Cr_2O_3 : CO_2 = 1{,}743 : 1;$$
$$Cr : O = 3{,}2936 : 1;$$
$$Cr : H = 52{,}57 : 1.$$

Nr. 126. Molybdän, Mo.

Svanberg und *Struve*, 1848 (J. pr. Chem. **44**, 309; aus Öfvers. Ak. Förh. 1848).

Durch Schmelzen von Molybdänsäure mit Kaliumcarbonat im Platintiegel und Bestimmung des Gewichtsverlustes, der als Kohlensäure angesehen wurde.

Das Verfahren ist unsicher, da die Resultate der Wägungen nach jedesmaligem Glühen sich wieder änderten. Zur Berechnung wurde je das Mittel aus fünf bis sechs Wägungen genommen.

			Min.:	Max.:
(s. G.) $MoO_3 : CO_2$	=	7,0262 : 2,2101 [3]		
	=	3,179 : 1;	3,175	3,187
Mo : O	=	5,743 : 1;	5,732	5,765
Mo : H	=	91,66 : 1;	91,48	92,01.

Nr. 127. Uran, U.

a) *Ebelmen*, 1842 (Ann. chim. phys. [3] **5**, 191; Liebig's Ann. **43**, 286; J. pr. Chem. **27**, 387; Berz. Lb. **3**, 1211; Str. 117).

α) Oxalsaures Uranyl, durch Oxalsäure aus der Lösung des Nitrates gefällt, wurde bei 100° getrocknet und mit Kupferoxyd verbrannt.

Es wurden auch 0,407g Wasser erhalten; die Berechnung mittelst desselben erscheint nicht zuverlässig, da die Fehler sehr ins Gewicht fallen.

				Min.:	Max.:
$UO_2(C_2O_4) + H_2O : 2CO_2$	=	8,178	: 1,865 [2]		
	=	8,770	: 2;	8,615	8,853
$UO_2(C_2O_4) + H_2O$: O	=	24,12	: 1;	23,69	24,35
U : O	=	15,494	: 1;	15,068	15,721
U : H	=	247,3	: 1;	240,5	250,9.

β) In einer andern Versuchsreihe wurde das Uranoxalat im Platingefäss im Sandbade getrocknet und durch Glühen im Wasserstoffstrom in Uranoxydul übergeführt, welches zur Controle durch Glühen an der Luft in das grüne Oxyd verwandelt wurde.

Versuch I und III hat *E.* ausgeschlossen.

Bei dem hohen Atomgewichte des Uranes bietet die directe Berechnung auf Sauerstoff keine grosse Sicherheit, wesshalb davon Umgang genommen wurde.

(s. G.) $UO_2(CO_2)_2 + H_2O : UO_2$ = 66,9875*) : 48,1035 [6]

E. brachte die Reduction auf den leeren Raum an; es berechnet sich mit $D(UO_2)$ = 10,15, D(Oxalat) = 2,98:

				Min.:	Max.:
(w. G.) $UO_2(C_2O_4) + H_2O : UO_2$	=	67,0159	: 48,1098 [6]		
	=	1,39298	: 1;	1,39288	1,39318
$UO_2 : 2CO_2 + H_2O$	=	2,5447	: 1;	2,5434	2,5453
U : O	=	14,860	: 1;	14,852	14,864
U : H	=	237,17	: 1;	237,03	237,24.

In einem Versuche wurde das bei 100° getrocknete Salz der feuchten Luft ausgesetzt, wobei es 2 Mol. Wasser aufnimmt, und dann in Wasserstoff reducirt.

$UO_2(C_2O_4) + 3H_2O : UO_2$	=	13,875	: 9,083 [1]
	=	1,52758	: 1;
$UO_2 : 2CO_2 + 3H_2O$	=	1,89545	: 1;
U : O	=	14,825	: 1;
U : H	=	236,6	: 1.

b) *J. Wertheim*, 1843 (J. pr. Chem. **29**, 207).

α) Durch Analyse des essigsauren Uranoxyd-Natrons, $\dot{N}a\overline{A} \cdot 2\ddot{\overline{U}}\overline{A}$. Das Salz wurde durch Barythydrat zersetzt und CO_2 eingeleitet. Im Niederschlage wurde Ba durch H_2SO_4 entfernt, das Uran

*) J. pr. Chem. a. a. O. Vers. VI lies 10,079 statt 10,070.

durch Ammon gefällt, getrocknet und geglüht (U_3O_8). Die Lösung wurde abgedampft, der Rückstand geglüht und Na_2CO_3 und Ba_2CO_3 durch Wasser getrennt.

(Zu nachstehenden Berechnungen sind nur die Wägungen des Uranes, als die wenigst schwankenden, zugezogen).

$UO_2(C_2H_3O_2)_2, NaC_2H_3O_2 : \frac{1}{3}U_3O_8 = 4,196 : 2,491$ [4]

			Min.:	Max.:
	= 1,68446	: 1:	1,6786	4,6897

$$U = \frac{O_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot NaC_2H_3O_2 - \frac{8}{3}O \times 1,68446}{1,68446 - 1} \text{ u. s. w.}$$

U : O =	14,631	: 1:	14,499	14,779
U : H =	233,5	: 1:	231,4	235,9.

β) Durch Analyse des essigsauren Uranoxydes, $\ddot{U}\bar{A} + 2\dot{H}$.

Verfahren wie oben.

$UO_2(C_2H_3O_2)_2 + 2H_2O : \frac{1}{3}U_3O_8 = 6,594 : 4,349$ [4]

			Min.:	Max.:
	= 1,5162	: 1:	1,5097	1,5223

$$U = \frac{O_2(C_2H_3O_2)_2 + 2H_2O - \frac{8}{3}O \times 1,5162}{1,5162 - 1} \text{ u. s. w.}$$

U : O =	14,692	: 1:	14,491	14,913
U : H =	234,5	: 1:	231,3	238,0.

c) *Eug. Péligot*, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **20**, 341).

α) Durch Analyse des vielfach umkrystallisirten Oxalates, das sehr hartnäckig Säureüberschuss zurückhält, wodurch *Ebelmen*'s Versuche ungenau wurden. Die Kohlensäure und das grüne Oxyd wurde gewogen.

Zur Berechnung wurde Vers. IX bis XIII zugezogen.

(s. G.) $U_3O_8 : 6CO_2 = 21,611 : 6,718$ [5]

			Min.:	Max.:
	= 19,302	: 6:	19,242	19,348
U_3O_8 : O =	53,084	: 1:	52,919	53,211
U : O =	15,028	: 1:	14,97	15,07
U : H =	239,85	: 1:	238,97	240,52.

β) *P.* analysirte ferner das Acetat (a. a. O. 343) und erklärte seine früheren Analysen desselben für ungenügend. Es wurde das aus dem Salz erhaltene grüne Oxyd gewogen.

(s.G.) $UO_2(C_2H_3O_2)_2 + 2H_2O_8 : \frac{1}{3}U_3O_8 = 32,791 : 21,764$ [7]

			Min.:	Max.:
	= 1,50666	: 1:	1,5022	1,5119

$$U = \frac{C_4H_{10}O_8 - \frac{8}{3}O \times 1,50666}{1,50666 - 1} \text{ u. s. w.}$$

U : O =	15,018	: 1:	14,84	15,18
U : H =	239,7	: 1:	236,8	242,3.

Aus Familie VII, Gruppe A: Mn.

Nr. 128. Mangan, Mn.

a) *Turner*, 1818 (Pogg. Ann. **14**, 212).

Manganchlorür wurde durch doppeltkohlensaures Kalium gefällt und das Carbonat durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt. Die Kohlensäure wurde aus dem Verlust ermittelt.

$MnCO_3$: CO_2	=	18,9373 *)	:	7,18 Gran [1]
	=	2,63751	:	1;
$MnCO_3$: O	=	7,254	:	1;
Mn : O	=	3,5035	:	1;
Mn : H	=	55,92	:	1.

b) *Schneider*, 1860 (Pogg. Ann. **107**, 605; Liebig's Ann. **113**, 79).

Neutrales oxalsaures Manganoxydul, $MnC_2O_4 + 2H_2O$, wurde mit Kupferoxyd verbrannt und Kohlensäure und Wasser gewogen. Das Gewicht des Wassers von dem der Substanz abgezogen, gab das Gewicht des wasserfreien Salzes.

					Min.:	Max.:
MnC_2O_4 : $2CO_2$	=	9,5855	:	5,9395 [4]		
	=	3,22772	:	2;	3,22766	3,22856
Mn : O	=	3,3765	:	1;	3,3763	3,3788
Mn : H	=	53,889	:	1;	53,886	53,925.

Aus Familie VIII: Co, Ni.

Nr. 129. Kobalt, Co.

Schneider, 1859 (Pogg. Ann. **101**, 387; **107**, 605; **130**, 303; Liebig's Ann. **104**, 220; Str. 75. Vgl. *Marignac*: Arch. phys. nat. **1**, 373; Liebig's Ann. **113**, 79).

Durch Analyse des bei 100° getrockneten oxalsauren Kobaltoxydules, $CoC_2O_4 + 2H_2O$. Der Kohlenstoff wurde durch Verbrennen mit Kupferoxyd, der Metallgehalt durch Reduction des Glührückstandes mittelst Wasserstoffes bestimmt.

					Min.:	Max.:
Co : C_2	=	130,222	:	52,084 [4]		
	=	5,00046	:	2;	4,9982	5,0025
Co : O	=	3,7513	:	1;	3,7496	3,7529
Co : H	=	59,87	:	1;	59,84	59,90.

*) Abgewogen wurden 20,68 Gran, die aber, wie *T.* fand, 8,427 % Wasser enthielten, das in Abzug gebracht wurde.

Marignac bemerkt, dass *Schn.*'s Salz wohl etwas basisches Salz oder Carbonat enthalten habe; er habe früher aus der Analyse des Sulfates Co = 58,64 bis 58,76, aus der des Chlorides Co = 58,72 bis 59,02 gefunden. Auch *Dumas* hält das *Rothoff*-'sche Atomgewicht für richtiger.

Nr. 130. Nickel, Ni.

Schneider, 1859 (Pogg. Ann. **101**, 387; **107**, 605; **130**, 303; Liebig's Ann. **104**, 220; **113**, 79; Str. 90. Vgl. *Marignac*, 1867, Arch. phys. nat. **1**, 373).

Das oxalsaure Nickeloxydul, $NiC_2O_4 + 3H_2O$, wurde mit Kupferoxyd verbrannt und die Kohlensäure gewogen. Der Metallgehalt des Salzes wurde in einer anderen Salzmenge durch Reduction mittelst Wasserstoffes bestimmt.

Auf *Marignac*'s Vermuthung hin, das Salz *Schn.*'s könne etwas freie Oxalsäure enthalten haben, stellte *Schn.* dasselbe durch Digestion des gefällten Carbonates mit einer Oxalsäurelösung und Auswaschen bis zum Verschwinden der sauren Reaction dar. Bei 100° getrocknet, hatte es nahezu die Zusammensetzung $NiC_2O_4 + 2H_2O$.

				Min.:	Max.:
Ni : C_2	=	116,337	: 48,097 [4]		
	=	4,8376	: 2:	4,8290	4,8427
Ni : O	=	3,6292	: 1:	3,6227	3,6330
Ni : H	=	57,92	: 1;	57,82	57,98.

VI. Beziehung auf Nitrate und die Atomgruppe NO_3.

Vorbemerkung: 1) Nach der Atomgewichtstafel ist:

N : O = 0,87791 : 1;
NO_3 : O = 3,87791 : 1.

2) Als bekannt sind bei einzelnen Berechnungen angenommen die Beziehungen:

Pb : O = 12,93191 : 1;
Cl : O = 2,21586 : 1.

Aus Familie I, Gruppe A; Li, Na, K.

Nr. 131. Lithium, Li.

Stas, 1865 (Nouv. Rech. p. 274; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 302).

Chlorlithium wurde in Nitrat übergeführt und dieses nach dem Schmelzen gewogen.

			Min.:	Max.:
$LiCl : LiNO_3$	$=$	$88{,}0502 : 143{,}16641$ [3]		
	$=$	$1 : 1{,}62595$;	1,62588	1,62600
Li	$=$	$\frac{NO_3 - 1{,}62595 \times Cl}{1{,}62595 - 1}$ u. s. w.		
Li : O	$=$	$0{,}43940 : 1$;	0,43915	0,43969
Li : H	$=$	$7{,}013 : 1$;	7,009	7,017.

Nr. 132. Natrium, Na.

Stas, 1865 (Nouv. Rech. p. 248; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 278).

Das Chlornatrium, nach zwei verschiedenen Methoden dargestellt, wurde in Nitrat übergeführt.

			Min.:	Max.:
(s. G). $NaCl : NaNO_3$	$=$	$283{,}0848 : 411{,}7725$ [5] *)		
	$=$	$1 : 1{,}454576$;	1,45443	1,45468
(w. G.) $NaCl : NaNO_3$	$=$	$1 : 1{,}454526$;		
Na	$=$	$\frac{NO_3 - 1{,}454526 \times Cl}{1{,}454526 - 1}$;		
Na : O	$=$	$1{,}4408 : 1$;		
Na : H	$=$	$22{,}995 : 1$.		

Nr. 133. Kalium, K.

Stas, 1865 (Nouv. Rech. p. 244; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 270).

Chlorkalium, von drei verschiedenen Darstellungen herrührend, wurde in Nitrat übergeführt.

			Min.:	Max.:
(s. G.) $KCl : KNO_3$	$=$	$386{,}3660 : 524{,}0843$ [7] **)		
	$=$	$1 : 1{,}35645$;	1,35638	1,35655
(w. G.) $KCl : KNO_3$	$=$	$1 : 1{,}356423$;		
K	$=$	$\frac{NO_3 - 1{,}356423 \times Cl}{1{,}356423 - 1}$;		
K : O	$=$	$2{,}44726 : 1$;		
K : H	$=$	$39{,}058 : 1$.		

Aus Familie III, Gruppe B: Tl.

Nr. 134. Thallium, Tl.

W. Crookes, 1872 (Philos. Transact. 1873, p. 277; R. Soc. Proc. **20**, 475; Ch. News **26**, 231; **29**, 14).

---

*) Stas-Aronstein, Untersuchungen S. 278 lies in Vers. V: 14,5380 statt 15,5380.

**) A. a. O. Vers. III. lies 97,8050 statt 99,8050 und Vers. V 66,3675 statt 63,3675, wodurch die Summe von 523,0843 auf 524,0843 hinaufgeht.

Thalliummetall wurde im Vacuum gewogen, in Salpetersäure gelöst, abgedampft und der Rückstand zur Zerstörung einer etwa entstandenen Quantität sauren Salzes mit Oxalsäure behandelt. Hierauf wurde wieder abgedampft und das Nitrat gewogen.

					Min.:	Max.:
(w. G.) Tl : $TlNO_3$	=	2771,573011*)	:	3613,873861 [10] *)		
Tl : NO_3	=	2771,573011	:	842,300850		
	=	3,2905	:	1;	3,2902	3,2908
Tl : O	=	12,7602	:	1;	12,7592	12,7615
Tl : H	=	203,65	:	1;	203,64	203,67.

Aus Familie IV, Gruppe B: Pb.

Nr. 135. Blei, Pb.

a) *Svanberg*, 1842 oder *Anderson*, 1843 **) (J. pr. Chem. **27**, 381; Ann. chim. phys. [3] **9**, 254).

Bleinitrat wurde durch vorsichtiges Erhitzen in Bleioxyd übergeführt.

(Die Versuche wurden zur Atomgewichtsbestimmung des Stickstoffes unternommen).

					Min.:	Max.:
$Pb(NO_3)_2$: PbO	=	33,79035	:	22,7754 [4]		
	=	1,48363	:	1;	1,48353	1,48377
Pb	=	$\frac{(NO_3)_2 - O \times 1,48363}{1,48363 - 1}$			u. s. w.	
Pb : O	=	12,969	:	1;	12,965	12,972
Pb : H	=	206,99	:	1;	206,92	207,03.

b) *Stas*, 1860 (Rapports p. 101; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 329).

Es wurden zwei Reihen von Versuchen ausgeführt, die zweite anderthalb Jahre nach der ersten.

Das Blei wurde in möglichst concentrirter Salpetersäure gelöst, zur Trockne verdampft und bei 140 bis 155° getrocknet.

---

*) In *Ch. News* a. a. O. Vers. VIII lies 201,816345 statt 201,856345 Tl; Vers. V ist als Gew. des Nitrates + Gefäss zu lesen: 1005,**779897** statt 1005,**366796**.

**) Wie auch *Clarke* (Constants of Nature, Part V: A Recalculation of Atomic Weights, p. 76) bemerkt, ist offenbar eine und dieselbe Arbeit unter zwei Autorennamen veröffentlicht.

			Min.:	Max.:
$Pb : Pb(NO_3)_2$	=	1568,9126 : 2509,7366 [10]		
	=	1 : 1,59970;	1,59959	1,59982
$Pb : NO_3$	=	3,33498 : 1;	3,33434	3,33562
$Pb : O$	=	12,933 : 1;	12,930	12,935
$Pb : H$	=	206,40 : 1;	206,37	206,44.

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr, Mo.

Nr. 136. Chrom, Cr.

Berzelius, 1818 (Schweigg. J. **22**, 53; Pogg. Ann. **8**, 22; Lehrb. **3**, 1206; Str. 63).

Wasserfreies salpetersaures Blei wurde mit neutralem chromsaurem Kalium gefällt.

$PbCrO_4 : Pb(NO_3)_2$	=	0,98772 : 1,00 Theile [?]
Cr	=	0,98772 (PbN_2O_6) — PbO_4
$Cr : O$	=	3,502 : 1;
$Cr : H$	=	55,89 : 1.

Nr. 137. Molybdän, Mo.

Berzelius, 1818 (Schweigg. J. **22**, 51; Pogg. Ann. **8**, 23; Lehrb. **3**, 1208; Str. 86).

10^g wasserfreies Bleinitrat wurden mit neutralem molybdänsaurem Ammonium ausgefällt.

$Pb(NO_3)_2 : PbMoO_4$	=	1,00 : 1,1068 Theile [?]
Mo	=	1,1068 (PbN_2O_6) — PbO_4
$Mo : O$	=	5,965 : 1;
$Mo : H$	=	95,21 : 1.

VII. Beziehung auf Wasser.

Vorbemerkung: 1) Es ist die Beziehung des Wassers zum Sauerstoff (vgl. Nr. 1, S. 18):

$$H_2O : O = 1{,}1253 : 1.$$

2) Ferner sind bei einzelnen Berechnungen als bekannt vorausgesetzt die Beziehungen:

$$Na : O = 1{,}44079 : 1;$$
$$Ba : O = 8{,}57500 : 1;$$
$$SO_4 : O = 6{,}00372 : 1;$$
$$Cl : O = 2{,}21586 : 1.$$

Aus Familie I, Gruppe B: Cu, Ag, Au.

Nr. 138. Kupfer, Cu.

Millon und *Comaille*, 1863 (vgl. oben Nr. 3[c] S. 19).

CuO : Cu : H_2O =	10,1090	: 8,0650	: 2,3005 [2]	
=	4,394	: 3,506	: 1;	
Min.:	4,381	3,495		
Max.:	4,420	3,527		
Cu : Cu : O =	3,9449	: 3,9450	: 1;	
Min.:	3,930	3,933		
Max.:	3,974	3,969		
Cu : Cu : H =	62,960	: 62,963	: 1;	
Min.:	62,73	62,77		
Max.:	63,42	63,34.		

Mittel aus beiden Bestimmungen:

Cu : O =	3,945	: 1;
Cu : H =	62,961	: 1.

Nr. 139. Magnesium, Mg.

Gay-Lussac, 1820 (Ann. chim. phys. [2] **13**, 308).

Magnesiumsulfat wurde bei Kirschrothgluth im Platintiegel getrocknet.

$MgSO_4+7H_2O$: $MgSO_4$ =	100	: 51,430*)	[3];
$MgSO_4$: $7H_2O$ =	6,61073	: 7;	
$MgSO_4$: O =	7,43905	: 1;	
Mg : O =	1,4353	: 1;	
Mg : H =	22,91	: 1.	

Aus Familie II, Gruppe A: Mg, Sr, Ba; *B*: Zn.

Nr. 140. Strontium, Sr.

Marignac, 1858 (vgl. Nr. 65[c], S. 78).

Reihe II (corrigirt):

*) Mittel aus drei Versuchen, an dem von *G.-L.* für etwas beim Glühen abgeschiedenes Magnesiumoxyd eine Correction angebracht wurde.

$SrCl_2+6H_2O$: $SrCl_2$	=	15 : 8,9164	[3]	
	=	1,6823 : 1;		
$SrCl_2$: $6H_2O$	=	8,79380 : 6;		
$SrCl_2$: O	=	8,89565 : 1;		
Sr : O	=	5,464 : 1;		
Sr : H	=	87,20 : 1.		

Reihe III:

$SrCl_2+6H_2O$: $SrCl_2$ = 15 : 17,825 [3]

oder mit der Correction, wie in II angebracht:

$SrCl_2+6H_2O$: $SrCl_2$	=	15 : 17,8268	[3]	
	=	1,6829 : 1;		
$SrCl_2$: $6H_2O$	=	8,78606 : 6;		
$SrCl_2$: O	=	9,88695 : 1;		
Sr : O	=	5,455 : 1;		
Sr : H	=	87,07 : 1.		

Nr. 141. Baryum, Ba.

Marignac, 1858 (s. Nr. 66[e], S. 80).

Reihe II:

					Min.:	Max.:
$BaCl_2+2H_2O$: $BaCl_2$	=	15 : 12,7807	[3]			
$BaCl_2$: $2H_2O$	=	12,7807 : 2,2193;				
	=	11,51782 : 2;			11,51354	11,52269
$BaCl_2$: O	=	12,9610 : 1;			12,9562	12,9665
Ba : O	=	8,529 : 1;			8,524	8,535
Ba : H	=	136,13 : 1;			136,05	136,21.

Reihe III:

					Min.:	Max.:
$BaCl_2+2H_2O$: $BaCl_2$	=	30 : 25,559	[3]			
$BaCl_2$: $2H_2O$	=	25,559 : 4,441	[3]			
	=	11,5105 : 2;			11,504	11,514
$BaCl_2$: O	=	12,9527 : 1;			12,9459	12,9562
Ba : O	=	8,521 : 1;			8,514	8,524
Ba : H	=	136,00 : 1;			135,89	136,05.

Nr. 142. Zink, Zn.

P. A. Favre, 1844 (Journ. de Pharm. et de Chimie, Janv. 1844, **5**, 54; Ann. chim. phys. [3] **10**, 163; Liebig's Ann. **48**, 193; J. pr. Chem. **31**, 279; Str. 130).

Das beim Auflösen einer gewogenen Menge reinen Zinkes in verdünnter Schwefelsäure entwickelte Wasserstoffgas wurde mit Kupferoxyd verbrannt und das entstandene Wasser gewogen. Das Zink enthielt noch etwas Blei, das nach der Auf-

lösung des Zinkes bestimmt und in Abzug gebracht wurde. (Beschreibung und Abbildung des Apparates in Ann. chim. phys. [3] **10**, pl. II).

				Min.:	Max.:
Zn : H_2O	=	87,534	: 23,896 [3]		
	=	3,66267	: 1;	3,66024	3,66470
Zn : O	=	4,122	: 1;	4,119	4,124
Zn : H	=	65,78	: 1;	65,73	65,82.

Aus Familie III, Gruppe A: B, Al, Y, La, E.

Nr. 143. Bor, B.

a) *Berzelius*, 1822 (Öfvers. Ak. Förh. 1822; Pogg. Ann. **2**, 129; **8**, 19; Lehrb. **3**, 1199; Str. 52).

Krystallisirter, lufttrockener Borax wurde allmählich bis zum Glühen erhitzt. In drei Versuchen, in denen das Salz in gepulvertem Zustande verschieden lange der Luft ausgesetzt worden war, wurden übereinstimmende Resultate erhalten.

$Na_2B_4O_7+10H_2O$: $Na_2B_4O_7$	=	30	: 15,87 [3]
$Na_2B_4O_7$: $10\,H_2O$	=	15,87	: 14,13;
	=	11,2314	: 10;
$Na_2B_4O_7$: O	=	23,890	: 1;
B : O	=	0,6889	: 1;
B : H	=	10,99	: 1.

b) *Auguste Laurent*, 1849 (Compt. rend. **29**, 5; J. pr. Chem. **47**, 415).

1 g Borax wurde mit $\frac{1}{10}$ seines Gewichtes an Doppelspath geschmolzen.

L. arbeitete »mit zu geringen Mengen, um bis auf ein Milligramm (!) genau den Versuch vertreten zu können.«

$Na_2B_4O_7+10\,H_2O$: $10\,H_2O$	=	1	: 0,4718 [2]
	=	21,195	: 10;
$Na_2B_4O_7+10\,H_2O$: O	=	23,851	: 1;
B : O	=	0,6792	: 1;
B : H	=	10,84	: 1.

Nr. 144. Aluminium, Al.

J. W. Mallet, 1880 (R. Soc. Proc. **30**, 329; Chem. News. **41**, 212; Philos. Transact. 1880, S. 1003. Vgl. Anm. auf S. 23).

Der beim Auflösen von Aluminiummetall in concentrirter Natronlauge sich entwickelnde Wasserstoff wurde über glühendes Kupferoxyd geleitet und das entstandene Wasser gewogen.

					Min.:	Max.:
$Al_2 : 3H_2O$	=	10,3691	:	10,3515 [3]		
	=	3,0051	:	3;	3,0040	3,0059
Al : O	=	1,6908	:	1;	1,6902	1,6913
Al : H	=	26,986	:	1;	26,976	26,993.

Nr. 145. Yttrium, Y.

M. Delafontaine, 1865 (s. Nr. 163[b], S. 152).

Durch Entwässern des Sulfates bei 240°.

					Min.:	Max.:
$Y_2O_3 : 8H_2O$	=	2,1565	:	1,2745 [3]		
	=	13,536	:	8;	13,406	13,741
Y_2O_3 : O	=	15,232	:	1;	15,086	15,462
Y : O	=	6,116	:	1;	6,04	6,23
Y : H	=	97,6	:	1;	96,4	99,4.

Nr. 146. Lanthan, La.

a) *R. Hermann*, 1860 (J. pr. Chem. **82**, 395, vgl. Nr. 121, S. 125).

Aus dem Wassergehalte des Carbonates.

$La_2O_3 : H_2O$	=	68,47	:	3,86 % [?]
	=	17,7383	:	1;
La_2O_3 : O	=	19,96098	:	1;
La : O	=	8,480	:	1;
La : H	=	135,3	:	1.

b) *H. Zschiesche*, 1868 (J. pr. Chem. **104**, 174; Fres. Zeitschr. **8**, 110; vgl. Nr. 164[b], S. 153).

Das krystallisirte Sulfat wurde bei etwa 230° entwässert.

					Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3+9H_2O : 9H_2O$	=	5,697	:	1,2895 [6]		
	=	39,7619	:	9;	39,589	39,890
$La_2(SO_4)_3$: O	=	34,616	:	1;	34,423	34,761
La : O	=	8,303	:	1;	8,206	8,375
La : H	=	132,5	:	1;	131,0	133,7.

Nr. 147. Erbium, E.

M. Delafontaine, 1865 (s. Nr. 167).

Durch Entwässern des Sulfates bei 240°. Nur in 4 Vers. wurde das Wasser bestimmt.

$E_2O_3 : 8H_2O$	=	1,665	: 0,838 [4]
	=	15,89496	: 8;
$E_2O_3 : O$	=	17,8866	: 1;
$E : O$	=	7,443	: 1;
$E : H$	=	118,8	: 1.

Aus Familie VI, Gruppe A: **Th.**

Nr. 148. Thorium, Th.

M. Delafontaine, 1863 (Arch. phys. nat. **18**, 343; Liebig's Ann. **131**, 104; Fres. Zeitschr. **3**, 527).

α) Durch Trocknen des durch Kochen niedergeschlagenen Sulfates bei 400 bis 450°.

				Min.:	Max.:
$Th(SO_4)_2 + \frac{3}{2}H_2O : Th(SO_4)_2$	=	3,735	: 3,152 [3]		
	=	1,1850	: 1;	1,1842	1,1864
$Th(SO_4)_2 : H_2O$	=	24,330	: 1;	24,139	24,426
$Th(SO_4)_2 : O$	=	27,378	: 1;	27,164	27,487
$Th : O$	=	15,371	: 1;	15,156	15,479
$Th : H$	=	245,3	: 1;	241,9	247,0.

β) Durch Trocknen des bei niederer Temperatur krystallisirenden, wasserreicheren Sulfates.

$Th(SO_4)_2 + 9H_2O : 9H_2O$ = 2,412 : 0,443 [3]

D. bemerkt hierzu (Liebig's Ann. **131**, 108, Anm.), dass mit der Ermittelung des Wassergehaltes eine Atomgewichtsbestimmung zunächst nicht beabsichtigt war, dieselbe mithin weniger genau ausgeführt wurde, dass aber nach seinem Tagebuche der das Minimum ergebende Versuch der best ausgeführte sei.

Derselbe ergab:

$Th(SO_4)_2 + 9H_2O : O$	=	37,51391	: 1;
$Th : O$	=	15,379	: 1;
$Th : H$	=	245,4	: 1.

Das Resultat der beiden andern Versuche geht bis 261,604 hinauf; der Durchschnitt aus allen drei ist Th = 255,0.

Aus Familie VI, Gruppe A: W.

Nr. 149. Wolfram, W.

a) *Bernoulli*, 1860 (Pogg. Ann. **111**, 597).

Es wurde das bei der Reduction der Säure durch Wasserstoff gebildete Wasser bestimmt.

Vers. I.	$WO_3 : W : 3H_2O =$	2,0125	:	1,6015	: 0,4635
» II.	=	7,8751	:	*)	1,8110
		9,8876	:		2,2745
	=	13,0415	:	10,3657	: 3;
	Min.:	13,026			
	Max.:	13,045			
	W : W : O =	11,676	:	11,665	: 1;
	Min.:	11,658			
	Max.:	11,680			
	W : W : H =	186,34	:	186,17	: 1.
	Min.:	186,06			
	Max.:	186,41.			

b) *Scheibler*, 1861 (J. pr. Chem. **83**, 324).

Durch Wasserbestimmung im metawolframsauren Baryum. Das Salz wurde in Platingefässen längere Zeit bei 100° getrocknet und dann allmählich bis zum Glühen erhitzt. Zur Controle wurde nach abermaligem Glühen nochmals gewogen.

Weitere Versuchsreihen, in denen der Baryumgehalt als Baryumsulfat und die Wolframsäure bestimmt wurde, bezeichnet *Sch.* als unzuverlässig.

				Min.:	Max.:
$BaW_4O_{13} + 9H_2O : 9H_2O =$	14,4879	:	1,8888 [5]		
=	69,034	:	9;	68,943	69,179
$BaW_4O_{13} + 9H_2O : O =$	77,685	:	1;	77,583	77,848
W : O =	11,496	:	1;	11,470	11,536
W : H =	183,47	:	1;	183,06	184,12.

Aus Familie VII, Gruppe A: Mn.

Nr. 150. Mangan, Mn.

Rawack, 1859 (Pogg. Ann. **107**, 605 u. 616; Liebig's Ann. **113**, 77).

Durch Reduction von Manganoxyduloxyd zu Manganoxydul im Wasserstoffstrom und Wägen des entstandenen Wassers.

				Min.:	Max.:
$Mn_3O_4 : H_2O =$	43,5690	:	3,4700 [6]		
=	12,5559	:	1;	12,536	12,573
$Mn_3O_4 : O =$	14,129	:	1;	14,107	14,148
Mn : O =	3,376	:	1;	3,369	3,383
Mn : H =	53,89	:	1;	53,77	53,99.

*) In Folge eines zufälligen Fehlers, den *B.* nicht ermitteln konnte, wurde die offenbar unrichtige Zahl 6,2005 gefunden, die nicht zur Berechnung benutzt werden konnte.

VIII. Beziehung auf Schwefel und Schwefelverbindungen.

A. Beziehung der Elemente zu den Sulfiden.

Vorbemerkung: Nach der Atomgewichtstafel ist:

S : O = 2,00372 : 1.

Aus Familie II, Gruppe B: Hg.

Nr. 151. Quecksilber, Hg.

Erdmann und *Marchand*, 1844 (J. pr. Chem. **31**, 400; Liebig's Ann. **52**, 219; Berz. Lb. **3**, 1187; Str. 101).

Zinnober wurde dreimal sublimirt und dann, mit metallischem Kupfer innig gemengt, in einer Röhre im Kohlensäurestrom erhitzt. Das Quecksilber wurde in einer mit Goldblättchen lose verschlossenen Kugelvorlage aufgefangen und direct gewogen.

						Min.:	Max.:
(w. G.)	HgS : Hg	=	177,1664	:	152,7450 [4]		
		=	1,1599	:	1;	1,1598	1,1600
	Hg : S	=	6,255	:	1;	6,249	6,259
	Hg : O	=	12,533	:	1;	12,521	12,541
	Hg : H	=	200,03	:	1;	199,84	200,16.

Aus Familie V, Gruppe A: Sb, Bi.

Nr. 152. Antimon, Sb.

a) *Schneider*, 1856 (Pogg. Ann. **97**, 483 (Vorläuf. Mitth.); **98**, 299; Ausz. in Berl. Ak. Ber. 1856, S. 143; J. pr. Chem. **68**, 115; Ann. chim. phys. [3] **68**, 115; Liebig's Ann. **100**, 120; Str. 42).

Durch Reduction des natürlichen Antimonglanzes von Arnsberg mittelst Wasserstoffes; Correctionen wurden angebracht für beigemengten Quarz*), für geringe Mengen unzersetzt verflüchtigten Schwefelantimons und im Rückstande gebliebenen Schwefels.

---

*) Nach *Fr. Kessler* (»Ist das Atomgewicht des Sb 120 oder 122? Bochum, 1879,« S. 204) soll dieser »Quarz« aus $CaCO_3$ und $MgCO_3$ bestehen (s. f. S.).

In den einzelnen Versuchen fiel das Atomgewicht des Sb um so grösser aus, je mehr Substanz angewendet wurde. Dies ist *Schn.* nicht entgangen, er konnte aber den Grund nicht ermitteln; *Fr. Kessler* sucht die Ursache in dem Glühverluste der Glasröhren.

					Min.:	Max.:
$Sb_2S_3 : Sb_2$	=	48,3772	:	34,5851 [8]		
	=	2,7976	:	2;	2,7964	2,7996
Sb : S	=	3,761	:	1;	3,752	3,767
Sb : O	=	7,537	:	1;	7,518	7,548
Sb : H	=	120,3	:	1;	120,0	120,5.

b) *J. P. Cooke*, 1878 (Proceed. of the Amer. Acad. of Arts and Sciences **13**, 1 bis 71; Sill. Am. J. [3] **15**, 41 bis 49; 107 bis 124).

Durch Ueberführen von Dreifach-Chlorantimon in Dreifach-Schwefelantimon*).

(Mit Ausschluss zweier vorläufiger Versuche):

$2SbCl_3 : Sb_2S_3$	=	27,0930	:	20,2630 [6]
	=	1,33771	:	1;
Sb	=	$\frac{Cl_6 - S_3 \times 1,33771}{2 \times 1,33771 - 2}$;		
Sb : O	=	7,7845	:	1;
Sb : H	=	124,2	:	1.

c) *R. Schneider*, 1880 (Ueber das Atomgewicht des Antimons. Eine chemische Skizze. Berlin 1880 bei Gutmann).

Diese neuern Versuche wurden auf die *Kessler*'sche Kritik der ältern hin unternommen; die genannte kleine Schrift enthält auch eine Widerlegung der *Kessler*'schen Einwürfe.

Durch Reduction des Arnsberger Antimonglanzes mittelst Wasserstoffes. Derselbe bestand aus Schwefelantimon 99,811 %, Quarz 0,108 %, kohlensaurem Kalk 0,048 % und Schwefeleisen 0,033 %. Nach Anwendung von Correctionen für die fremden Beimengungen, wobei der Kalkgehalt der reducirten Masse als Schwefelcalcium in Abzug gebracht wurde, sowie für den vom Antimon zurückgehaltenen Schwefel ergab sich:

					Min.:	Max.:
$Sb_2S_3 : Sb_2$	=	14,5075	:	10,34761 [3]		
	=	1,40201	:	1;	1,40192	1,40212
$Sb_2 : S_3$	=	7,4625	:	3;	7,4605	7,4642
Sb : O	=	7,4764	:	1;	7,4743	7,4781
Sb : H	=	119,32	:	1;	119,29	119,35.

*) S. a. *Fr. Kessler* (»Ist das Atomgewicht des Antimons, Sb, 120 oder 122?« *Bochum*, 1879, S. 9. u. 10), der auf verschiedene Fehlerquellen aufmerksam macht, namentlich soll der Wasserstoff sauerstoffhaltig gewesen sein.

Nr. 153. Wismuth, Bi.

Lagerhjelm, 1814 (Aus Annals of Philosophy **94** (Nov. 1814) in Ann. chim. phys. **94**, 161; Schweigg. J. **17**, 416; Berz. Lb. **3**, 1216; Str. 124).

Durch Erhitzen von Wismuth mit überschüssigem Schwefel.

		Min.:	Max.:
$Bi_2 : Bi_2S_3$	= 10 : 12,235*) [5]	12,206	12,252
$Bi_2 : S_3$	= 13,422 : 3;	13,32	13,60
Bi : O	= 13,447 : 1;	13,35	13,62
Bi : H	= 214,6 : 1;	213,0	217,4.

Nach *Gmelin* (Handb. 4. Aufl. **2**, 848) ist dieser Werth zu gross.

B. Beziehung von Oxyden und Chloriden zu den entsprechenden Sulfiden.

Vorbemerkung: Als bekannt sind vorausgesetzt die Beziehungen (vgl. die Atomgewichtstafel):

$$S : O = 2{,}00372 : 1;$$
$$Cl : O = 2{,}21586 : 1.$$

Aus Familie IV, Gruppe A: Ti.

Nr. 154. Titan, Ti.

Heinr. Rose, 1823 (Gilb. Ann. **13**, 67 und 129; Pogg. Ann. **8**, 177; Str. 115).

Durch Verbrennen von Schwefeltitan zu Titansäure.

$$TiS_2 : TiO_2 = 101{,}7 : 75{,}7 \text{ Theile}$$
$$= 1{,}3435 : 1;$$
$$Ti = \frac{S_2 - 2 \times 1{,}3435 \times O}{1{,}3435 - 1};$$
$$Ti : O = 3{,}84 : 1;$$
$$Ti : H = 61{,}3 : 1.$$

Aus Familie V, Gruppe A: Ta.

Nr. 155. Tantal, Ta.

Berzelius, 1825 (Pogg. Ann. **4**, 15).

»In zwei Versuchen gaben 100 Theile Schwefeltantalum 89,6 Tantalsäure, in einem dritten 89,743. In allen diesen Versuchen

*) In Vers. II wurden zunächst 12,2275^g Schwefelwismuth gefunden. Später ergab sich, dass das zur Tara benutzte 50^g-Stück um 0,0245^g

muss die Tantalsäure in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak geglüht werden, um sie vollkommen von Schwefelsäure zu befreien«. Später fand sich, dass eine Correction von 0,25 % nöthig war für einen Gehalt des Schwefeltantals an Tantalsäure und Kohle.

Derselbe, 1826 (Pogg. Ann. **8**, 177; Lehrb. 3. Aufl. **5**, 116).

»99,75 Theile reines Schwefeltantal wurden mit Beachtung der gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln, die Schwefelsäure fortzuschaffen, zu Tantalsäure verbrannt und gaben 89,35«.

Ein anderes Verfahren wurde bei einem weitern Versuche befolgt, gab aber das nämliche Resultat: »99,75 Theile Schwefeltantal wurden durch Erhitzen im Chlorgas in Tantalchlorid verwandelt. Dieses, mit Wasser zersetzt, gab 89,35 geglühte Tantalsäure«. (Lehrb. **3**, 1209).

Die Versuche ergeben nur unter Anwendung der offenbar unrichtigen Formel:

$$Ta_2S_3 : Ta_2O_3 = 99,75 : 89,35$$

gute Resultate, nämlich

$$\begin{array}{l} Ta : O = 11,433 : 1; \\ \hline Ta : H = 182,47 : 1; \\ \hline \end{array}$$

mit der Formel Ta_2S_4 oder Ta_2S_5 und Ta_2O_5 dagegen ganz abweichende Werthe.

Aus Familie VI, Gruppe A: Mo.

Nr. 156. Molybdän, Mo.

a) *L. Svanberg* und *H. Struve*, 1848 (Öfvers. Ak. Förh. 1848; J. pr. Chem. **44**, 317; Liebig's Ann. **68**, 209; Str. 87).

α) Durch Rösten von künstlichem Zweifach-Schwefelmolybdän. Verff. schliessen drei Versuche wegen ungenügender Oxydation aus.

$$MoS_2 : MoO_3 = 9,4985 : 8,5247 \text{ [7]}$$

		Min.:	Max.:
$= 1,1142 : 1;$		1,1128	1,1155

$$Mo = \frac{S_2 - O_3 \times 1,1142}{1,1142 - 1} \text{ u. s. w.*)}$$

$$\begin{array}{l} Mo : O = 5,820 : 1; \\ \hline Mo : H = 92,9 : 1. \\ \hline \end{array}$$

zu leicht war!, wesshalb die corrigirte Zahl 12,252 von *L.* angenommen wurde.

*) In Folge der Kleinheit des Nenners in diesem Ausdrucke kommen die Beobachtungsfehler zehnfach vergrössert in das Ergebniss der Rechnung. Das Verfahren ist also sehr unzweckmässig.

β) Ferner wurden vier Versuche mit natürlichem Molybdänglanz von Lindås und Bohus angestellt; die Gangart wurde in Abzug gebracht.

$$MoS_2 : MoO_3 = 6{,}3806 : 5{,}7343 \; [4]$$

		Min.:	Max.:
$= 1{,}1127 : 1;$		1,1118	1,1143
$Mo = \frac{S_2 - O_3 \times 1{,}1127}{1{,}1127 - 1}$ u. s. w.			
$Mo : O = 5{,}937 : 1;$			
$Mo : H = 94{,}7 : 1.$			

γ) Endlich wurde in einem Versuche (J. pr. Chem. **44**, 304) Molybdänsäure in einem Strome von trockenem Schwefelwasserstoff stark geglüht. Das entstandene Schwefelmolybdän wurde gewogen. Ein zweiter Versuch mit Molybdänsäure aus anderem Materiale stimmte weniger.

Entsprechende Versuche mit neutralem und dreifach saurem molybdänsauren Kalium waren ganz ergebnisslos, da sich neben Schwefelmolybdän noch Sulfosalze bildeten.

$$MoO_3 : MoS_2 = 2{,}739 : 3{,}0548 \; [1]$$

$$= 0{,}89624 : 1;$$

$$Mo = \frac{S_2 \times 0{,}89624 - O_3}{1 - 0{,}89624};$$

$$Mo : O = 5{,}717 : 1;$$

$$Mo : H = 91{,}2 : 1.$$

b) *P. Liechti* und *B. Kempe*, 1873 (Liebig's Ann. **169**, 344 bis 359). Vgl. Nr. 89[d], S. 101.

Die Berechnung aus der Differenz zwischen den Gewichten des Chlorides und des Schwefelmolybdänes ist nur bei den höhern Chloriden genügend genau (vgl. *Lothar Meyer* a. a. O.).

α) Aus dem Tetrachloride:

$$MoCl_4 : MoS_2 = 0{,}4126 : 0{,}2780 \; [1]$$

$$= 1{,}4842 : 1;$$

$$Mo = \frac{Cl_4 - S_2 \times 1{,}4842}{1{,}4842 - 1}$$

$$Mo : O = 6{,}022 : 1;$$

$$Mo : H = 96{,}11 : 1.$$

β) Aus dem Pentachloride:

$$MoCl_5 : MoS_2 = 0{,}8276 : 0{,}4855 \; [2]$$

	Min.:	Max.:
$= 1{,}7066 : 1;$	1,702	1,711
$Mo = \frac{Cl_5 - S_2 \times 1{,}7066}{1{,}7066 - 1}$ u. s. w.		
$Mo : O = 6.002 : 1;$	5,934	6,070
$Mo : H = 95{,}79 : 1;$	94,71	96,88.

C. Beziehung auf Schwefeldioxyd.

Vorbemerkung: Nach der Atomgewichtstafel ist:

$$SO_2 : O = 4{,}00372 : 1.$$

Aus Familie V, Gruppe B: As.

Nr. 157. Arsen, As.

Berzelius, 1818 (Schweigg. J. **23**, 172; Pogg. Ann. **8**, 22; Lehrb. **3**, 1205; Str. 44).

Durch Erhitzen von Arsentrioxyd mit Schwefel wurde das Verhältniss von arseniger Säure zu Schwefeldioxyd ermittelt; »das weggehende, schwefligsaure Gas wurde dem Gewichte nach bestimmt«.

$$\begin{array}{rcl} (\text{s. G.})\ 2\,As_2O_3 : 3\,SO_2 & = & 2{,}203 : 1{,}069\ [1] \\ & = & 6{,}190 : 3; \\ As_2O_3 : O & = & 12{,}392 : 1; \\ As : O & = & 4{,}696 : 1; \\ \hline As : H & = & 74{,}94 : 1. \end{array}$$

D. Beziehung auf die Gruppe SO_3 oder Verhältniss von Oxyden zu den entsprechenden Sulfaten.

Vorbemerkung: 1) Zur Beziehung auf die Einheit dient der aus der Atomgewichtstafel abgeleitete Werth:

$$SO_3 : O = 5{,}00372 : 1.$$

2) Ferner ist in einzelnen Berechnungen noch als bekannt angenommen die Beziehung:

$$H_2O : O = 1{,}1253 : 1.$$

Aus Familie II, Gruppe A: Be, Mg, Ca.

Nr. 158. Beryllium, Be.

a) *Awdejew*, 1842 (Pogg. Ann. **56**, 106; Berz. Lb. **3**, 1225).

Berylliumsulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt, das Filtrat durch Schwefelsäure von Baryum befreit und durch Ammoniak die Erde ausgefällt. Dieselbe wurde bis zum constanten Gewichte geglüht. *A.* gibt nicht die directen Gewichte des Baryumsulfates, sondern das Gewicht des darin enthaltenen SO_3 an.

			Min.:	Max.:
$BeO : SO_3$	=	9371 : 29684 Theile [4] *)		
	=	0,3157 : 1;	0,3134	0,3173
Be : O	=	0,5796 : 1;	0,568	0,588
Be : H	=	9,25 : 1;	9,07	9,38.

b) *L. F. Nilson* und *Otto Pettersson*, 1880 (Öfvers. Ak. Förh. 1880, Nr. 6; Ber. D. chem. Ges. **13**, 1451).

Das Sulfat war theils durch Abrauchen des sublimirten Chlorides mit Schwefelsäure und wiederholtes Umkrystallisiren des Productes, theils durch Auflösen des aus dem Chloride durch Ammoniak gefällten Hydrates in Schwefelsäure dargestellt. Es bildet schöne grosse Krystalle, die bei 100 bis 110° die Hälfte ihres Wassers, den Rest bei 250° verlieren.

Das krystallisirte Sulfat wurde bis zum constanten Gewichte geglüht und der Rückstand von reiner Beryllerde gewogen.

			Min.:	Max.:
$BeSO_4+4H_2O : BeO$	=	13,7269 : 1,9449 [4]		
	=	7,0579 : 1;	7,0532	7,0621
$BeO : SO_3+4H_2O$	=	0,16507 : 1;	0,16496	0,16520
Be : O	=	0,5690 : 1;	0,5680	0,5702
Be : H	=	9,081 : 1;	9,064	9,101.

N. und *P.* berechnen für Be = 13,62.

Nr. 159. Magnesium, Mg.

a) *Gay-Lussac*, 1819 (Ann. chim. phys. [2] **13**, 308).

Magnesiumsulfat wurde mittelst Kaliumcarbonates zersetzt und das Magnesium als Oxyd gewogen.

$MgSO_4+7H_2O : MgO$	=	18,197 : 2,892 [1]	
	=	6,2922 : 1;	
$MgO : SO_3+7H_2O$	=	0,1890 : 1;	
Mg : O	=	1,434 : 1;	
Mg : H	=	22,89 : 1.	

b) *Berzelius*, 1826 (Pogg. Ann. **8**, 188; Lehrb. **3**, 1227; JB. **7**, 75).

Magnesia wurde in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung eingedampft, der Rückstand bis zum constanten Gewichte geglüht; derselbe war in Wasser vollständig löslich.

$MgO : MgSO_4$	=	100 : 293,985 Theile [1]	
$MgO : SO_3$	=	0,5155 : 1;	
Mg : O	=	1,58 : 1;	
Mg : H	=	25,2 : 1.	

*) In Vers. III wurde für das offenbar falsch angegebene Gewicht der Beryllerde (= 2400) die richtige Zahl 2480 gesetzt.

c) *L. Svanberg* und *O. Nordenfeldt*, 1847 (Öfvers. Ak. Förh. 1847, 120; J. pr. Chem. **45**, 474).

Das durch Glühen des oxalsauren Salzes erhaltene Magnesiumoxyd wurde in sehr verdünnter Schwefelsäure gelöst und das Sulfat nach dem Glühen gewogen.

					Min.:	Max.:
$MgO : MgSO_4$	=	5,4754	:	16,2444 [3]		
	=	0,3371	:	1;	0,3368	0,3373
$MgO : SO_3$	=	0,5084	:	1;	0,5079	0,5089
Mg : O	=	1,544	:	1;	1,542	1,546
Mg : H	=	24,64	:	1;	24,60	24,68.

d) *Jacquelain*, 1850 (Compt. rend. **30**, 106; Ann. chim. phys. [3] **32**, 202).

Entwässertes Magnesiumsulfat wurde wiederholt geglüht bis zum constanten Gewicht und das Oxyd gewogen. Dieses letztere wurde durch Erhitzen mit Schwefelsäure wieder in das Sulfat verwandelt, wobei das ursprüngliche Gewicht erhalten wurde.

$MgSO_4 : MgO : MgSO_4$	=	1,466	:	0,492 : 1,466 [1]	
$MgO : SO_3$	=	0,492	:	0,974;	
	=	0,50513	:	1;	
Mg : O	=	1,528	:	1;	
Mg : H	=	24,38	:	1.	

e) *Bahr*, 1852 (J. pr. Chem. **56**, 310; Str. 83).

Verfahren wie das von *Berzelius*; das Oxyd war aus Olivin aus sibirischen Meteorsteinen dargestellt.

					Min.:	Max.:
$MgO : MgSO_4$	=	4,8181	:	14,2730 [3]		
	=	1	:	2,9624;	2,9604	2,9644
$MgO : SO_3$	=	0,5096	:	1;	0,5091	0,5101
Mg : O	=	1,550	:	1;	1,547	1,552
Mg : O	=	24,74	:	1;	24,69	24,78.

Nr. 160. Calcium, Ca.

Berzelius, 1843 (Liebig's Ann. **46**, 241; Lehrb. **3**, 1228*); Str. 56).

Aetzkalk wurde durch Behandeln mit Schwefelsäure in Calciumsulfat übergeführt. Die angewandte Schwefelsäure hinterliess von je 20g einen Rückstand von 0,001g, wofür eine entsprechende Correction angebracht wurde.

*) Daselbst ist die Schwefelsäure irrthümlich als schwefelsaurer Kalk bezeichnet.

					Min.:	Max.:
$CaO : CaSO_4$	=	14,7098	:	35,6569 [5]		
	=	1	:	2,4240	2,4208	2,4259
$CaO : SO_3$	=	0,7023	:	1;	0,7013	0,7038
Ca : O	=	2,514	:	1;	2,509	2,522
Ca : H	=	40,12	:	1;	40,05	40,25.

Erdmann und *Marchand* (J. pr. Chem. **31**, 257; Str. 56) machen dagegen geltend, dass der gebrannte Kalk nicht absolut frei von Kohlensäure war und dass die Schwefelsäure leicht beim Verdampfen Gyps mit fortreisst. Das Resultat müsste in beiden Fällen zu hoch ausfallen.

Aus Familie III, Gruppe A: Al, Sc, Y, La, Ce, Di, E, Yb.

Nr. 161. Aluminium, Al.

Berzelius, 1812 (Pogg. Ann. **8**, 187; Lehrb. **3**, 1227; Str. 41).

Durch Glühen des Sulfates.

$Al_2(SO_4)_3 : Al_2O_3$	=	100	:	29,934
	=	1	:	0,29934;
$Al_2O_3 : 3\,SO_3$	=	1,2817	:	3;
$Al_2O_3 : O$	=	6,4131	:	1;
Al : O	=	1,707	:	1;
Al : H	=	27,24	:	1.

Nr. 162. Scandium, Sc.

L. F. Nilson, 1880 (Öfvers. Ak. Förh. 1880, Nr. 6; Ber. D. chem. Ges. **13**, 1439: Compt. rend. **91**, 118).

Die Scandinerde war theils aus Gadolinit und Keilhauit, zum grössten Theile aber aus Euxenit dargestellt. Zu den Versuchen diente Erde von drei verschiedenen Darstellungen.

Die durch Glühen des Oxalates erhaltene Erde wurde in Salpetersäure gelöst, mit Schwefelsäure abgeraucht und das neutrale Sulfat gewogen.

					Min.:	Max.:
$Sc_2O_3 : Sc_2(SO_4)_3$	=	1,2574	:	3,4753 [4]		
	=	1	:	2,7639;	2,7629	2,7650
$Sc_2O_3 : 3\,SO_3$	=	1,7008	:	3;	1,6997	1,7018
$Sc_2O_3 : O$	=	8,5103	:	1;	8,5048	8,5153
Sc : O	=	2,755	:	1;	2,752	1,758
Sc : H	=	43,97	:	1;	43,93	44,01.

Mendelejeff hatte für das »Ekabor« das Atomgewicht 44,0 vorausgesagt.

Nr. 163. Yttrium, Y.

a) *O. Popp*, 1864 (Liebig's Ann. **131**, 191; Fres. Zeitschr. **3**, 523; vgl. a. Nr. 180[b]).

Durch Glühen des aus der Lösung des Sulfates mittelst Oxalsäure gefällten Oxalates.

		Min.:	Max.:
$Y_2(SO_4)_3 + 7\frac{1}{2}H_2O : Y_2O_3 =$	4,5005 : 1,8074 [4]		
=	2,4900 : 1;	2,4883	2,4926
Y =	$\frac{3(SO_4) + 7\frac{1}{2}H_2O - O_3 \times 2,4900}{2 \times 2,4900 - 2}$ u. s. w.		
Y : O =	6,369 : 1;	6,356	6,379
Y : H =	101,7 : 1;	101,4	101,8.

b) *M. Delafontaine*, 1865 (Liebig's Ann. **134**, 109; Arch. phys. nat. 1866, **25**, 112).

Yttriumsulfat wurde erst bei 240° entwässert, dann durch Ammonoxalat gefällt und das Oxalat geglüht.

(Berechnung auf Wasser s. Nr. 145, S. 140.)

		Min.:	Max.:
$Y_2(SO_4)_3 + 8H_2O : 8H_2O : Y_2O_3 =$	5,5925 : 1,2745 : 2,1565 [3]		
$Y_2O_3 : (SO_3)_3 + 8H_2O =$	2,1565 : 3,4360 [3]		
=	0,62762 : 1;	0,62368	0,63582
Y_2O_3 : O =	15,071 : 1;	14,977	15,268
Y : O =	6,04 : 1;	5,99	6,13
Y : H =	96,3 : 1;	95,6	97,9.

c) *J. Bahr* und *R. Bunsen*, 1866 (Liebig's Ann. **137**, 21.)

Yttererde wurde in Schwefelsäure gelöst, im Wasserbad abgedampft und allmählich über den Sdp. der H_2SO_4 erhitzt.

$Y_2O_3 : Y_2(SO_4)_3 =$	0,7266 : 1,4737 [1]
$Y_2O_3 : 3SO_3 =$	2,9177 : 3;
Y_2O_3 : O =	14,599 : 1;
Y : O =	5,80 : 1;
Y : H =	92,6 : 1.

Zu einem weitern Versuche diente ein durch Ueberführen in das basische Nitrat wiederholt gereinigtes Oxyd:

$Y_2O_3 : Y_2(SO_4)_3 =$	0,7856 : 1,5956 [1]
$Y_2O_3 : 3SO_3 =$	2,9096 : 3;
Y_2O_3 : O =	14,5590 : 1;
Y : O =	5,780 : 1;
Y : H =	92,24 : 1.

d) *P. T. Cleve* und *O. M. Höglund*, 1873 (aus Bihang till. Vet. Aks. Handl. 1873, **1**, III Nr. 8 in Ber. D. chem. Ges. **6**, 1467).

Durch Analyse des Sulfates. $\overset{II}{Y} = 59,70$.

Y : O =	5,611	: 1	[?]
Y : H =	89,55	: 1.	

Nr. 164. Lanthan, La.

a) *R. Hermann*, 1860 (J. pr. Chem. **82**, 395).

Das entwässerte Sulfat wurde aufgelöst, durch Ammoniumoxalat gefällt und das Oxalat durch Glühen in Oxyd übergeführt.

Drei Versuche ergaben 57,690; 57,663 und 57,610 % La_2O_3.

				Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3$: La_2O_3 =	100	: 57,654:		57,610	57,690
La_2O_3 : $3\,SO_3$ =	4,0845	: 3;		4,0785	4,0914
La_2O_3 : O =	20,437	: 1;		20,400	20,472
La : O =	8,719	: 1:		8,700	8,736
La : H =	139,1	: 1:		138,9	139,4.

b) *H. Zschiesche*, 1868 (J. pr. Chem. **104**, 174; Fres. Zeitschr. 8, 110).

Das zunächst bei 230° entwässerte Sulfat wurde bis zum constanten Gewichte geglüht und das Lanthanoxyd gewogen. Dasselbe zeigte die *Gladstone*'sche Didymlinie nicht mehr, erwies sich auch frei von Schwefelsäure.

(Berechnung mittelst des Wassergehaltes s. Nr. 146[b], S. 140.)

$La_2(SO_4)_3 + 9\,H_2O$:	$9\,H_2O$:	La_2O_3 :	$3\,SO_3$		
=	5,697 :	1,2895 :	2,513	: 1,8945 [6]	
=	9,0214 :	2,0420 :	3,979	: 3;	
Min.:	8,9633		3,9360		
Max.:	9,0769		4,0220		
$La_2(SO_4)_3 + 9H_2O$:	La_2O_3 :	O =	45,139 :	19,911	: 1;
		Min.:	44,849	19,693	
		Max.:	45,417	20,124	
La :	La :	O =	8,500 :	8,456	: 1;
		Min.:	8,355	8,347	
		Max.:	8,639	8,562	
La :	La :	H =	135,7 :	135,0	: 1.
		Min.:	133,3	133,2	
		Max.:	137,9	136,7.	

c) *C. Erk*, 1870 (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. **6**, 299; Fres. Zeitschr. **10**, 509; Zeitschr. f. Chem. [N. F.] **7**, 106).

Das durch Ammoniumoxalat aus dem Sulfate gefällte Oxalat wurde durch heftiges Glühen in das Oxyd übergeführt, im Filtrate wurde die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt. In einigen Fällen wurde die stark angesäuerte Lösung des Sulfates direct durch $BaCl_2$ ausgefällt. (Die Berechnung auf $BaSO_4$ s. Nr. 181[e]).

			Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3 : La_2O_3$	=	1,1785 : 0,6723 *) [2]		
	=	1,7529 : 1;	1,7523	1,7534
$La_2O_3 : 3\,SO_3$	=	3,9846 : 3;	3,9821	3,9877
$La_2O_3 : O$	=	19,937 : 1;	19,926	19,953
La : O	=	8,4687 : 1;	8,4629	8,4767
La : H	=	135,16 : 1;	135,07	135,29.

d) *Marignac*, 1873 (Institut 1873, p. 168; Ann. chim. phys. [4] **30**, 67).

α) Durch Glühen des Sulfates, das vorher bei dunkler Rothgluth getrocknet worden war.

			Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3 : La_2O_3$	=	4,4492 : 2,5614 [2]		
	=	1,7370 : 1;	1,7369	1,7371
La	=	$\frac{(SO_4)_3 - O_3 \times 1,7370}{2 \times 1,7370 - 2}$ u. s. w.		
La : O	=	8,6159 : 1;	8,6144	8,6172
La : H	=	137,51 : 1;	137,49	137,53.

β) Das Sulfat wurde durch Ammoniumoxalat gefällt und das Oxalat durch starkes Glühen zersetzt.

			Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3 : La_2O_3$	=	6,1498 : 3,5380 [2]		
	=	1,7382 : 1;	1,7374	1,7391
La	=	$\frac{(SO_4)_3 - O_3 \times 1,7382}{2 \times 1,7382 - 2}$ u. s. w.		
La : O	=	8,600 : 1;	8,587	8,610
La : H	=	137,2 : 1;	137,0	137,4.

e) *P. T. Cleve*, 1874 (Bull. soc. chim. [2] **21**, 196; Arch. phys. nat. **50**, 212; J. B. 1874, 257).

Lanthanoxyd wurde durch Lösen in Salpetersäure und Abrauchen mit Schwefelsäure in Sulfat übergeführt.

»J'ai obtenu comme moyenne de cinq déterminations le nombre 139,15 (nombres extrêmes 139,49 et 138,95)«.

			Min.:	Max.:
La : O	=	8,7187 : 1;	8,7061	8,7400
La : H	=	139,15 : 1;	138,95	139,49.

f) *B. Brauner*, 1882 (Chem. Soc. J. Nr. 231, Febr. 1882, p. 75).

Das Sulfat wurde sechsmal aus Wasser von 35° umkrystallisirt, aus dem Sulfate das Oxyd dargestellt und dieses wiederholt durch Lösen in Ammoniumnitrat von Didym gereinigt. Schliesslich wurde im Sulfate der Gehalt an Lanthanoxyd ermittelt.

*) Zeitschr. f. Chem. a. a. O. lies. in Vers. 1: **0**,2705 La_2O_3 statt **1**,2705.

					Min.:	Max.:
$La_2(SO_4)_3$: La_2O_3	=	4,66296	:	2,68400 [2]		
La_2O_3 : $3\,SO_3$	=	2,68400	:	1,97896;		
	=	4,0688	:	1;	4,0669	4,0698
La_2O_3 : O	=	20,3592	:	1;	20,3496	20,3641
La : O	=	8,6796	:	1;	8,6748	8,6821
La : H	=	138,53	:	1;	138,45	138,57.

Nr. 165. Cer, Ce.

a) *C. Wolf*, 1868 (Sill. Am. J. **2**, 46, 53; Fres. Zeitschr. **8**, 525; Zeitschr. f. Chem. **11**, 671).

Nach *W.*'s Tode von *F. A. Genth* publicirt.

Das Sulfat $Ce_2(SO_4)_3 + 5\,H_2O$ wurde entwässert, das Cer in das Oxalat übergeführt und dieses geglüht. Wir geben von 8 Versuchen die 2 letzten hier wieder, welche nahezu identische Resultate ergaben und von *W.* für die besten gehalten werden.

1) $Ce_2(SO_4)_3$: $2\,CeO_2$ = 1,2804 : 0,7717 [1]

= 1,6592 : 1;

$$Ce = \frac{(SO_4)_3 - 2\,O_2 \times 1{,}6592}{2 \times 1{,}6592 - 2};$$

Ce : O = 8,6276 : 1;

Ce : H = 137,70 : 1.

2) $Ce_2(SO_4)_3$: $2\,CeO_2$ = 1,1924 : 0,7186 [1]

= 1,65934 : 1;

Ce : O = 8,6251 : 1;

Ce : H = 137,66 : 1.

b) *C. H. Wing*, 1870 (Sill. Am. J. [2] **49**, 358; Ausz. in Ber. D. chem. Ges. 1870, 309; Zeitschr. f. Chem. 1870, S. 597; Bull. soc. chim. [2] **14**, 202).

Durch Analyse des nach *Wolf* dargestellten Cersulfates. Der Wassergehalt des Salzes, $0{,}3564^g$ in $2{,}6975^g$, ist in Abrechnung gebracht.

					Min.:	Max.:
$Ce_2(SO_4)_3$: $2\,CeO_2$	=	2,3411	:	1,4104 [2]		
	=	1,6599	:	1;	1,6594	1,6604
Ce	=	$\frac{(SO_4)_3 - 2\,O_2 \times 1{,}6599}{2 \times 1{,}6599 - 2}$ u. s. w.				
Ce : O	=	8,6164	:	1;	8,6076	8,6243
Ce : H	=	137,52	:	1;	137,38	137,64.

Nr. 166. Didym, Di.

a) *C. Marignac*, 1853 (Ann. chim. phys. [3] **38**, 148; Str. 66).

Aus der Lösung des Sulfates wurde das Oxalat gefällt, geglüht und das Oxyd gewogen.

					Min.:	Max.:
$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3	=	14,192	:	8,270 [5]		
	=	1	:	0,5827;	0,5822	0,5831
Di_2O_3 : SO_3	=	4,1891	:	3;	4,1805	4,1960
Di_2O_3 : O	=	20,961	:	1;	20,918	20,995
Di : O	=	8,981	:	1;	8,959	8,998
Di : H	=	143,3	:	1;	143,0	143,6.

b) *R. Hermann*, 1860 (J. pr. Chem. **82**, 387).

Durch Ausfällen des entwässerten Sulfates mit Ammoniumoxalat und Glühen des Niederschlages.

Es wurden 58,14 % Oxyd erhalten.

$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3	=	100	:	58,14 [?]
Di_2O_3 : $3\,SO_3$	=	4,1668	:	3;
Di_2O_3 : O	=	20,8493	:	1;
Di : O	=	8,925	:	1;
Di : H	=	142,4	:	1.

c) *C. Erk*, 1870 (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. **6**, 299, Zeitschr. f. Chem. [N. F.] **7**, 106; J. B. 1870, S. 321; Fres. Zeitschr. **10**, 509).

Aus der Lösung des Sulfates wurde durch Ammoniumoxalat das Oxalat und aus diesem durch Glühen das Oxyd erhalten. In einem Versuche wurde auch die Schwefelsäure mittelst Chlorbaryums gefällt (s. Nr. 183[b]).

					Min.:	Max.:
$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3	=	1,9365	:	1,1261 [3]		
	=	1,7196	:	1;	1,7165	1,7216
Di_2O_3 : SO_3	=	4,1690	:	1;	4,1576	4,1872
Di_2O_3 : O	=	20,860	:	1;	20,803	20,952
Di : O	=	8,930	:	1;	8,902	8,976
Di : H	=	142,5	:	1;	142,1	143,3.

d) *H. Zschiesche*, 1870 (J. pr. Chem. **107**, 65; Fres. Zeitschr. **9**, 540).

Durch Trocknen und Glühen des wasserhaltigen Sulfates. Es wurden in 5 Versuchen 3,401[g] des wasserhaltigen oder 2,647[g] des trockenen Salzes verwendet.

Die Berechnung auf Wasser wird hier nicht aufgeführt, da sie sehr abweichende Resultate gibt und auch offenbar Druckfehler enthält.

$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3	=	2,647 *)	:	1,534.
	=	1,7256	:	1;
Di_2O_3 : SO_3	=	4,1348	:	3;
Di_2O_3 : O	=	20,6888	:	1;
Di : O	=	8,845	:	1;
Di : H	=	141,2	:	1.

*) J. pr. Chem. a. a. O. Vers. I lies 0,434 statt 0,534.

e) *P. T. Cleve*, 1874 (Bull. soc. chim. [2] **21**, 246; J. B. 1874, 259; Vgl. a. Compt. rend. **94**, 1528).

Basisches Didymnitrat wurde in Formiat übergeführt und aus diesem durch Glühen reines Didymoxyd erhalten, das durch Lösen in Salpetersäure und Abrauchen mit Schwefelsäure in Sulfat verwandelt wurde. Das Oxyd war frei von Lanthan; zur Vermeidung eines Gehaltes an Peroxyd wurde es im Wasserstoffstrome ausgeglüht.

»On a trouvé comme moyenne de six déterminations le nombre 147,01 (nombres extrêmes 147,23 et 146,65)«.

		Min.:	Max.:
Di : O =	9,2111 : 1;	9,1886	9,2249
Di : H =	147,01 : 1;	146,65	147,23.

f) *B. Brauner*, 1882 (Wien. Akad. Ber. **86**, Juni 1882. Frühere Bestimmung: Chem. Soc. J. Nr. 231, Febr. 1882).

Die nach einem umständlichen, a. a. O. nachzusehenden Verfahren von La, Ce und Di_β befreite Lösung wurde kochendheiss mit reiner Oxalsäure gefällt und das Oxalat durch Glühen in hellaschgraues Oxyd, ohne jeden Stich ins Braune, verwandelt.

			Min.:	Max.:
$Di_2O_3 : Di_2(SO_4)_3$ =	5,6423 : 9,6426 [5]			
$Di_2O_3 : 3\,SO_3$ =	5,6423 : 4,0003;			
$Di_2O_3 : SO_3$ =	4,2314 : 1;		4,229	4,234
$Di_2O_3 : O$ =	21,173 : 1;		21,160	21,187
Di : O =	9,087 : 1;		9,080	9,094
Di : H =	145,03 : 1;		144,92	145,14.

Nr. 167. Erbium, E.

a) *M. Delafontaine*, 1865 (Liebig's Ann. **134**, 109; Arch. phys. nat. 1866, **25**, 112).

Die gepulverten Salze wurden erst bei 240° entwässert, dann gelöst, durch Ammonoxalat gefällt und das Oxalat geglüht. (Berechnung auf Wasser s. Nr. 147, S. 140.)

$E_2(SO_4)_3 + 8\,H_2O : E_2O_3$ =	5,0610 : 2,1600 [5]	
$E_2O_3 : (SO_3)_3 + 8\,H_2O$ =	2,160 : 2,901;	
=	0,74457 : 1;	
$E_2O_3 : O$ =	17,880 : 1;	
E : O =	7,440 : 1;	
E : H =	118,7 : 1.	

b) *P. T. Cleve* und *O. M. Höglund*, 1873 (aus Bihang till Vet. Aks. Handl. 1873, **1**, III Nr. 8 in Ber. D. chem. Ges. **6**, 1467).

Durch Analyse des Sulfates. $\overset{II}{E}$ = 113,7.

E : O =	10,686 : 1;
E : H =	170,55 : 1.

c) *J. S. Humpidge* und *W. Burney*, 1879 (Chem. Soc. J. **35**, (Transact.) 11).

Aus dem Sulfate.

$E_2O_3 : E_2(SO_4)_3 = 2,3928 : 3,8607$ [2]

			Min.:	Max.:
$E_2O_3 : (SO_3)_3$	= 24,469	: 3;	24,460	24,479
E : O	= 10,735	: 1;	10,730	10,739
E : H	= 171,33	: 1;	171,25	171,40.

d) *P. T. Cleve*, 1880 (Compt. rend. **91**, 381).

Die noch Spuren von Thulinerde und der Erde X enthaltende Erbinerde wurde mehrfach gereinigt, in vier Fractionen zerlegt und mit den beiden äussersten das Atomgewicht bestimmt.

Verfahren nicht angegeben. Die erste Fraction ergab E = 166,25, die letzte 166,21 und 166.

»Plusieurs fois j'ai obtenu le nombre 166 par la détermination du poids atomique des fractions les plus pures«.

E : O	= 10,401	: 1;
E : H	= 166,0	: 1.

Nr. 168. Ytterbium, Yb.

a) *C. Marignac*, 1878 (Compt. rend. **87**, 578; Arch. phys. nat. **61**, 283; **64**, 97).

M. fand die Erde im Gadolinit und benannte sie nach ihrem Fundorte Ytterby.

In drei Versuchen wurde für $\overset{II}{Yb}O$: 130,4; 130,6; 130,8 gefunden, doch glaubt *M.*, dass die Zahl 131 erreicht würde, wenn die Reinigungsmethode genügend lange fortgesetzt werden könnte. Aus $\overset{II}{Yb}O$ = 131 berechnet sich für $\overset{III}{Yb}$:

Yb : O	= 10,808	: 1;
Yb : H	= 172,5	: 1.

b) *M. Delafontaine*, 1878 (Compt. rend. **87**, 933).

D. fand im Sipylit von Amherst (Virginien) eine Erde, die er für identisch hält mit *M.*'s Ytterbinerde.

»Son équivalent est voisin de 134«.

Yb : O	= 11,09	: 1;
Yb : H	= 177,0	: 1.

c) *L. F. Nilson*, 1880 (Öfvers. Ak. Förh. 1880, Nr. 6; Ber. D. chem. Ges. **12**, 550).

Die durch Glühen des Oxalates erhaltene Erde wurde durch Abdampfen mit Salpetersäure und Schwefelsäure in neutrales Sulfat übergeführt und als solches gewogen.

			Min.:	Max.:
$Yb_2O_3 : Yb_2(SO_4)_3$	=	6,4236 : 10,3361 [7]		
	=	1 : 1,6091;	1,6085	1,6096
$Yb_2O_3 : 3SO_3$	=	4,9255 : 3;	4,9209	4,9304
$Yb_2O_3 : O$	=	24,6457 : 1;	24,6704	24,6230
Yb : O	=	10,823 : 1:	10,812	10,835
Yb : H	=	172,73 : 1;	172,55	172,93.

Aus Familie IV, Gruppe A: Zr, Th; *B*: Pb.

Nr. 169. Zirkonium, Zr.

Berzelius, 1825 (Pogg. Ann. **4**, 126; **8**, 186; Lehrb. **3**, 1224).

In einer Versuchsreihe wurde erst die Erde durch Ammoniak gefällt, dann die Säure durch Chlorbaryum. Sowohl Erde als Baryumsulfat wurden gewogen. In der zweiten Reihe wurde das Sulfat, zuletzt unter Zusatz von Ammoniumcarbonat, zur Weissgluth erhitzt bis zum constanten Gewichte; der Verlust wurde als SO_3 in Rechnung gestellt.

Beide Methoden gaben völlig übereinstimmende Resultate.

»In 6 Versuchen, wovon 1 auf nassem und 5 auf trockenem Wege angestellt wurden, ergab sich:

$SO_3 : ZrO_2 = 100 : 75,84; 75,92; 75,80; 75,74; 75,97; 75,85$ %«*).

Die Mittelzahl ist 75,853 %.

$ZrO_2 : 2SO_3$	=	1,5171 : 2 [6]	
Zr : O	=	5,591 : 1;	
Zr : H	=	89,23 : 1.	

B. berechnet für $\overset{III}{Zr}$ = 67,2.

Nr. 170. Thorium, Th.

a) *Berzelius*, 1829 (Öfvers. Ak. Förh. 1829, St. 1; Pogg. Ann. **16**, 398; Ann. chim. phys. [2] **43**, 20; Lehrb. **3**, 1224).

Durch Analyse des schwefelsauren Thorerdekaliums. Die Thorerde wurde aus der wässrigen Lösung durch Ammoniak ausgefällt und im Filtrate das schwefelsaure Kalium bestimmt; die Schwefelsäure ist aus dem Verluste berechnet.

$ThO_2 : 2SO_3 : 2K_2SO_4$	=	0,265 : 0,156 : 0,3435 [1]	
$ThO_2 : 2SO_3$	=	3,3974 : 2;	
Th : O	=	15,000 : 1:	
Th : H	=	239,39 : 1.	

(Berechnung auf K_2SO_4 s. Nr. 200.)

*) Die neueren Angaben lauten: 75,74; 75,80; 75,84; 75,84; 75,92; 75,96 %. Die Mittelzahl ist 75,85 %, also sehr nahe gleich der obigen.

b) *M. Delafontaine*, 1863 (Arch. phys. nat. **18**, 343; Liebig's Ann. **131**, 100; Fres. Zeitschr. **3**, 526).

Die Thorerde war aus Orangit von Aröe und aus Thorit von Lövön dargestellt.

α) Das wasserhaltige gefällte Salz wurde bei 100° getrocknet, gewogen, das Wasser bei 400 bis 500° verjagt, wieder gewogen und durch Glühen die Erde erhalten.

$$Th(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O : Th(SO_4)_2 : ThO_2 = 3{,}735 : 3{,}152^{*)} : 1{,}961\,[3]$$
$$= 1{,}9046 : 1{,}6073 : 1;$$

Min.: 1,9036 1,6063
Max.: 1,9057 1,6081.

Aus dem Verhältnisse des wasserhaltigen Salzes zur Thorerde berechnet sich:

$$Th = \frac{(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O - O_2 \times 1{,}9046}{1{,}9046 - 1} \text{ u. s. w.}$$

$$Th : O = 14{,}66 : 1;$$
$$Th : H = 234{,}1 : 1.$$

Aus dem Verhältnisse des wasserfreien Sulfates zur Erde:

			Min.:	Max.:
$ThO_2 : 2SO_3 =$	3,293	: 2;	3,2889	3,2987
$Th : O =$	14,477	: 1;	14,457	14,506
$Th : H =$	231,06	: 1;	230,73	231,51.

β) In einer andern Versuchsreihe fällte er durch Ammoniumoxalat die Thorerde aus und bestimmte im Filtrate die Schwefelsäure durch Chlorbaryum.

			Min.:	Max.:
$Th(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O : 2SO_3 =$	3,1145	: 0,9966 [3]		
$=$	6,2503	: 2;	6,2125	6,3660
$Th(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O : O =$	31,275	: 1;	31,086	31,854
$Th : O =$	14,20	: 1;	14,01	14,78
$Th : H =$	226,7	: 1;	223,7	235,9.

γ) Das Verhältniss des wasserärmeren Sulfates zur Thorerde wurde ferner nochmals in einer grösseren Versuchsreihe festgestellt:

			Min.:	Max.:
$Th(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O : ThO_2 =$	5,422	: 2,8615 [11]		
$=$	1,8948	: 1;	1,8880	1,9188
$Th =$	$\frac{(SO_4)_2 + \tfrac{9}{2}H_2O - O_2 \times 1{,}8948}{1{,}8948 - 1}$;			
$Th : O =$	14,84	: 1;	14,40	14,97
$Th : H =$	236,9	: 1;	229,9	239,0.

*) Fres. Zeitschr. a. a. O. Vers. II lies 0,726 statt 0,776 ThO_2.

Das bei niederer Temperatur krystallisirte wasserreichere Salz ergab:

$$Th(SO_4)_2 + 9\,H_2O : Th(SO_4)_2 : ThO_2 = 2{,}412 : 1{,}770 : 1{,}088\ [3]$$
$$= 2{,}2169 : 1{,}6268 : 1;$$

Min.: 2,212 1,619
Max.: 2,227 1,636.

$$Th = \frac{(SO_4)_2 + 9H_2O - O_2 \times 2{,}2169}{2{,}2169 - 1} \text{ u. s. w.}$$

		Min.:	Max.:
Th : O =	14,55 : 1;	14,41	14,61
Th : H =	232,2 : 1;	230,0	233,2.

und

$ThO_2 : 2\,SO_3$ =	3,191 : 2;	3,145	3,231
Th : O =	13,97 : 1:	13,73	14,17
Th : H =	222,9 : 1;	219,2	226,1.

Endlich wurde in einem weiteren Versuche nur die aus dem wasserreicheren Salze sich ergebende Thorerde bestimmt:

$$Th(SO_4)_2 + 9H_2O : ThO_2 = 0{,}885 : 0{,}399\ [1]$$
$$= 2{,}2180 : 1;$$
$$Th = \frac{(SO_4)_2 + 9\,H_2O - O_2 \times 2{,}2180}{2{,}2180 - 1};$$

Th : O =	14,53 : 1;
Th : H =	231.9 : 1.

c) *Hermann*, 1864 (J. pr. Chem. **93**, 114).

In dem wasserärmeren Sulfate, $Th(SO_4)_2 + 4\frac{1}{2}H_2O$, wurde Thorerde, Wasser und SO_3, wahrscheinlich durch Glühen, bestimmt.

$ThO_2 : 2\,SO_3$ =	52,87 : 32,11 % [1]
=	3,29305 : 2:
Th : O =	14,48 : 1;
Th : H =	231,1 : 1.

d) *P. T. Cleve*, 1874 (Bull. soc. chim. [2] **21**, 116; J. B. 1874, 261).

Durch Glühen des wasserfreien Sulfates. Es wurden sechs Versuche ausgeführt; nur die auf Wasserstoff bezogenen Endresultate sind angegeben.

		Min.:	Max.:
Th : O =	14,65 : 1 [6]	14,60	14,69
Th : H =	233,8 : 1;	233,0	234,4.

e) *L. F. Nilson*, 1882, s. Nachtrag, S. 203.

Nr. 171. Blei, Pb.

a) *Berzelius*, 1811 (Gilb. Ann. **37**, 265; Str. 100).

Bleioxyd wurde in Salpetersäure gelöst und mit Schwefelsäure abgeraucht; zwei übereinander stimmende Versuche.

PbO : $PbSO_4$	=	20,77	: 28,195	[2]
PbO : SO_3	=	2,7379	: 1;	
Pb : O	=	12,997	: 1;	
Pb : H	=	207,43	: 1.	

b) *Turner*, 1835 (Liebig's Ann. **13**, 17).

Durch Glühen von basischem Nitrat im Platintiegel wurde Bleioxyd dargestellt, in HNO_3 gelöst und mit Schwefelsäure abgeraucht.

PbO : $PbSO_4$	=	164,766	: 223,948 Gran	[?]
	=	1	: 1,3592;	
PbO : SO_4	=	2,7841	: 1;	
Pb : O	=	12,931	: 1;	
Pb : H	=	206,37	: 1.	

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr.

Nr. 172. Chrom, Cr.

Adolph Moberg, 1848 (J. pr. Chem. **43**, 114; **44**, 322; Str. 64).

Durch Analyse des schwefelsauren Chromoxydes. Dasselbe war durch Kochen von zweimal gefälltem Chromoxydhydrat mit Schwefelsäure dargestellt und wurde in Reihe I bei 330° getrocknet, in II bis zum beginnenden Glühen erhitzt. Das getrocknete Salz wurde durch starkes Glühen zerlegt.

Reihe I:

					Min.:	Max.:
$Cr_2(SO_4)_3$: $3\,SO_3$	=	2,4077	: 1,4657	[3]		
	=	4,9281	: 3;		4,9273	4,9304
Cr_2O_3 : O	=	9,6517	: 1;		9,6435	9,6590
Cr : O	=	3,326	: 1;		3,322	3,330
Cr : H	=	53,08	: 1;		53,02	53,14.

Rheihe II (von *M.* für richtiger gehalten):

					Min.:	Max.:
$Cr_2(SO_4)_3$: $3\,SO_3$	=	1,901	: 1,154	[2]		
	=	4,9419	: 3;		4,9412	4,9426
Cr_2O_3 : O	=	9,7169	: 1;		9,7131	9,7201
Cr : O	=	3,358	: 1;		3,357	3,360
Cr : H	=	53,60	: 1;		53,57	53,63.

Aus Familie VII, Gruppe A: Mn.

Nr. 173. Mangan, Mn.

Turner, 1818 (Pogg. Ann. **14**, 213; Philos. Mag. [2] **4**, 22; Str. 85).

Das durch Reduction des Oxyduloxydes mittelst Wasserstoffes dargestellte Oxydul wurde in verdünnter Schwefelsäure gelöst, abgedampft und geglüht.

				Min.:	Max.:
$MnO : MnSO_4$	= 13,855	: 29,27	Gran [2]		
	= 0,47335	: 1	:	0,47320	0,47344
$MnO : SO_3$	= 0,89880	: 1	:	0,89825	0,89911
Mn : O	= 3,497	: 1	:	3,495	3,499
Mn : H	= 55,82	: 1	;	55,77	55,84.

E. Beziehung auf die Gruppe SO_4 oder Verhältniss von Metall zu Sulfat.

Vorbemerkung: Zur Beziehung auf die Einheit dient der aus der Atomgewichtstafel sich ergebende Werth:

$$SO_4 : O = 6{,}00372 : 1.$$

Aus Familie I, Gruppe B: Cu.

Nr. 174. Kupfer, Cu.

W. Hampe, 1874 (Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen **21**, 218; Fres. Zeitschr. **13**, 367).

Durch Elektrolyse von Kupfervitriol und Wägen des ausgeschiedenen Kupfers.

(s. G.) $CuSO_4 : Cu = 85{,}03010 : 33{,}78433$ [2].

Mit $D(CuSO_4) = 3{,}651$; $D(Cu) = 8{,}945$; $D(\text{Messing}) = 8{,}6$; $D(Pt) = 21{,}0$; $\delta = 0{,}00116632^g$ berechnet *H.* hieraus:

(w. G.) $CuSO_4 : Cu = 85{,}04580 : 33{,}78424$ [2]

				Min.:	Max.:
	= 2,51732	: 1	;	2,51726	2,51738
$Cu : SO_4$	= 0,659058	: 1	;	0,659029	0,659082
Cu : O	= 3,9568	: 1	;	3,9566	3,9569
Cu : H	= 63,150	: 1	;	63,147	63,153.

Aus Familie IV, Gruppe B: Pb.

Nr. 175. Blei, Pb.

a) *Berzelius*, 1817 (Schweigg. J. **23**, 112; Pogg. Ann. **8**, 15; Lehrb. **3**, 1186; Str. 100).

Blei wurde in Salpetersäure gelöst, mit verdünnter Schwefelsäure abgeraucht und geglüht.

			Min.:	Max.:
Pb : $PbSO_4$	=	40 : 58,5678 [4]		
	=	2,1543 : 1;	2,1525	2,1561
Pb : O	=	12,934 : 1;	12,923	12,945
Pb : H	=	206,42 : 1;	206,25	206,60.

B. glaubte, der dritte Versuch, welcher

Pb : $PbSO_4$ = 10 : 14,6440

ergab, komme »der Wahrheit am nächsten«. Später führte er diese Zahl irrthümlich als Mittel aller vier Versuche an (statt 14,6419). Im Lehrbuche endlich schied er den vierten Versuch aus, weil dessen in Folge eines Schreibfehlers zu **14,658** statt **14,6458** angegebenes Resultat von dem der übrigen zu weit abweiche.

b) *Turner*, 1835 (Liebig's Ann. **13**, 16).

Blei wurde in Salpetersäure gelöst und mit Schwefelsäure abgeraucht.

0,03 Gran Verunreinigungen sind als Correction abgezogen; sie bestanden aus Calcium- und Kaliumsulfat, aus den Säuren und dem Wasser herrührend.

Als Mittel vieler Versuche:

Pb : $PbSO_4$	=	100 : 146,419 [?]
Pb : SO_4	=	2,1543 : 1;
Pb : O	=	12,934 : 1;
Pb : H	=	206,42 : 1.

c) *Stas*, 1860 (Rapports p. 106; Stas-Aronstein, Untersuch. S. 333).

Blei wurde in Nitrat übergeführt und dieses durch starkverdünnte Schwefelsäure in Sulfat verwandelt. Die Operation wurde in Platingefässen vorgenommen und das Salz vor der Wägung im Magnesiabade bis zur Dunkelrothgluth erhitzt.

			Min.:	Max.:
(w. G.) Pb : $PbSO_4$	=	1090,6085 *) : 1596,9459 [6]		
	=	1 : 1,46427;	1,46419	1,46443
Pb : SO_4	=	2,15392 : 1;	2,15318	2,15428
Pb : O	=	12,9315 : 1;	12,9271	12,9337
Pb : H	=	206.387 : 1;	206,316	206,419.

Aus Familie V, Gruppe B: Bi.

Nr. 176. Wismuth, Bi.

Lagerhjelm, 1814 (aus Annals of Philosophy **94** (Nov. 1814) in Ann. chim. phys. **94**, 161; Schweigg. J. **17**, 416; Str. 124).

*) Rapports a. a. O. Vers. II lies 148,**6**16 statt 148,**0**16 und Untersuch. a. a. O. Vers. II lies 148,**616** statt 148,**061**.

Wismuthmetall wurde durch Behandlung mit Salpetersäure und Schwefelsäure in Sulfat verwandelt.

$$\begin{array}{rcl} Bi_2 : Bi_2(SO_4)_3 & = & 10 : 16{,}782 \; [1] \\ Bi_2 : (SO_4)_3 & = & 4{,}422 : 3; \\ Bi : O & = & 13{,}274 : 1; \\ \hline Bi : H & = & 211{,}86 : 1. \end{array}$$

Diese Zahl ist nach *L. Gmelin* (Handb. 4. Aufl. **2**, 848) zu gross. Ein erster Versuch ergab Bi = 222,6.

F. Beziehung auf Baryumsulfat, $BaSO_4$.

Vorbemerkung: 1) Aus der Atomgewichtstafel ergibt sich zur Beziehung auf die Einheit:

$$\mathbf{BaSO_4 : O = 14{,}57872 : 1.}$$

2) Ferner sind in den einzelnen Versuchen die nachstehenden Beziehungen als bekannt angenommen:

$$\begin{array}{rcl} \mathbf{H_2O : O} & \mathbf{=} & \mathbf{1{,}1253 : 1;} \\ \mathbf{K : O} & \mathbf{=} & \mathbf{2{,}44559 : 1;} \\ \mathbf{Ba : O} & \mathbf{=} & \mathbf{8{,}57500 : 1;} \\ \mathbf{S : O} & \mathbf{=} & \mathbf{2{,}00372 : 1;} \\ \mathbf{SO_4 : O} & \mathbf{=} & \mathbf{6{,}00372 : 1;} \\ \mathbf{F : O} & \mathbf{=} & \mathbf{1{,}19439 : 1;} \\ \mathbf{Cl : O} & \mathbf{=} & \mathbf{2{,}21586 : 1.} \end{array}$$

a. von Sulfaten.

Aus Familie I, Gruppe A: Li.

Nr. 177. Lithium, Li.

a) *Hermann*, 1829 (Pogg. Ann. **15**, 482).

Getrocknetes Lithiumsulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt. Das Mittel mehrerer Versuche ergab:

$$\begin{array}{rcl} Li_2O : SO_3 & = & 26{,}00 : 74{,}00\,\% \; [?] \\ & = & 0{,}35135 : 1; \\ Li_2O : O & = & 1{,}7581 : 1; \\ Li : O & = & 0{,}3790 : 1; \\ \hline Li : H & = & 6{,}049 : 1. \end{array}$$

b) *Berzelius*, 1829 (Pogg. Ann. **17**, 379; Lehrb. **3**, 1229).

»Auf dringendes Begehren von *Hermann* in Moskau, diese Ann. **91** (Pogg. Ann. **15**, 480) habe ich die Analyse des Lithions wiederholt«.

Schwefelsaures Lithium wurde durch Chlorbaryum gefällt.

$$\begin{array}{rcl} Li_2SO_4 : BaSO_4 & = & 1,874 : 3,9985 \; [1] \\ & = & 0,46868 : 1; \\ Li_2SO_4 : O & = & 6,8327 : 1; \\ Li : O & = & 0,4145 : 1; \\ \hline Li : H & = & 6,615 : 1. \end{array}$$

c) *Hagen*, 1839 (Pogg. Ann. **48**, 361).

Das Baryumsulfat war nach *Diehl* lithiumhaltig.

$$\begin{array}{rcl} Li_2SO_4 + H_2O : Li_2SO_4 : BaSO_4 & = & 1,002 : 0,852 : 1,8195 \; [1] \\ & = & 0,55070 : 0,46826 : 1; \\ Li_2SO_4 + H_2O : Li_2SO_4 : O & = & 8,0285 : 6,8266 : 1; \\ Li : Li : O & = & 0,450 : 0,411 : 1; \\ \hline Li : Li : H & = & 7,18 : 6,57 : 1. \end{array}$$

d) *Diehl*, 1861 (Liebig's Ann. **121**, 97).

Durch Ausfällen von Lithiumsulfat mit Chlorbaryum.

D. fand hierbei, dass der Baryumniederschlag einen erheblichen Lithiumgehalt zeigte und dass somit die nach dieser Methode ausgeführten Bestimmungen constant zu niedrig ausfallen mussten. Aus seinem Versuche berechnete er in der That zunächst Li = 6,571, nahezu übereinstimmend mit der von *Berzelius* gefundenen Zahl. Nach wiederholtem Auskochen des Baryumniederschlages mit Salzsäure ergab sich aber, indem das Gewicht des schwefelsauren Baryums von 8,4368 auf 8,3781^g herunterging:

$$\begin{array}{rcl} Li_2SO_4 : BaSO_4 & = & 3,952 : 8,3781 \; [1] \\ & = & 0,47171 : 1; \\ Li_2SO_4 : O & = & 6,8769 : 1; \\ Li : O & = & 0,4366 : 1; \\ \hline Li : H & = & 6,968 : 1. \end{array}$$

Aus Familie II, Gruppe A: Be, Mg.

Nr. 178. Beryllium, Be.

a) *Berzelius*, 1815 und 1826 (Pogg. Ann. **8**, 187; Schweigg. J. **15**, 296; Lehrb. **3**, 1225; Str. 49).

1815 durch Analyse des Sulfates:

$$\begin{array}{rcl} BeO : BaSO_4 & = & 0,553 : 5,000 \; [1] \\ & = & 0,1106 : 1; \\ Be : O & = & 0,612 : 1; ^{*)} \\ \hline Be : H & = & 9,77 : 1. \end{array}$$

*) *Str.* gibt mehrmals irrthümlich die von *B.* für BeO berechneten Zahlen als für Be geltend an.

1826 ebenso, aber, wahrscheinlich in Folge der Bildung eines basischen Salzes, gänzlich falsch.

»Ganz neutrales (gesättigtes) Berylliumsulfat, das 100,1 Theile Beryllerde enthielt, gab 454,9 Theile $BaSO_4$«.

BeO : $BaSO_4$	=	100,1	:	454,9
	=	0,22005	:	1;
Be : O	=	2,2080	:	1:
Be : H	=	35,24!	:	1.

b) *Weeren*, 1854 (Pogg. Ann. **92**, 91; Liebig's Ann. **92**, 262; J. pr. Chem. **62**, 301).

Im Berylliumsulfate wurde der Gehalt an Schwefelsäure (als Baryumsulfat) und an Beryllerde bestimmt, indem letztere, nach Entfernung des Barytüberschusses mittelst Schwefelsäure, durch Schwefelammonium gefällt wurde.

					Min.:	Max.:
BeO : $BaSO_4$	=	1,4273	:	13,1874 [4]		
	=	0,10823	:	1;	0,10783	0,10888
Be : O	=	0,578	:	1;	0,572	0,587
Be : H	=	9,22	:	1;	9,13	9,37.

c) *G. Klatzo*, 1868 (Dissert. d. med. Facult. zu Dorpat 1868; Fres. Zeitschr. **8**, 523).

Durch Analyse zweier Sulfate, des in Quadratoctaëdern krystallisirenden $BeSO_4 + 4\,H_2O$ und des in monoklinen Prismen auftretenden $BeSO_4 + 7\,H_2O$.

Die Schwefelsäure wurde durch Chlorbaryum gefällt und die Beryllerde aus dem Filtrate durch Ammoniumhydrat abgeschieden.

BeO : $BaSO_4$	=	1,3307	:	12,2905 [5]
	=	0,10827	:	1;
Be : O	=	0,578	:	1:
Be : H	=	9,23	:	1.

Nr. 179. Magnesium, Mg.

a) *Gay-Lussac*, 1819 (Ann. chim. phys. [2] **13**, 308; Str. 83).

Krystallisirtes Magnesiumsulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt.

$MgSO_4 + 7\,H_2O$: $BaSO_4$	=	16,205	:	15,345 [1]
	=	1,0560	:	1:
$MgSO_4 + 7\,H_2O$: O	=	15,396	:	1:
Mg : O	=	1,515	:	1:
Mg : H	=	24,18	:	1.

Von einem zweiten Versuche ist nur die gefundene Menge Schwefelsäure (SO_3) angegeben; das Verfahren war vermuthlich dasselbe wie oben.

$$\begin{array}{rcl} MgSO_4+7H_2O : SO_3 & = & 19{,}395 : 6{,}30564\ [1] \\ & = & 3{,}0758 : 1; \\ MgSO_4+7H_2O : O & = & 15{,}391 : 1; \\ Mg : O & = & 1{,}510 : 1; \\ \hline Mg : H & = & 24{,}10 : 1. \end{array}$$

b) *Scheerer*, 1846 (Pogg. Ann. **69**, 535; **70**, 408; Liebig's Ann. **64**, 220).

Schwefelsaures Magnesium wurde nach dem Glühen durch Chlorbaryum gefällt. Die mit dem Baryumsulfate niedergefallene, auch nach dem Glühen durch Salzsäure nicht zu entfernende, Magnesia wurde nachträglich bestimmt und als Sulfat in Abrechnung gebracht.

$$\begin{array}{rcl} MgSO_4 : BaSO_4 & = & 2{,}0065 : 3{,}8855\ [1] \\ & = & 0{,}51641 : 1; \\ MgSO_4 : O & = & 7{,}5286 : 1; \\ Mg : O & = & 1{,}525 : 1; \\ \hline Mg : H & = & 24{,}34 : 1. \end{array}$$

Aus vier anderen Versuchen, deren Einzelheiten nicht angegeben werden, und in welchen der geringe Magnesiumgehalt des Niederschlages ebenfalls in Abzug gebracht wurde, leitet *Scheerer* ab, dass, wenn

$$BaSO_4 : O = 14{,}5604 : 1;$$
$$MgO : O = 2{,}5143;\ 2{,}5104;\ 2{,}5069;\ 2{,}5122 : 1,$$

im Mittel:

$$\begin{array}{rcl} Mg : O & = & 1{,}511 : 1; \\ \hline Mg : H & = & 24{,}11 : 1. \end{array}$$

c) *Jacquelain*, 1850 (Ann. chim. phys. [3] **32**, 202).

$$\begin{array}{rcl} MgSO_4 : BaSO_4 & = & 1{,}464 : 2{,}838\ [1] \\ & = & 0{,}51586 : 1; \\ MgSO_4 : O & = & 7{,}5205 : 1; \\ Mg : O & = & 1{,}517 : 1; \\ \hline Mg : H & = & 24{,}21 : 1. \end{array}$$

Aus Familie III, Gruppe A: Y, La, Ce, Di; *B*: Tl.

Nr. 180. Yttrium, Y.

a) *Berzelius*, 1818 (Schweigg. J. **22**, 336; **16**, 422; Pogg. Ann. **8**, 186).

»100 Theile gelinde geglühter schwefelsaurer Yttererde ergaben, durch Chlorbaryum gefällt, 145,27 Theile schwefelsauren Barytes.«

$$\begin{array}{rcl} Y_2(SO_4)_3 : 3\,BaSO_4 & = & 100 : 145{,}27 \;[1] \\ & = & 2{,}0651 : 3; \\ Y_2(SO_4)_3 : O & = & 30{,}107 : 1; \\ Y : O & = & 6{,}048 : 1; \\ \hline Y : H & = & 96{,}52 : 1. \end{array}$$

b) *O. Popp*, 1864 (Liebig's Ann. **131**, 191; Fres. Zeitschr. **3**, 523). Vgl. Nr. 163[a] S. 152.

Das lufttrockene Sulfat wurde bei 200° getrocknet und die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt. Aus dem Filtrate wurde die Yttererde abgeschieden.

$$\begin{array}{rcl} Y_2(SO_4)_3 + 7\tfrac{1}{2}\,H_2O : Y_2O_3 : 3\,BaSO_4 & = & 4{,}5005 : 1{,}8074 : 5{,}0117 \;[4] \\ & = & 2{,}6940 : 1{,}0819 : 3; \\ & \text{Min.:} & 2{,}6921 \quad 1{,}0817 \\ & \text{Max.:} & 2{,}6964 \quad 1{,}0823 \\ Y_2(SO_4)_3 + 7\tfrac{1}{2}\,H_2O : Y_2O_3 : O & = & 39{,}275 : 15{,}771 : 1; \\ & \text{Min.:} & 39{,}247 \quad 15{,}769 \\ & \text{Max.:} & 39{,}310 \quad 15{,}778 \\ Y : Y : O & = & 6{,}412 : 6{,}3864 : 1; \\ \hline & \text{Min.:} & 6{,}398 \quad 6{,}3846 \\ & \text{Max.:} & 6{,}430 \quad 6{,}3889 \\ Y : Y : H & = & 102{,}3 : 101{,}93 : 1; \\ \hline & \text{Min.:} & 102{,}1 \quad 101{,}90 \\ & \text{Max.:} & 102{,}6 \quad 101{,}97. \end{array}$$

No. 181. Lanthan, La.

a) *Rammelsberg*, 1842 (Pogg. Ann. **55**, 65).

Im Lanthansulfate wurde die Schwefelsäure als Baryumsulfat bestimmt.

$$\begin{array}{rcl} La_2(SO_4)_3 : 3\,BaSO_4 & = & 0{,}700 : 0{,}883 \;[1] \\ & = & 2{,}37825 : 3: \\ La_2(SO_4)_3 : O & = & 34{,}672 : 1; \\ La : O & = & 8{,}330 : 1; \\ \hline La : H & = & 132{,}95 : 1. \end{array}$$

b) *C. Marignac*, 1848 (Aus Bibl. univ. Genève, Août 1848, in Ann. chim. phys. [3] **27**, 228).

Lanthansulfat wurde mit Chlorbaryum titrirt; die angeführten Werthe für $BaCl_2$ sind die Mittelzahlen. Vers. I, II und VIII der ganzen Reihe verwirft *M.* selbst.

$La_2(SO_4)_3$: $3\,BaCl_2$	=	66,307	: 72,557 [6]	Min.:	Max.:
	=	2,7416	: 3;	2,7389	2,7445
$La_2(SO_4)_3$: O	=	35,659	: 1;	35,624	35,696
La : O	=	8,8239	: 1;	8,8066	8,8426
La : H	=	140,8	: 1;	140,6	141,1.

In zwei anderen Versuchen wurde eine Correction angebracht, indem gewogene Mengen von Chlorbaryum zur Ausfällung verwendet wurden, und der Ueberschuss des $BaCl_2$ als $BaSO_4$ gewogen; auf diese Weise stellte sich *M.* unabhängig von dem mitgerissenen Lanthane.

$La_2(SO_4)_3$: $3\,BaSO_4$	=	9,079	: 11,132 [2]	Min.:	Max.:
	=	2,44673	: 3;	2,44661	2,44684
$La_2(SO_4)_3$: O	=	35,6703	: 1;	35,6685	35,6718
La : O	=	8,8296	: 1;	8,8287	8,8303
La : H	=	140,92	: 1;	140,91	140,93.

c) *M. Holzmann*, 1858 (J. pr. Chem. **75**, 348).

Lanthansulfat wurde bei 100° getrocknet, dann durch Ammonoxalat die Erde gefällt und nach dem Glühen das Oxyd gewogen; im Filtrate wurde die Schwefelsäure durch Chlorbaryum bestimmt.

Die Wägungen des entwässerten Sulfates sind unbrauchbar, da das Salz sich nicht unzersetzt völlig trocknen lässt.

La_2O_3 : $3\,BaSO_4$	=	1,3106	: 2,8085 [3]	Min.:	Max.:
	=	1,4000	: 3:	1,3947	1,4062
La_2O_3 : O	=	20,410	: 1:	20,332	20,501
La : O	=	8,705	: 1;	8,666	8,750
La : H	=	138,9	: 1;	138,3	139,7.

d) *Czudnowicz*, 1860 (J. pr. Chem. **80**, 33).

Lanthansulfat wurde analysirt, indem das Lanthan als Oxalat gefällt und nach dem Glühen als Oxyd gewogen wurde; im Filtrate wurde die Schwefelsäure als Baryumsulfat bestimmt.

0,598^g des lufttrockenen Sulfates gaben 0,272^g Oxyd und 0,586^g Baryumsulfat.

La_2O_3 : $3\,BaSO_4$	=	0,272	: 0,586 [1]
	=	1,3925	: 3:
La_2O_3 : O	=	20,301	: 1:
La : O	=	8,650	: 1;
La : H	=	138,1	: 1.

e) *C. Erk*, 1870 (s. Nr. 164^c, S. 153).

$La_2(SO_4)_3 : La_2O_3 : 3\,BaSO_4$	=	0,7045 :	0,4018 :	0,8815 [1]
	=	2,3976 :	1,3674 :	3 :
$La_2(SO_4)_3 : La_2O_3 : O$	=	34,954 :	19,935 :	1 ;
La : La : O	=	8,4716 :	8,4677 :	1 ;
La : La : H	=	135,21 :	135,14 :	1.

Nr. 182. Cer, Ce.

a) *Beringer*, 1842 (Liebig's Ann. **42**, 134).

In trockenem Cersulfate wurde das Cer als »Oxyduloxyd«, die Schwefelsäure als Baryumsulfat bestimmt.

Aus 5,454g Sulfat ergab sich:

				Min.:	Max.:
$2\,CeO_2 : 3\,BaSO_4$	=	3,3655 :	6,755 [4]		
	=	1,4947 :	3 ;	1,4895	1,4984
$2\,CeO_2 : O$	=	21,790 :	1 :	21,715	21,845
Ce : O	=	8,895 :	1 ;	8,857	8,923
Ce : H	=	142,0 :	1 :	141,4	142,4.

b) *Hermann*, 1843 (J. pr. Chem. **30**, 185).

Durch Bestimmung der Schwefelsäure im wasserfreien Sulfate.

$Ce_2(SO_4)_3 : 3\,BaSO_4$	=	23,532 :	29,160 [1]
	=	2,4210 :	3 ;
$Ce_2(SO_4)_3 : O$	=	35,295 :	1 ;
Ce : O	=	8,642 :	1 ;
Ce : H	=	137,9 :	1.

c) *Marignac*, 1848 (Bibl. univ. Genève [3] **8**, 265; Liebig's Ann. **68**, 215; Ann. chim. phys. [3] **27**, 209).

Getrocknetes schwefelsaures Cer wurde durch Chlorbaryum gefällt und das Baryumsulfat gewogen.

				Min.:	Max.:
$Ce_2(SO_4)_3 : 3\,BaSO_4$	=	22,218 :	27,206 [3]		
	=	2,4500 :	3 ;	2,4453	2,4589
$Ce_2(SO_4)_3 : O$	=	35,718 :	1 ;	35,650	35,848
Ce : O	=	8,853 :	1 :	8,819	8,919
Ce : H	=	141,3 :	1 :	140,8	142,3.

Da der schwefelsaure Baryt stets Cer enthielt und auch in cerhaltigen Flüssigkeiten in merkbarer Menge löslich ist, stellte *M.* eine weitere Versuchsreihe an.

Die Lösung des Sulfates wurde mit einem geringen Ueberschuss an titrirter Chlorbaryumlösung versetzt und dieser zurücktitrirt. Das Salz stammte von vier Krystallisationen; es wurde durch das Titriren für jeden Versuch ein oberer und ein unterer

Grenzwerth ermittelt; das Mittel aus beiden ist zur Berechnung verwendet. Von neun Versuchen hat *M.* nur sieben zugezogen.

					Min.:	Max.:
$Ce_2(SO_4)_3$: $3\,BaCl_2$	=	94,585	:	103,255 [7]		
	=	2,7481	:	3;	2,7455	2,7506
$Ce_2(SO_4)_3$: O	=	35,744	:	1;	35,710	35,776
Ce : O	=	8,866	:	1;	8,850	8,882
Ce : H	=	141,5	:	1;	141,2	141,8.

1853 (Ann. chim. phys. [3] **38**, 148) verwarf *Marignac* diese Zahl. Er glaubt, dass das richtige Atomgewicht Ce = 137,655 sei. Specielle Gründe dafür gibt er nicht an. Als Grund der Unrichtigkeit der Versuche von 1848 nennt er das Niederfallen von Cersulfat mit dem Baryumsulfate.

d) *J. Jegel*, 1858, bei *R. Bunsen* (Liebig's Ann. **105**, 46).

Im lufttrockenen Sulfate wurde durch Ausfällen als Oxalat und Glühen das Cer bestimmt; im Filtrate durch Chlorbaryum die Schwefelsäure gefällt.

3,2693^g Sulfat lieferten 1,6403 CeO_2 und 3,3685 $BaSO_4$.

					Min.:	Max.:
$2\,CeO_2$: $3\,BaSO_4$	=	1,6403	:	3,3685 [2]		
	=	1,4609	:	3;	1,4578	1,4641
$2\,CeO_2$: O	=	21,297	:	1;	21,253	21,345
Ce : O	=	8,649	:	1;	8,627	8,673
Ce : H	=	138,0	:	1;	137,7	138,4.

Nr. 183. Didym, Di.

a) *C. Marignac*, 1848 (Ann. chim. phys. [3] **27**, 231*); Bibl. univ. Genève **8**, 265; Liebig's Ann. **68**, 212; Str. 65).

Didymsulfat wurde mit einer bestimmten überschüssigen Menge Chlorbaryum versetzt und der Ueberschuss nach der Fällung zurückbestimmt.

Die Versuche sind, wie *M.* später (Ann. chim. phys. [3] **38**, 150) mittheilt, mit einem Fehler behaftet, der auch seine Atomgewichtsbestimmungen des Cers und Lanthans mittelst dieser Methode trifft. Der Niederschlag reisst nämlich stets unzersetztes Erdsulfat mit nieder und hält dasselbe hartnäckig fest. Es wurde desshalb eine Correction berechnet, indem aus dem verbrauchten Chlorbaryum die theoretische Menge Baryumsulfat berechnet und die Differenz zwischen der wirklich gefundenen und der erstern als Didymsulfat in Abrechnung gebracht wurde.

*) Daselbst findet sich in Vers. II: **4**,862 Sulfat statt **3**,862.

$Di_2(SO_4)_3$: $3BaSO_4$	=	12,211	:	14,670	[4]	
					Min.:	Max.:
$Di_2(SO_4)_3$: O	=	2,4971	:	1;	2,4852	2,5124
Di : O	=	9,197	:	1;	9,162	9,308
Di : H	=	146,8	:	1;	146,2	148,6.

b) *C. Erk*, 1870 (s. Nr. 166[c], S. 156).

$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3 : $3BaSO_4$	=	0,7065	:	0,4116	: 0,859	[1]
	=	2,46741	:	1,49748	: 3;	
$Di_2(SO_4)_3$: Di_2O_3 : O	=	35,9717	:	20,9567	: 1:	
Di : Di : O	=	8,9803	:	8,978	: 1:	
Di : Di : H	=	143,33	:	143,29	: 1.	

Nr. 184. Thallium, Tl.

a) *Lamy*, 1862 (Ann. chim. phys. **67**, 385; Compt. rend. **55**, 863; Ch. Centralbl. 1863, S. 393; Fres. Zeitschr. **2**, 211).

Durch Ausfällung des bei 200° getrockneten Sulfates mittelst salpetersauren Baryums.

$Tl_2(SO_4)$: $BaSO_4$	=	3,423	:	1,578	[1]
	=	2,1692	:	1;	
$Tl_2(SO_4)$: O	=	31,6242	:	1;	
Tl : O	=	12,810	:	1:	
Tl : H	=	204,45	:	1.	

b) *M. Hebberling*, 1865 (Liebig's Ann. **134**, 11).

Schwefelsaures Thallium wurde durch Chlorbaryum gefällt.

Tl_2SO_4 : $BaSO_4$	=	3,4679	:	1,5998	[3]	
					Min.:	Max.:
	=	2,1677	:	1;	2,1652	2,1725
Tl_2SO_4 : O	=	31, 602	:	1;	31,566	31,672
Tl : O	=	12,799	:	1;	12,781	12,834
Tl : H	=	204,28	:	1;	203,99	204,83.

Aus Familie IV, Gruppe A: Th.

Nr. 185. Thorium, Th.

a) *Berzelius*, 1829 (Ann. chim. phys. [2] **43**, 20; Pogg. Ann. **16**, 398; Lehrb. **3**, 1224).

Durch Kochen gefälltes Sulfat wurde in kaltem Wasser gelöst, die Erde durch Kalihydrat und im Filtrate die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt.

ThO_2 : $2BaSO_4$	=	1,7269	:	2,991	[2]	
	=	1,1547	:	2;	1,1479	1,1655
Th : O	=	14,83	:	1;	14,74	14,99
Th : H	=	236,8	:	1;	235,2	239,3.

b) *J. J. Chydenius*, 1861 (Kemisk undersökning af Thorjord och Thorsalter, Helsingfors 1861; im Ausz. übers. von *C. Rammelsberg*, Pogg. Ann. **119**, 43; J. pr. Chem. **89**, 464).

Aus dem krystallisirten Thorsulfate.

»Zur Bestimmung des Aequivalentes der Thorerde stellte der Verf. zwei besondere Versuche mit dem krystallisirten Sulfat an und erhielt folgende Verhältnisse von Säure und Basis: Schwefelsäure 40, Thorerde I) 67,75 II) 68,03«.

$$\begin{array}{lcl} ThO_2 : 2\,SO_3 & = & 67{,}89 : 40 \;[2] \\ Th : O & = & 14{,}99 : 1; \\ \hline Th : H & = & 239{,}2 : 1. \end{array}$$

Aus Familie V, Gruppe A: V.

Nr. 186. Vanadin, V.

Berzelius, 1831 (Pogg. Ann. **22**, 18).

(*B.* nahm die Zusammensetzung unrichtig an, sein V ist V_2O_2, wonach die Formeln corrigirt sind.)

Das Sulfat war aus concentrirter Lösung durch Alkohol niedergeschlagen. Der Baryumniederschlag enthielt etwas Vanadin, das durch Schmelzen mit saurem Kaliumsulfat ausgezogen wurde. Das von Chlorbaryum befreite Filtrat hinterliess nach dem Eindampfen und Glühen geschmolzene Vanadinsäure.

$$\begin{array}{lcl} (V_2O_2)S_2O_8 + 4\,H_2O : V_2O_5 : 2\,BaSO_4 & = & 0{,}775 : 0{,}351 : 0{,}913 \;[1] \\ & = & 1{,}698 : 0{,}769 : 2; \\ (V_2O_2)S_2O_8 + 4\,H_2O : V_2O_5 : O & = & 24{,}755 : 11{,}211 : 1; \\ V : V : O & = & 3{,}12 : 3{,}11 : 1; \\ \hline V : V : H & = & 49{,}8 : 49{,}6 : 1. \end{array}$$

Aus dem Salz und der Vanadinsäure berechnet sich dagegen:

$$\begin{array}{lcl} (V_2O_2)S_2O_8 + 4\,H_2O : V_2O_5 & = & 2{,}2080 : 1; \\ V & = & \frac{O_2S_2O_8 + 4H_2O - O_5 \times 2{,}2080}{2 \times 2{,}2080 - 2}; \\ V : O & = & 3{,}09 : 1; \\ \hline V : H & = & 49{,}3 : 1. \end{array}$$

Aus Familie VIII: Ni.

Nr. 187. Nickel, Ni.

E. v. Sommaruga, 1867 (Wien. Ak. Ber. II, **54**, 57 bis 60; Fres. Zeitschr. **6**, 347).

Durch Bestimmung der Schwefelsäure als Baryumsulfat in

einem Doppelsalze von schwefelsaurem Nickeloxydul mit schwefelsaurem Kalium.

$NiK_2(SO_4)_2 + 6H_2O : 2BaSO_4 = 10,7226 : 11,4495$ [6]

			Min.:	Max.:
	= 1,87303	: 2;	1,87210	1,87360
$NiK_2(SO_4)_2 + 6H_2O : O$	= 27,3064	: 1:	27,2928	27,3147
Ni : O	= 3,656	: 1:	3,642	3,664
Ni : H	= 58,35	: 1;	58,13	58,48.

b. Von Baryumverbindungen zu $BaSO_4$.

Aus Familie II, Gruppe A: Ba.

Nr. 188. Baryum, Ba.

a) *Berzelius*, 1818 (Schweigg. J. **23**, 117; Ann. chim. phys. [2] **11**, 113; Lehrb. **3**, 1229; Pogg. Ann. **8**, 189; Str. 48); vgl. Nr. 66[a], S. 79.

Durch Ausfällen einer Lösung von Chlorbaryum mittelst Schwefelsäure.

$BaCl_2 : BaSO_4 = 20,0 : 22,435$ [2]

			Min.:	Max.:
	= 0,8925	: 1:	0,8914	0,8936
Ba	$= \frac{SO_4 \times 0,8925 - Cl_2}{1 - 0,8925}$	u. s. w.		
Ba : O	= 8,61	: 1;	8,592	8,644
Ba : H	= 137,5	: 1;	137,1	138,0.

b) *Edward Turner*, 1829 (Philos. Transact. **1829**, p. 296; J. pr. Chem. **2**, 278; Pogg. Ann. **31**, 637; Str. 48).

Je 30, 40 oder 50 Grains Chlorbaryum wurden mit Schwefelsäure versetzt und im Platintiegel zur Trockne verdampft.

$BaCl_2 : BaSO_4 = 100 : 112,19$ [?]

$$Ba = \frac{SO_4 \times 100 - Cl_2 \times 112,19}{112,19 - 100};$$

Ba : O = 8,464 : 1;

Ba : H = 135,1 : 1.

Fällungsversuche ergaben 112,08 bis 112,12; sie werden von *T.* für weniger gut gehalten, da etwas $BaSO_4$ in Lösung blieb.

c) *Struve*, 1851 (*Svanberg*'s Jahresber. f. 1851, S. 45; Str. 48). Ebenso.

$$BaCl_2 : BaSO_4 = 100 : 112{,}094 \; [1\,?]$$
$$= 0{,}8921 : 1;$$
$$Ba = \frac{SO_4 \times 0{,}8921 - Cl_2}{1 - 0{,}8921};$$
$$Ba : O = 8{,}567 : 1;$$
$$Ba : H = 136{,}7 : 1.$$

d) *Marignac*, 1858. (Vgl. Nr. 66[e], S. 80).

Reihe III:

$$(BaCl_2 + 2H_2O) : BaCl_2 : BaSO_4 = 30 : 25{,}559 : 28{,}629 \; [3]$$
$$= 1{,}04788 : 0{,}89276 : 1;$$
Min.: 1,04778 0,89260
Max.: 1,04800 0,89290
$$Ba = \frac{SO_4 \times 1{,}04788 - Cl_2 + 2H_2O}{1 - 1{,}04788} \text{ u.s.w.}$$

und

$$Ba = \frac{SO_4 \times 0{,}89276 - Cl_2}{1 - 0{,}89276} \text{ u. s. w.}$$
$$Ba : Ba : O = 8{,}1688 : 8{,}6552 : 1;$$
Min.: 8,1342 8,6333
Max.: 8,1993 8,6739
$$Ba : Ba : H = 130{,}37 : 138{,}14 : 1;$$
Min.: 12,82 137,79
Max.: 130,86 138,44.

Aus Familie IV, Gruppe A: Si.

Nr. 189. Silicium, Si.

Berzelius, vor 1826 (Pogg. Ann. **8**, 20 wird schon die Analyse erwähnt, Original nicht zu finden; Lehrb. **3**, 1201; Str. 106).

Kieselfluorbaryum wurde in Baryumsulfat übergeführt; das Salz enthielt noch 0,85 % Wasser.

B. gibt der durch Verbrennen von Silicium erhaltenen Zahl den Vorzug.

$$BaSiF_6 : BaSO_4 = 99{,}15 : 82{,}933 \; [1\,?]$$
$$= 1{,}1955 : 1;$$
$$BaSiF_6 : O = 17{,}4295 : 1;$$
$$Si : O = 1{,}688 : 1;$$
$$Si : H = 26{,}94 : 1.$$

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr; *B*: Se.

Nr. 190. Chrom, Cr.

a) *Berzelius*, 1844 (Berz. JB. **25**, 46; Str. 65). (Nach *Berz.*' eigener Angabe nicht sonderlich genau, wesshalb er Berlin [Nr. 53, S. 65] zu seinen Versuchen aufforderte).

$BaCrO_4 : BaSO_4$	=	10 : 9,1233	[1]
	=	1,0961 : 1;	
$BaCrO_4 : O$	=	15,9798 : 1;	
$Cr : O$	=	3,405 : 1;	
$Cr : H$	=	54,34 : 1.	

b) *Lefort*, 1850 (Journ. de Pharm. et de Chim. **18**, 27; J. pr. Chem. **51**, 261; Str. 64).

Baryumchromat wurde bei 250° getrocknet, in Salpetersäure gelöst und durch Schwefelsäure das Baryum ausgefällt.

Es wurden Präparate von sechs verschiedenen Darstellungen verwendet.

				Min.:	Min.:
$BaCrO_4 : BaSO_4$	=	29,9740 : 27,5030	[14]		
	=	1,0898 : 1;		1,0874	1,0936
$BaCrO_4 : O$	=	15,8886 : 1;		15,8535	15,9437
$Cr : O$	=	3,314 : 1;		3,278	3,369
$Cr : H$	=	52,88 : 1;		52,32	53,76.

In der ursprünglichen Berechnung *L.*'s findet sich, wie *N. J. Berlin* (J. pr. Chem. **71**, 191) zeigte, ein Rechenfehler, der das Atomgewicht des Cr zu hoch ausfallen liess.

Nr. 191. Selen, Se.

Sacc, 1847 (Ann. chim. phys. [3] **21**, 119; Liebig's Ann. **64**, 221; J. pr. Chem. **42**, 329).

Baryumselenit wurde mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure abgeraucht und geglüht.

				Min.:	Max.:
$BaSeO_3 : BaSO_4$	=	2,7613 : 2,4427	[4]		
	=	1,1304 : 1;		1,1302	1,1307
$BaSeO_3 : O$	=	16,4802 : 1;		16,4762	16,4835
$Se : O$	=	4,905 : 1;		4,901	4,909
$Se : H$	=	78,29 : 1;		78,22	78,34.

Versuche, das Atomgewicht des Selenes durch Analyse des Silberselenites und des Bleiselenites zu bestimmen, ergaben offenbar unrichtige Zahlen.

Aus Familie VII, Gruppe B: F.

Nr. 192. Fluor, F.

Louyet, 1849 (Ann. chim. phys. [3] **25**, 301; Liebig's Ann. **70**, 234; J. pr. Chem. **47**, 104; Str. 70).

Gefälltes kohlensaures Baryum wurde durch Flusssäure zersetzt, das Fluorbaryum gewaschen und geglüht. Da die directe

Zersetzung mittelst Schwefelsäure keine vollständige ist, wie zwei Vorversuche ergaben, wurde das Fluorbaryum in verdünnter, kochender Salpetersäure gelöst, durch verdünnte Schwefelsäure gefällt, zur Trockne verdampft und geglüht.

				Min.:	Max.:
$BaF_2 : BaSO_4$	=	3 : 3,993	[3]		
	=	0,75132	: 1;	0,75075	0,75188
$BaF_2 : O$	=	10,953	: 1;	10,945	10,961
$F : O$	=	1,189	: 1;	1,185	1,193
$F : H$	=	18,98	: 1;	18,91	19,04.

c. Indirecte Beziehungen auf $BaSO_4$.

Aus Familie I, Gruppe B: Au.

Nr. 193. Gold, Au.

Levol, 1850 (Ann. chim. phys. [3] **30**, 355; J. pr. Chem. **51**, 446; Str. 71). Vgl. Nr. 108, S. 116.

Goldchlorid wurde durch schweflige Säure reducirt und die entstandene Schwefelsäure bestimmt:

$$2AuCl_3 + 3SO_2 + 6H_2O = 2Au + 3H_2SO_4 + 6HCl.$$

$2Au : 3BaSO_4$	=	1 : 1,782	[1]
	=	1,6835	: 3;
$Au : O$	=	12,272	: 1:
$Au : H$	=	195,86	: 1.

Aus Familie III, Gruppe B: In.

Nr. 194. Indium, In.

Reich und *Richter*, 1864 (J. pr. Chem. **92**, 484; Fres. Zeitschr. **3**, 529).

Eine nicht gewogene Menge gut ausgewaschenen, noch feuchten Schwefelindiums wurde in Salpetersäure gelöst und in der Lösung Indiumoxyd und Schwefelsäure bestimmt.

$In_2O_3 : 3BaSO_4$	=	0,2105	: 0,542 [1]
	=	1,16514	: 3;
$In_2O_3 : O$	=	16,986	: 1;
$In : O$	=	6,993	: 1;
$In : H$	=	111,61	: 1.

G. Beziehung auf verschiedene andere Sulfate.

Vorbemerkung: 1) Aus der Atomgewichtstafel ergeben sich für die zur Berechnung auf die Einheit dienenden Sulfate nachstehende Beziehungen:

$$Na_2SO_4 : O = 8{,}88530 : 1;$$
$$K_2SO_4 : O = 10{,}89490 : 1;$$
$$CaSO_4 : O = 8{,}50450 : 1;$$
$$PbSO_4 : O = 18{,}93563 : 1.$$

2) Ferner sind bei den einzelnen Berechnungen verwendet die Beziehungen:

$$H_2O : O = 1{,}1253 : 1;$$
$$Na : O = 1{,}44079 : 1;$$
$$K : O = 2{,}44559 : 1;$$
$$Ca : O = 2{,}50078 : 1;$$
$$Pb : O = 12{,}93191 : 1;$$
$$C : O = 0{,}7502 : 1;$$
$$SO_4 : O = 6{,}00372 : 1;$$
$$F : O = 1{,}19439 : 1;$$
$$Cl : O = 2{,}21586 : 1.$$

Aus Familie I, Gruppe A: Li.

Nr. 195. Lithium, Li.

Troost, 1857 (Ann. chim. phys. **51**, 108; Fres. Zeitschr. **1**, 403).

Lithiumcarbonat, aus dem Chloride durch Ammoniumcarbonat gefällt, aus kohlensäurehaltigem Wasser umkrystallisirt und bei 200° getrocknet, wurde durch Schwefelsäure zersetzt und das geschmolzene Sulfat gewogen.

$$Li_2CO_3 : Li_2SO_4 = 1{,}217 : 1{,}808 \; [1]$$
$$= 1 : 1{,}4856 ;$$
$$Li = \frac{SO_4 - CO_3 \times 1{,}4856}{2 \times 1{,}4856 - 2};$$
$$Li : O = 0{,}44516 : 1;$$
$$Li : H = 7{,}1048 : 1.$$

Aus Familie II, Gruppe A: Ca, Sr.

Nr. 196. Calcium, Ca.

Erdmann und *Marchand*, 1842 (J. pr. Chem. **26**, 474; **31**, 263, vgl. a. **50**, 237; Liebig's Ann. **44**, 216; **52**, 210; **76**, 219; Str. 101).

Isländischer Kalkspath wurde in Calciumsulfat übergeführt.

			Min.:	Max.:
$CaCO_3 : CaSO_4$	$= 1{,}00 : 1{,}3605$;		1,3602	1,3607
Ca	$= \frac{SO_4 - CO_3 \times 1{,}3602}{1{,}3605 - 1}$ u. s. w.			
$Ca : O$	$= 2{,}50092 : 1$;		2,49744	2,50610
$Ca : H$	$= 39{,}91 : 1$;		39,86	40,00.

Nr. 197. Strontium, Sr.

Marignac, 1858 (s. Nr. 65[c], S. 78).

Reihe III:

Das krystallisirte Chlorstrontium wurde nach dem Entwässern in Sulfat verwandelt. Die Correction für entwichenes Chlor ist angebracht; dieselbe erhöht die Summe des $SrCl_2$ von 17,825 auf 17,8268[g].

$$SrCl_2 + 6\,H_2O : SrCl_2 : SrSO_4 = 30 : 17{,}8268 : 20{,}6565\ [3]$$
$$= 1{,}4523 : 0{,}86301 : 1 :$$
$$Sr = \frac{SO_4 \times 1{,}4523 - Cl_2 + 6\,H_2O}{1 - 1{,}4523} \text{ und } Sr = \frac{SO_4 \times 0{,}86301 - Cl_2}{1 - 0{,}86301};$$
$$Sr : Sr : O = 5{,}448 : 5{,}472 : 1;$$
$$Sr : Sr : H = 86{,}95 : 87{,}33 : 1.$$

Aus Familie III, Gruppe A: B.

Nr. 198. Bor, B.

a) *Arfvedson*, vor 1824 (ref. v. *Berzelius*, in Pogg. Ann. 2, 127).

Geschmolzener Borax wurde mit Fluorcalcium oder Fluorbaryum gemischt und das Gemenge durch Schwefelsäure zersetzt. Das schwefelsaure Natrium wurde gewogen.

		Min.:	Max.:
$Na_2B_4O_7 : Na_2O$	$= 2 : 0{,}622\ [2]$		
	$= 3{,}2154 : 1$;	3,1847	3,2468
$Na_2B_4O_7 : O$	$= 12{,}481 : 1$;	12,362	12,603
$B : O$	$= 0{,}6499 : 1$;	0,6200	0,6802
$B : H$	$= 10{,}37 : 1$;	9,90	10,86.

b) *Berzelius*, 1824 (Pogg. Ann. 2, 128).

Geschmolzener Borax wurde mit Flusssäure und Schwefelsäure abgeraucht.

$Na_2B_4O_7 : Na_2SO_4$	$= 2{,}634 : 1{,}853\ [1]$
	$= 1{,}4215 : 1$;
$Na_2B_4O_7 : O$	$= 12{,}630 : 1$;
$B : O$	$= 0{,}6872 : 1$;
$B : H$	$= 10{,}97 : 1.$

Aus Familie IV, Gruppe A: Zr. Th.

Nr. 199. Zirkonium, Zr.

Marignac, 1860 (Ann. chim. phys. [3] **60**, 270).

Durch Analyse des Kaliumzirkonfluorides.

$K_2ZrF_6 : ZrO_2 : K_2SO_4 = 8,654 : 3,746 : 5,322$ [4].

Aus dem Verhältnisse des Salzes zu Kaliumsulfat berechnet sich:

		Min.:	Max.:
$K_2ZrF_6 : K_2SO_4$	$= 1,6261 : 1$;	1,6234	1,6391
Zr	$= K_2SO_4 \times 1,6261 - K_2F_6$ u. s. w.		
$Zr : O$	$= 5,658 : 1$;	5,629	5,800
$Zr : H$	$= 90,31 : 1$;	89,84	92,57.

Aus der Zirkonerde und dem Kaliumsulfate folgt:

		Min.:	Max.:
$ZrO_2 : K_2SO_4$	$= 0,70387 : 1$;	0,70130	0,70677
$Zr : O$	$= 5,669 : 1$;	5,641	5,700
$Zr : H$	$= 90,47 : 1$;	90,02	90,97.

(Die Berechnung aus dem Zirkonerdegehalte des Salzes s. unt. Nr. 211, S. 190).

Nr. 200. Thorium, Th.

a) *Berzelius*, 1829 (s. Nr. 185[a] S. 173).

$ThO_2 : 2K_2SO_4 = 0,265 : 0,3435$ [1]

$= 1,5429 : 2$;

$ThO_2 : O = 16,810 : 1$;

$Th : O = 14,81 : 1$;

$Th : H = 236,4 : 1$.

b) *J. J. Chydenius*, 1861 (Kemisk undersökning af Thorjord och Thorsalter, Helsingfors 1861; im Ausz. übers. von *C. Rammelsberg*, Pogg. Ann. **119**, 43; J. pr. Chem. **89**, 464). Vgl. Nr. 185[b], S. 174.

In dem Thorerdekaliumsulfat, $Th(SO_4)_2 \cdot 2K_2SO_4 + 2H_2O$, wurden 33,43 % ThO_2 gefunden.

$Th(SO_4)_2, 2K_2SO_4 + 2H_2O : ThO_2 = 100 : 33,43$ Theile [1]

$$Th = \frac{[(SO_4)_2, 2K_2SO_4 + 2H_2O] \times 33,43 - O_2 \times 100}{100 - 33,43}:$$

$Th : O = 15,10 : 1$;

$Th : H = 241,0 : 1$.

Aus Familie V, Gruppe A: Nb, Ta.

Nr. 201. Niobium, Nb.

Marignac, 1865 (Bibl. univ. Genève **23**, Juill.-Août 1865; Janv.-Juin 1866; Liebig's Ann. Suppl. 4, 287; Fres. Zeitschr. **5**, 480).

Durch Analyse des blätterigen, normalen Fluorkalium-Nioboxyfluorides, $NbOF_3 \cdot 2KF + H_2O$.

Das Salz wurde mit Schwefelsäure zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Wasser ausgezogen, das Kaliumsulfat und die Niobiumsäure gewogen.

Es wurden mehr als 20 Analysen mit verschiedenem Material ausgeführt; einige mit nachweisbar unreiner Substanz angestellte Versuche hat *M.* selbst verworfen. Er hält die von ihm gefundenen Resultate nur für annähernd richtig, da sein Salz nicht ganz frei von Kaliumtitanfluorid war, und glaubt, dass die Zahl 94 der Wahrheit am nächsten komme.

					Min.:	Max.:
$\frac{1}{2}Nb_2O_5 : K_2SO_4$	=	44,36	:	57,82 % [20 ?]		
	=	0,76721	:	1;	0,76650	0,76830
$\frac{1}{2}Nb_2O_5 : O$	=	8,3587	:	1;	8,3509	8,3706
Nb : O	=	5,859	:	1;	5,851	5,871
Nb : H	=	93,50	:	1;	93,38	93,70.

Vgl. *Hermann*'s Bemerkungen zu *Marignac*'s Untersuchungen über Niobium und Ilmenium, J. pr. Chem. **99**, 21, woselbst dem Salze eine andere Formel beigelegt wird.

Nr. 202. Tantal, Ta.

Marignac, 1865 (Bibl. univ. Genève **23**, Juill.-Août.; Arch. phys. nat. **26**; Liebig's Ann. **140**, 153 (Vorläuf. Notiz); Suppl. **4**, 351; Fres. Zeitschr. **5**, 478).

$2K_2TaF_7 : Ta_2O_5 : 2K_2SO_4$	=	1	:	0,5659	:	0,4429 [4]		
		Min.:		0,5650		0,4422		
		Max.:		0,5675		0,4437		
	=	4,5157	:	2,5566	:	2;		
		Min.:		4,5076		2,5554		
		Max.:		4,5228		2,5580		
$2K_2TaF_7 : Ta_2O_5 : O$	=	35,915	:	27,854	:	1;		
		Min.:		35,826		27,841		
		Max.:		35,993		27,870		
Ta : Ta : O	=	11,33	:	11,43	:	1;		
		Min.:		11,29		11,42		
		Max.:		11,37		11,43		
Ta : Ta : H	=	180,9	:	182,4	:	1;		
		Min.:		180,1		182,3		
		Max.:		181,5		182,5.		

Die Berechnung von Tantalsäure auf das Fluordoppelsalz s. unten Nr. 212, S. 190.

Aus Familie VII, Gruppe B: F.

Nr. 203. Fluor, F.

a) *Louyet*, 1849 (Ann. chim. phys. [3] **25**, 295; Str. 69).

Reines Natriumcarbonat wurde in Flusssäure gelöst, das Fluorid wiederholt geglüht, gewogen und sodann mit Schwefelsäure im Platintiegel abgeraucht.

			Min.:	Max.:
$2NaF : Na_2SO_4$	=	3 : 5,054 [3]		
	=	0,59358 : 1;	0,59310	0,59418
$2NaF : O$	=	5,2741 : 1;	5,2700	5,2794
$F : O$	=	1,196 : 1;	1,194	1,199
$F : H$	=	19,09 : 1;	19,06	19,13.

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 170; Liebig's Ann. **113**, 28).

Das verwendete Fluornatrium bildete sehr schöne grosse Krystalle. Dieselben wurden mit Schwefelsäure abgeraucht, wobei zur Vermeidung des Ueberkriechens in den Tiegel Scheiben aus Platindrahtnetz eingelegt wurden.

			Min.:	Max.:
$2NaF : Na_2SO_4$	=	2,514 : 4,242 [2]		
	=	0,59264 : 1;	0,59223	0,59283
$2NaF : O$	=	5,2658 : 1;	5,2621	5,2675
$F : O$	=	1,192 : 1;	1,190	1,193
$F : H$	=	19,03 : 1;	19,00	19,04.

c) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 171; Liebig's Ann. **113**, 28).

Das Fluorkalium war mehrfach aus Flusssäure umkrystallisirt worden.

			Min.:	Max.:
$2KF : K_2SO_4$	=	2,792 : 4,186 [2]		
	=	0,66698 : 1;	0,66652	0,66752
$2KF : O$	=	7,2668 : 1;	7,2617	7,2725
$F : O$	=	1,188 : 1;	1,185	1,191
$F : H$	=	18,96 : 1;	18,92	19,00.

d) *Davy*, 1812 (Elements of Chemical Philosophy, Uebers. von Wolff, 1820, S. 435; citirt von *Louyet*, Ann. chim. phys. [3] **25**, 292).

»Das Maximum schwefelsaurer Kalkerde, welches aus 100 Gran Flussspath in einigen Versuchen, die in dem Laboratorium der Königl. Institution gemacht sind, erhalten wurde, beträgt 174,2 Gran.«

CaF_2 : $CaSO_4$	=	100	: 174,2	[?]
	=	0,57405	: 1;	
CaF_2 : O	=	4,8820	: 1;	
F : O	=	1,191	: 1;	
F : H	=	19,00	: 1.	

e) *Berzelius*, 1823 (Pogg. Ann. **1**, 39; **8**, 18; Lehrb. **3**, 1196; Str. 69).

Künstlicher*) Flussspath, erhalten durch Behandeln von gefälltem Calciumcarbonat mit Flusssäure und Waschen des Fluorcalciums mit Salzsäure, wurde mit reiner Schwefelsäure abgeraucht und der Rückstand geglüht.

Flussspath von Derbyshire hatte bei gleicher Behandlung 1,7386 bis 1,7363 $CaSO_4$ ergeben; er enthielt, wie *B.* später fand, Phosphorsäure nnd Magnesia (Pogg. Ann. **1**, 37).

				Min.:	Max.:
CaF_2 : $CaSO_4$	=	1	: 1,750;	1,749	1,751
	=	0,57143	: 1;	0,57110	0,57176
CaF_2 : O	=	4,8597	: 1;	4,8569	4,8625
F : O	=	1,1795	: 1;	1,1781	1,1809
F : H	=	18,82	: 1;	18,80	18,85.

f) *Louyet*, 1846, 1849 (Ann. chim. phys. [3] **25**, 291; J. pr. Chem. **47**, 104; Liebig's Ann. **70**, 234; Str. 69).

α) Nahezu farbloser Flussspath von Derbyshire ergab:

				Min.:	Max.:
CaF_2 : $CaSO_4$	=	1	: 1,7353;	1,735	1,736
	=	0,57627	: 1;	0,57604	0,57637
CaF_2 : O	=	4,9009	: 1;	4,8989	4,9017
F : O	=	1,2000	: 1:	1,1991	1,2005
F : H	=	19,15	: 1;	19,14	19,16.

β) Fast dieselben Werthe (CaF_2 : $CaSO_4$ = 1 : 1,735; Min.: 1,734, Max.: 1,737) wurden in drei Versuchen mit künstlichem Fluorcalcium, erhalten durch Zersetzung von isländischem Kalkspath mit Flusssäure, gefunden.

Später (1849) fand *L.*, dass vollständige Zersetzung erst dann stattfand, wenn er den sehr fein gepulverten Flussspath mit kalter Schwefelsäure bis zur völligen Lösung behandelte, dann erst erhitzte und den Rückstand schliesslich stark glühte.

γ) Das Material war ein völlig durchsichtiger, nahezu farbloser natürlicher Flussspath. Derselbe wurde vor der Zersetzung fein geschlämmt und mit verdünnter Salzsäure ausgezogen. Zur Con-

*) Lehrb. 1196 »natürlicher«.

trole wurde das erhaltene Calciumsulfat zerrieben und nochmals mit Schwefelsäure behandelt.

				Min.:	Max.:
$CaF_2 : CaSO_4$	=	6 : 10,462 [6]			
	=	0,57353	: 1;	0,57307	0,57405
$CaF_2 : O$	=	4,8776	: 1;	4,8737	4,8820
$F : O$	=	1,188	: 1;	1,186	1,191
$F : H$	=	18,97	: 1;	18,94	19,00.

δ) Ein nach der von *Berzelius* eingeschlagenen Darstellungsmethode erhaltenes Fluorcalcium wurde mit Schwefelsäure zersetzt.

L. macht darauf aufmerksam, dass der künstliche Flussspath sich in Schwefelsäure nicht klar löst und dass die Entwickelung der Flusssäure viel stürmischer verläuft, so dass Verluste schwerer zu vermeiden sind.

				Min.:	Max.:
$CaF_2 : CaSO_4$	=	3 : 5,225 [3]			
	=	0,57415	: 1:	0,57372	0,57438
$CaF_2 : O$	=	4,8829	: 1;	4,8792	4,8848
$F : O$	=	1,191	: 1;	1,189	1,192
$F : H$	=	19,01	: 1:	18,98	19,02.

g) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 170; Liebig's Ann. **113**, 28).

Ausserordentlich reiner natürlicher Flussspath wurde mit Schwefelsäure behandelt.

D. klagt sehr über die Schwierigkeit, eine vollständige Umsetzung zu erreichen; er wandte etwas verdünnte Säure an und wiederholte die Behandlung viermal und noch öfter bis zum constanten Gewichte. Er führt aus einer Zahl von Versuchen nur diesen einen an.

$CaF_2 : CaSO_4$	=	0,495	: 0,864 [1]
	=	0,57292	: 1;
$CaF_2 : O$	=	4,8724	: 1:
$F : O$	=	1,186	: 1:
$F : H$	=	18.93	: 1.

h) *De Luca*, 1860 (Institut 1860, 275; Compt. rend. **51**, 299).

Reiner Flussspath wurde in Calciumsulfat übergeführt.

				Min.:	Max.:
$CaF_2 : CaSO_4$	=	2,6670	: 4,6590 [4]		
	=	0,57244	: 1;	0,57086	0,57379
$CaF_2 : O$	=	4,8683	: 1;	4,8549	4,8798
$F : O$	=	1,184	: 1;	1,177	1,190
$F : H$	=	18,89	: 1;	18,79	18,98.

i) *Louyet*, 1849 (Ann. chim. phys. [3] **25**, 307; Str. 70).

Eine Lösung von essigsaurem Blei wurde mit Flusssäure versetzt, der Niederschlag getrocknet und zum Schmelzen erhitzt. Das Fluorid wurde in Salpetersäure gelöst und durch verdünnte Schwefelsäure gefällt. Niederschlag und Flüssigkeit, getrennt zur Trockne gebracht und geglüht, gaben zusammen das Gewicht des Bleisulfates.

			Min.:	Max.:
$PbF_2 : PbSO_4$	= 15 : 18,535 [3]			
	= 0,80928	: 1;	0,80919	0,80932
$PbF_2 : O$	= 32,023	: 1;	32,009	32,077
$F : O$	= 1,196	: 1;	1,195	1,200
$F : H$	= 19,09	: 1;	19,08	19,14.

IX. Beziehung auf Chlor.

Vorbemerkung: Zur Beziehung auf die Einheit des Sauerstoffes dient der Werth (vgl. die Atomgewichtstafel):

Cl : O = 2,21586 : 1.

Aus Familie II, Gruppe B: Hg.

Nr. 204. Quecksilber, Hg.

a) *Turner*, 1835 (Liebig's Ann. **13**, 19; Str. 97).

α) Sublimat wurde in Wasser gelöst, durch salpetersaures Silber gefällt und das Chlorsilber geschmolzen.

$Hg : Cl_2$	= 101,936	: 35,659 [?]
	= 5,7173	: 1;
$Hg : O$	= 12,67	: 1;
$Hg : H$	= 202,2	: 1.

β) Da das AgCl der ersten Versuchsreihe Sublimat enthielt, wurde das Quecksilberchlorid mit Kalk zersetzt, dieser durch Salpetersäure neutralisirt, und das Chlor bestimmt. Die Versuche wurden zur Bestimmung des Chloratomes unternommen; die Zahl für Hg ist aus der für Cl angegebenen zurückgerechnet.

$Hg : Cl$	= 200	: 35,251 [3]
$Hg : O$	= 12,572	: 1;
$Hg : H$	= 200,65	: 1.

γ) Quecksilberchlorür ergab, nach derselben Weise mit Kalk behandelt, Cl = 35,35.

$$\begin{array}{l} Hg : Cl = 200 : 35{,}35; \\ Hg : O = 12{,}537 : 1; \\ \hline Hg : H = 200{,}09 : 1. \end{array}$$

Weitere Versuche, in denen Quecksilberchlorid durch Zinnchlorür reducirt und das abgeschiedene Metall gewogen wurde, sind nach *Turner* selbst »nicht vollkommen genau«.

b) *L. Svanberg*, 1845 (Öfvers. Ak. Förh. 1845, 135; J. pr. Chem. **45**, 468).

Die Versuche wurden zur Controle der von *Erdmann* und *Marchand* erhaltenen Resultate unternommen. Fünf verschiedene Methoden mussten als unsicher in ihren Ergebnissen verlassen werden; die sechste ergab genügend genaue Resultate.

Quecksilbersublimat wurde mit gebranntem Kalke gemengt und im Wasserstoffstrom erhitzt; die Gase strichen über eine glühende Mischung von Aetzkalk und Kohlenpulver. Das überdestillirte Quecksilber wurde gewogen.

Da ein Verlust an Quecksilber stattfinden kann, glaubt *Sv.*, dass seine Zahl jedenfalls die untere mögliche Grenze des Atomgewichtes bezeichne, hält aber die Versuche von *E.* und *M.* für genauer.

$$HgCl_2 : Hg = 37{,}2261 : 27{,}4709 \text{ [3]}$$

		Min.:	Max.:
	= 1,3551 : 1;	1,3548	1,3554
$Hg : Cl_2$	= 5,6321 : 2;	5,6278	5,6365
$Hg : O$	= 12,480 : 1;	12,470	12,490
$Hg : H$	= 199,18 : 1;	199,03	199,34.

c) *Millon*, 1846 (Ann. chim. phys. [3] **18**, 345).

Quecksilberchlorid, durch Krystallisation aus Aether und Umsublimiren gereinigt, wurde mit Kalk erhitzt und das Quecksilber gewogen.

$$Hg : Cl_2 = 73{,}845 : 26{,}155\,\% \text{ [4]}$$

		Min.:	Max.:
	= 5,6467 : 2;	5,6365	5,6540
$Hg : O$	= 12,51 : 1;	12,49	12,53
$Hg : H$	= 199,7 : 1;	199,3	200,0.

Aus Familie IV, Gruppe B: Pb.

Nr. 205. Blei, Pb.

a) *Turner*, 1835 (Liebig's Ann. **13**, 18).

Chlorblei wurde durch kohlensaures Natrium zersetzt und das Filtrat durch Silber gefällt.

$$\begin{array}{rcl} Pb : Cl_2 & = & 42,681 : 14,609 \; [2] \\ & = & 5,8431 : 2; \\ Pb : O & = & 12,95 : 1; \\ \hline Pb : H & = & 206,6 : 1. \end{array}$$

(Die Versuche wurden von *T.* zur Berechnung des Chloratomes benützt).

b) *Marignac*, 1846 (Liebig's Ann. **59**, 289).

Chlorgas wurde über metallisches Blei geleitet. Die Verbindung ging unter Licht- und Wärmeentwickelung vor sich; das Chlorblei wurde geschmolzen erhalten.

$$\begin{array}{rcl} \text{(s. G.)} \quad Pb : PbCl_2 & = & 62,241 : 83,524 \; [3] \\ & = & 1 : 1,3419; \\ Pb : Cl_2 & = & 5,8497 : 1; \\ Pb : O & = & 12,962 : 1; \\ \hline Pb : H & = & 203,87 : 1; \end{array}$$

Min.:	Max.:
1,3416	1,3425
5,8394	5,8548
12,939	12,973
206,51	207,06.

Aus Familie VI, Gruppe A: W, U; *B*: Se.

Nr. 206. Wolfram, W.

H. E. Roscoe, 1872 (Liebig's Ann. **162**, 368; Chem. News **25**, 61 u. 73; Fres. Zeitschr. **11**, 363). Vgl. Nr. 90[b], S. 103.

Durch Reduction des Hexachlorides im Wasserstoffe.

$$\begin{array}{rcl} WCl_6 : W & = & 10,4326 : 4,8374 \; [1\,?] \\ & = & 2,15665 : 1; \\ W : Cl_6 & = & 5,18739 : 6; \\ W : O & = & 11,495 : 1; \\ \hline W : H & = & 183,45 : 1. \end{array}$$

Nr. 207. Uran, U.

Péligot, 1842 (Ann. chim. phys. [5] **5**, 12). Vgl. Nr. 91[a], S. 104 Vers. VII.

$$\begin{array}{rcl} UCl_4 : \frac{1}{2}U_2O_5 & = & 1,755 : 1,289; \\ & = & 1,3615 : 1; \\ U & = & \frac{Cl_4 - \frac{1}{2}O_5 \times 1,3615}{1,3615 - 1}; \\ U : O & = & 15,10 : 1; \\ \hline U : H & = & 241,0 : 1. \end{array}$$

Nr. 208. Selen, Se.

a) *Berzelius*, 1818 (Pogg. Ann. **8**, 21; Lehrb. **3**, 1205). Vgl. Nr. 92, S. 105.

»100 Theile Selen nehmen 179 Chlor auf«.

$$\begin{array}{rcl} Se : SeCl_4 & = & 1 : 2{,}79 \ [1] \\ Se : Cl_4 & = & 2{,}2346 : 4; \\ Se : O & = & 4{,}952 : 1; \\ \hline Se : H & = & 79{,}03 : 1. \end{array}$$

b) *Dumas*, 1859 (Ann. chim. phys. [3] **55**, 186; Liebig's Ann. **113**, 31).

Durch Ueberführen einer gewogenen Menge Selenes in Chlorselen und Wägen des Productes.

			Min.:	Max.:
$Se : SeCl_4$	=	12,462 : 34,723 [7] *)		
	=	1 : 2,786;	2,778	2,794
$Se : Cl_4$	=	2,2396 : 1;	2,2297	2,2497
$Se : O$	=	4,963 : 1:	4,941	4,985
$Se : H$	=	79,21 : 1;	78,85	79,56.

Aus Familie VIII: Rh, Pt.

Nr. 209. Rhodium, Rh.

Berzelius, 1818 (Pogg. Ann. **8**, 179; Schweigg. J. **22**, 317).

Das Chlorür wurde durch Glühen zersetzt.

$$\begin{array}{rcl} RhCl_2 : Rh & = & 100 : 77{,}25 \ [2]^{*)} \\ Rh : Cl_2 & = & 77{,}25 : 22{,}75; \\ & = & 6{,}7912 : 2; \\ Rh : O & = & 15{,}05 : 1; \\ \hline Rh : H & = & 240{,}2 : 1.! \end{array}$$

Fast dieselbe Zahl (1490,31, O = 100), berechnet *B.* aus der Analyse des Rhodiumhydrates. Für Rh_2Cl_6 wird obige Zahl noch mehrfach grösser; offenbar enthielt das Präparat, dessen Rhodium von *Wollaston* herrührte, viel freies Metall.

Nr. 210. Platin, Pt.

Berzelius, 1813 (Pogg. Ann. **8**, 179).

»Durch die Zersetzung des Chlorüres im Glühen.«

---

*) In Liebig's Ann. a. a. O. sind fälschlich die Gewichte des Chlores als die des Chlorselenes angegeben.

**) »125,6 Theile liessen beim heftigen Glühen 97 Theile Schwamm«; in einem zweiten Versuche 100 Theile Chlorür 77,3 Theile Schwamm.

$$\begin{array}{rcl} PtCl_2 : Pt & = & 100 : 73{,}3 \ [1\,?] \\ Pt : Cl_2 & = & 5{,}4907 : 2; \\ Pt : O & = & 12{,}166 : 1; \\ \hline Pt : H & = & 194{,}18 : 1. \end{array}$$

X. Beziehung auf Fluor und Fluorverbindungen.

Vorbemerkung: Zur Berechnung auf den Sauerstoff als Einheit dienen die nachstehenden, aus der Atomgewichtstafel sich ergebenden Werthe:

$$\mathbf{K_2F_6 : O = 12{,}05752 : 1;}$$
$$\mathbf{K_2F_7 : O = 13{,}25191 : 1;}$$
$$\mathbf{(NH_4)_2F_7 : O = 10{,}61781 : 1.}$$

Aus Familie IV, Gruppe A: Zr.

Nr. 211. Zirkonium, Zr.

Marignac, 1860 (Ann. chim. phys. [3] **60**, 270).

Durch Bestimmung des Zirkonerdegehaltes im Kaliumzirkonfluoride (vgl. auch oben Nr. 199, S. 181).

$$K_2ZrF_6 : ZrO_2 = 8{,}654 : 3{,}746 \ [4]$$

$$= 2{,}3102 : 1; \qquad \text{Min.: } 2{,}3052 \quad \text{Max.: } 2{,}3202$$

$$Zr = \frac{K_2F_6 - O_2 \times 2{,}3102}{2{,}3102 - 1} \text{ u. s. w.}$$

$$\begin{array}{rcl} Zr : O & = & 5{,}68 : 1; \\ \hline Zr : H & = & 90{,}6 : 1; \end{array} \qquad \begin{array}{cc} 5{,}62 & 5{,}71 \\ 89{,}7 & 91{,}1. \end{array}$$

Aus Familie V, Gruppe A: Ta.

Nr. 212. Tantal, Ta.

Marignac, 1865 (Liebig's Ann. Suppl. **4**, 351; Fres. Zeitschr. **5**, 478). Vgl. Nr. 202, S. 182.

α) Bei 100° getrocknetes Kaliumtantalfluorid wurde mit seinem gleichen Gewichte reiner Schwefelsäure abgeraucht. Der Rückstand wurde mit Wasser ausgekocht, das Unlösliche, eine Verbindung von Schwefelsäure mit Tantalsäure, durch starkes Glühen in Tantalsäure übergeführt, während durch Eindampfen der Lösung und Glühen des Trockenrückstandes das Kalium als Kaliumsulfat erhalten wurde.

			Min.:	Max.:
$2\,K_2TaF_7 : Ta_2O_5 =$	1 : 0,5659 [5]		0,5650	0,5675
$Ta =$	$\frac{2\,[K_2F_7] \times 0{,}5659 - O_5}{2 - 2 \times 0{,}5659}$ u. s. w.			
Ta : O =	11,5135	: 1:	11,4626	11,6055
Ta : H =	183,75	: 1:	182,94	185,22.

β) Durch Analyse des Ammoniumtantalfluorides.

Da das Salz nicht völlig frei von Kalium war, musste wie beim Kaliumsalze verfahren werden.

			Min.:	Max.:
$(NH_4)_2TaF_7 : \frac{1}{2}Ta_2O_5 =$	7,138	: 4,517 [4]		
=	1,58026	: 1:	1,57660	1,58521
$Ta =$	$\frac{(NH_4)_2F_7 - \frac{5}{2}O \times 1{,}58026}{1{,}58026 - 1}$ u. s. w.			
Ta : O =	11,49	: 1:	11,37	11,58
Ta : H =	183,4	: 1:	181,5	184,8.

XI. Beziehung auf Quecksilber.

Vorbemerkung: Nach der Atomgewichtstabelle ist das Verhältniss des Quecksilbers zum Sauerstoff:

Hg : O = 12,520 : 1.

Aus Familie I, Gruppe B: Au.

Nr. 213. Gold, Au.

Berzelius, 1826 (Pogg. Ann. 8, 178, woselbst nur der erste Versuch angeführt ist; Lehrb. 3, 1212; Str. 70).

Durch Fällen einer Goldchloridlösung mit Quecksilber. Vgl. Nr. 109, S. 187.

			Min.:	Max.:
2 Au : 3 Hg =	15,912	: 24,24 [2]		
=	1,9691	: 3:	1,9640	1,9769
Au : O =	12,327	: 1:	12,295	12,376
Au : H =	196,74	: 1:	196,22	197,51.

Aus Familie VI, Gruppe B: Se.

Nr. 214. Selen, Se.

Erdmann und *Marchand*, 1849 (J. pr. Chem. **55**, 202; Liebig's Ann. **82**, 77; Str. 104).

Krystallisirtes Selenquecksilber wurde mit Kupfer erhitzt und das Quecksilber aufgesammelt und gewogen.

			Min.:	Max.:
HgSe : Hg	=	100 : 71,733 % [3];	71,726	71,741
Se : Hg	=	28,267 : 1;	28,259	28,274
Se : O	=	4,9336 : 1;	4,9317	4,9353
Se : H	=	78,74 : 1;	78,71	78,77.

XII. Beziehung auf grössere Atomgruppen

durch Ermittelung des Metall- oder Metalloxydgehaltes in complicirteren Verbindungen und durch indirecte Methoden.

Vorbemerkung: Die Werthe der zur Berechnung auf Sauerstoff dienenden, zum Theil sehr reichen Atomgruppen berechnen sich nach der Atomgewichtstafel in ihrer Beziehung auf Sauerstoff folgendermassen:

$FeO : O$	=	**4,5014 : 1;**
$KClO_3 : O$	=	**7,66145 : 1;**
$As_2O_3 : O$	=	**12,386 : 1;**
$BaCl_2 : O$	=	**13,00672 : 1;**
$K_2Cr_2O_7 : O$	=	**18,46718 : 1;**
$J_2O_5 : O$	=	**20,85674 : 1;**
$(NH_3)_{10}Cl_6 : O$	=	**23,95396 : 1;**
$(NH_4)_4O_{17} + 3H_2O : O$	=	**24,89005 : 1;**
$(NH_4)_6Cy_{12} : O$	=	**26,30855 : 1;**
$(NH_4)_2,(SO_4)_4 + 24H_2O : O$	=	**53,27916 : 1;**
$(C_6H_5,H_3N)_6Cy_{12} : O$	=	**54,8195 : 1;**
$Cy_{12}(C_{21}H_{22}N_2O_2)_6H_6 + 8H_2O : O$	=	**154,24662 : 1;**
$Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 10H_2O$	=	**179,00355 : 1;**
$Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 20H_2O$	=	**190,25655 : 1.**

Aus Familie III, Gruppe A: Al, La; *B:* Ga.

Nr. 215. Aluminium, Al.

J. W. Mallet, 1880 (R. Soc. Proc. **30**, 329; Chem. News **41** 212; Philos. Transact. 1880, p. 1003).

Durch Glühen von Ammoniakalaun. Es wurden 2 Reihen von Versuchen ausgeführt.

Reihe A: Der Alaun war vorher 2 Stunden lang der Luft ausgesetzt worden.

$(NH_4)_2SO_4, Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O : Al_2O_3 = 49{,}9385 : 5{,}6293$ [5]

		Min.:	Max.:
	$= 8{,}87118 : 1$;	8,8668	8,8765
$Al = \frac{(NH_4)_2SO_4, (SO_4)_3 + 24\,H_2O - O_3 \times 8{,}87118}{2 \times 8{,}87118 - 2}$ u. s. w.			
Al : O =	1,694 : 1;	1,692	1,696
Al : H =	27,03 : 1;	27,00	27,06.

Reihe B: Der Alaun hatte vorher 24 Stunden an der Luft gelegen.

$(NH_4)_2SO_4, Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O : Al_2O_3 = 42{,}8122 : 4{,}8308$ [5]

		Min.:	Max.:
	$= 8{,}86233 : 1$;	8,8596	8,8670
$Al = \frac{(NH_4)_2SO_4, (SO_4)_3 + 24\,H_2O - O_3 \times 8{,}86233}{2 \times 8{,}86233 - 2}$ u. s. w.			
Al : O =	1,698 : 1;	1,696	1,699
Al : H =	27,09 : 1;	27,06	27,11.

Nr. 216. Lanthan, La.

M. Holzmann, 1858 (J. pr. Chem. **75**, 349).

Jodsaures Lanthan wurde durch Ammonoxalat aus salzsaurer Lösung gefällt, das Lanthanoxalat geglüht und die Erde gewogen. In einer andern Versuchsreihe wurde die Jodsäure durch Zusatz von Jodkalium und Salzsäure und Titriren des freigewordenen Jodes bestimmt.

Da das Salz sich nicht unzersetzt trocknen lässt, sind nur die Wägungen des Oxydes und der Jodsäure zur Berechnung zu verwenden.

Die Formel des Salzes ist: $La_2(JO_3)_6 + 3\,H_2O$.

$La_2O_3 : 3\,J_2O_5 = 24{,}555 : 75{,}445\,\%$ [3]

		Min.:	Max.:
	$= 0{,}9764 : 3$:	0,9734	0,9811
La_2O_3 : O =	20,3646 : 1;	20,3021	20,4615
La : O =	8,6823 : 1:	8,6511	8,7308
La : H =	138,57 : 1:	138,07	139,34.

Die von *Holzmann* ferner versuchte Atomgewichtsbestimmung aus dem Doppelsalze $La_2(NO_3)_6$, $3\,Mg(NO_3)_2 + 24\,H_2O$ führen wir, da sie mit sehr kleinen Mengen Substanz ausgeführt wurde (0,3 bis 0,6g), nur der Vollständigkeit halber hier an.

$$La_2(NO_3)_6,\ 3\,Mg(NO_3)_2 + 24\,H_2O : 3\,MgO : La_2O_3$$
$$= 2{,}3940 : 0{,}1879 : 0{,}5096\ [5!]$$

Nr. 217. Gallium, Ga.

Lecoq de Boisbaudran, 1878 (Compt. rend. **86**, 941).

Durch Glühen des Galliumammoniumalaunes.

$$(NH_4)_2Ga_2(SO_4)_4 + 24\,H_2O : Ga_2O_3 = 3{,}1044 : 0{,}5885\ [1]$$
$$= 5{,}27512 : 1;$$
$$Ga = \frac{(NH_4)_2(SO_4)_4\,24\,H_2O - O_3 \times 5{,}27512}{2 \times 5{,}27512 - 2};$$
$$Ga : O = 4{,}380 : 1;$$
$$Ga : H = 69{,}91 : 1.$$

Aus Familie V, Gruppe A: As, Sb.

Nr. 218. Arsen, As.

a) *F. Kessler*, 1855 (Pogg. Ann. **95**, 204).

Die Versuche bezweckten zunächst keine Atomgewichtsbestimmung, wurden aber später (1861, Pogg. Ann. **113**, 134) von *K.* revidirt, kritisch gesichtet, theilweise auch durch neue vermehrt und die Atomgewichte von As, Sb und Cr darauf basirt.

α) Nachstehende Versuche von 1855 können sowohl zur Bestimmung des Chromes, als auch zur Berechnung des Arsenatomes benutzt werden. (Vergl. Nr. 220$^{c\beta}$, S. 197).

				Min.:	Max.:
$3\,As_2O_3 : 2\,K_2Cr_2O_7$	=	17,2394	: 17,0868 [6]		
	=	2,01785	: 2;	2,01655	2,02053
$3\,As_2O_3 : O$	=	37,264	: 1;	37,240	37,314
$As : O$	=	4,711	: 1;	4,707	4,719
$As : H$	=	75,18	: 1;	75,12	75,31.

β) Arsenige Säure wurde durch $KClO_3$ und Kaliumbichromatlösung (0,00615g in 1ccm) oxydirt. Die verbrauchte Menge $K_2Cr_2O_7$ ist auf $KClO_3$ umgerechnet, wobei sich gleiche Molekulargewichte der Salze entsprechen:

$$3\,As_2O_3 + 2\,KClO_3 = 3\,As_2O_5 + 2KCl$$
$$3\,As_2O_3 + 2K_2Cr_2O_7 + 16\,HCl = 3As_2O_5 + 4KCl + 2Cr_2Cl_6 + 8H_2O.$$

Versuche von 1855, neu berechnet 1861 in Pogg. Ann. **113**, 139:

				Min.:	Max.:
$3\,As_2O_3 : 2\,KClO_3$	= 52,3388	: 21,5478 [12]			
	= 4,8579	: 1;		4,8478	4,8678
$3\,As_2O_3 : O$	= 37,219	: 1;		37,141	37,295
As : O	= 4,703	: 1;		4,690	4,716
As : H	= 75,06	: 1;		74,86	75,26.

b) *Derselbe*, 1861 (Pogg. Ann. **113**, 140).

Arsenige Säure wurde in saurer Lösung mit zweifach chromsaurem Kalium oxydirt und die Reaction mit einer verdünnten Lösung (0,00615^g in 1^{ccm}) desselben Salzes vollendet.

			Min.:	Max.:
$3\,As_2O_3 : 2\,K_2Cr_2O_7$	= 9,4780	: 9,3875 [5]		
	= 2,0193	: 2;	2,0182	2,0209
$3\,As_2O_3 : O$	= 37,290	: 1;	37,271	37,321
As : O	= 4,715	: 1;	4,712	4,720
As : H	= 75,25	: 1;	75,20	75,33.

Nr. 219. Antimon, Sb.

a) *F. Kessler*, 1861 (Pogg. Ann. **113**, 145).

Aeltere Versuche von 1855 (Pogg. Ann. **95**, 215 bis 223) werden als unrichtig erklärt und durch Anwendung von Correctionen als Mittel der bessern Versuche Sb = 122,07 (nach unserer Berechnung, nach *K.* 122,36) gefunden.

α) Das reine sublimirte Antimonoxyd wurde in salzsaurer Lösung durch eine abgewogene Menge Kaliumchlorates oxydirt und die Reaction mit einer Lösung von Kaliumbichromat (0,00615^g in 1^{ccm}) vollendet.

Die geringen Mengen Kaliumbichromates sind auf Kaliumchlorat umgerechnet; der Wirkungswerth der beiden Salze ist der nämliche, so dass sich die Molekulargewichte entsprechen, nach den Gleichungen:

$$3\,Sb_2O_3 + 2\,KClO_3 + 30\,HCl = 6\,SbCl_5 + 2\,KCl + 15\,H_2O \text{ und}$$
$$3\,Sb_2O_3 + 2\,K_2Cr_2O_7 + 46\,HCl = 6\,SbCl_5 + 4\,KCl + 2\,Cr_2Cl_6 + 23\,H_2O.$$

Von 6 Versuchen hält *K.* nur die letzten 4 für zuverlässig.

			Min.:	Max.:
$3\,Sb_2O_3 : 2\,KClO_3$	= 8,0847	: 2,26016 [4]		
	= 7,1541	: 2;	7,1311	7,1753
$3\,Sb_2O_3 : O$	= 54,811	: 1;	54,634	54,973
Sb : O	= 7,635	: 1;	7,606	7,662
Sb : H	= 121,9	: 1;	121,4	122,3.

β) In einer zweiten Versuchsreihe wurde Antimonmetall durch HCl und $KClO_3$ oxydirt, die Lösung durch Zinnchlorür zu Anti-

monchlorür reducirt und der Ueberschuss des Reductionsmittels durch Quecksilberchlorid entfernt. Im Filtrate wurde das Antimonchlorür wie oben durch eine gewogene Menge Kaliumchlorates oxydirt und die Reaction durch Chromatlösung vollendet.

Berechnung von $K_2Cr_2O_7$ auf $KClO_3$ wie oben.

				Min.:	Max.:
$3\,Sb_2 : 2\,KClO_3$	=	9,2837 : 3,10043 [3]			
	=	5,9886 : 2;		5,9805	6,0026
Sb : O	=	7,647 : 1:		7,637	7,665
Sb : H	=	122,0 : 1;		121,9	122,3.

Weitere Versuche, Antimonchlorür durch Kaliumchlorat in der oben erwähnten Weise zu oxydiren und das Chlor im Chlorüre gewichtsanalytisch zu bestimmen, zeigten sich mit Fehlern behaftet; sie ergaben etwa 121,0 und 124,0.

Kessler glaubt, den Fehler in einem Oxydgehalte des Chlorüres gefunden zu haben und berechnet mit Hülfe einer Correction Sb = 122,29 (122,0).

Da diese Zahl mit den oben gefundenen nahezu identisch ist, kann von der Wiedergabe dieser weniger sichern Versuche Umgang genommen werden.

Aus Familie VI, Gruppe A: Cr, Mo, W.

Nr. 220. Chrom, Cr.

a) *Adolph Moberg*, 1848 (J. pr. Chem. **43**, 114; **44**, 322; Str. 64).

Durch Glühen des Chromammoniumalaunes.

Das Salz war theils durch Reduction des Bleichromates mittelst Alkoholes und Schwefelsäure und Neutralisiren mit Ammoniak, theils durch Auflösen von Chromoxydhydrat in Schwefelsäure und Sättigen mit Ammoniak dargestellt. Die Krystalle wurden zerrieben und bei gewöhnlicher Temperatur auf Fliesspapier getrocknet. Das so erhaltene unverwitterte Salz wurde heftig geglüht und das zurückbleibende Chromoxyd gewogen.

Mit Ausschluss zweier von *M.* selbst für unrichtig gehaltener Versuche:

			Min.:	Max.:
$(NH_4)_2Cr_2(SO_4)_4 + 24H_2O : Cr_2O_3$	=	10,2158 : 1,6519 [10]		
	=	6,1843 : 1;	6,1725	6,1915
Cr	=	$\frac{(NH_4)_2(SO_4)_4 + 24H_2O - O_3 \times 6,1843}{2 \times 6,1843 - 2}$ u. s. w.		
Cr : O	=	3,349 : 1;	3,342	3,360
Cr : H	=	53,45 : 1;	53,35	53,63.

b) *Wildenstein*, 1853 (J. pr. Chem. **59**, 27).

Eine gewogene Menge Baryumchlorides wurde durch Alkalichromat ausgefällt und das entstandene Baryumchromat gewogen.

		Min.:	Max.:
$BaCrO_4 : BaCl_2$	$= 100 : 81{,}702\,\%$;	81,52	81,87
Cr	$= \frac{BaCl_2 \times 100 - BaO_4 \times 81{,}702}{81{,}702}$ u. s. w.		
$Cr : O$	$= 3{,}345 : 1$;	3,312	3,459
$Cr : H$	$= 53{,}38 : 1$;	52,86	55,21.

c) *F. Kessler*, 1855 (Pogg. Ann. **95**, 210).

α) Gleiche Mengen Eisenchlorüres wurden durch Kaliumbichromat und Kaliumchlorat oxydirt und mit verdünnter Chromatlösung austitrirt.

$K_2Cr_2O_7 : KClO_3 = 21{,}4701 : 8{,}93065$ [6]

		Min.:	Max.:
	$= 2{,}4043 : 1$;	2,4021	2,4075
$K_2Cr_2O_7 : O$	$= 18{,}420 : 1$;	18,404	18,445
$Cr : O$	$= 3{,}264 : 1$;	3,256	3,277
$Cr : H$	$= 52{,}10 : 1$;	51,97	52,30.

β) Arsenige Säure wurde durch saures Kaliumchromat oxydirt. (Vergl. Nr. 218aα, S. 194).

$2\,K_2Cr_2O_7 : 3\,As_2O_3 = 17{,}0868 : 17{,}2394$ [6]

		Min.:	Max.:
	$= 2{,}9734 : 3$;	2,9695	2,9754
$2\,K_2Cr_2O_7 : O$	$= 36{,}829 : 1$;	36,780	36,853
$Cr : O$	$= 3{,}262 : 1$:	3,250	3,268
$Cr : H$	$= 52{,}06 : 1$;	51,86	52,15.

Nr. 221. Molybdän, Mo.

Berlin, 1850 (J. pr. Chem. **49**, 446; Liebig's Ann. **76**, 273; Str. 87).

Das Salz $(NH_4)_4Mo_5O_{17} + 3\,H_2O = (NH_4)_4H_6(MoO_4)_5$ wurde mit Salpetersäure im Platintiegel abgeraucht und bis zum constanten Gewichte erhitzt.

$(NH_4)_4Mo_5O_{17} + 3\,H_2O : 5\,MoO_3 = 29{,}4887 : 24{,}0582$ [4]

		Min.:	Max.:
	$= 1{,}2257 : 1$;	1,2253	1,2262
Mo	$= \frac{(NH_4)_4O_{17} + 3H_2O - 5\,O_3 \times 1{,}2257}{5 \times 1{,}2257 - 5}$ u. s. w.		
$Mo : O$	$= 5{,}763 : 1$:	5,746	5,779
$Mo : H$	$= 91{,}98 : 1$;	91,71	92,24.

Nr. 222. Wolfram, W.

Emil Zettnow, 1867 (Pogg. Ann. **130**, 16, 240; Zeitschr. f. Chem. 1867, S. 282; Fres. Zeitschr. **6**, 349; Bull. soc. chim. [2] **8**, 37, 174).

Durch Analyse des wolframsauren Eisenoxydules. Dasselbe wurde mit Soda geschmolzen, das Eisenoxyd ausgewaschen, durch Zink in saurer Lösung reducirt und mit Kaliumpermanganat titrirt. Der Titer des Chamäleons war auf schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak gestellt.

			Min.:	Max.:
$FeWO_4$: FeO	=	16,8572 : 4,0055*) [4]		
	=	4,2085 : 1;	4,1801	4,2188
W	=	FeO × 4,2085 — FeO_4 u. s. w.		
W : O	=	11,44 : 1;	11,31	11,49
W : H	=	182,6 : 1;	180,6	183,4.

Aus Familie VIII: Co, Ni.

Nr. 223. Kobalt, Co.

a) *E. v. Sommaruga*, 1867 (Wien. Ak. Ber. Abth. II, **54**, 50: Fres. Zeitschr. **6**, 340).

Durch Reduction des bei 110° getrockneten Kobaltipentaminchlorides (Roseokobaltchlorides) mittelst Wasserstoffes.

			Min.:	Max.:
$(NH_3)_{10}Co_2Cl_6$: Co_2	=	11,5094 : 2,7436 [7]		
	=	8,3900 : 2;	8,3814	8,4011
Co : $(NH_3)_{10}Cl_6$	=	0,1565 : 1;	0,1562	0,1567
Co : O	=	3,749 : 1;	3,742	3,754
Co : H	=	59,83 : 1;	59,72	59,91.

b) *Weselsky*, 1869 (Ber. D. chem. Ges. **2**, 592; ref. Chem. News **24**, 235; Wien. Ak. Ber. Abth. II, **60**, 261).

Durch Glühen der Ammonium- und Phenylammoniumcyandoppelsalze erst in Luft, dann im Sauerstoff und endlich im Wasserstoffstrome.

α) Ammoniumkobaltcyanid:

			Min.:	Max.:
$Co_2(NH_4)_6Cy_{12}$: Co_2	=	1,2718 : 0,279 [2] **)		
Co_2 : $(NH_4)_6Cy_{12}$	=	0,2810 : 1;	0,2806	0,2816
Co : O	=	3,697 : 1;	3,692	3,704
Co : H	=	59,00 : 1;	58,92	59,12.

*) Z. berechnet das Eisenoxydul auf 8 Decimalstellen!

**) An den citirten Orten findet sich in Vers. I ein Druckfehler, indem 0,1160 Co statt 0,1660 angegeben ist.

β) Phenylammoniumkobaltcyanid:

$Co_2(C_6H_5 \cdot H_3N)_6Cy_{12} : Co_2 = 3,1201 : 0,3703$ [4]

		Min.:	Max.:
$Co_2 : (C_6H_5 \cdot H_3N)_6Cy_{12} =$	0,1347 : 1;	0,1342	0,1351
Co : O =	3,691 : 1:	3,677	3,704
Co : H =	58,91 : 1:	58,69	59,12.

c) *Richard H. Lee,* 1871 (Chem. News **24**, 234; Bull. soc. chim. [2] **16**, 253; Ber. D. chem. Ges. **4**, 789 (Corr.); Sill. Am. J. [2] **2**, 44; Zeitschr. f. Chem. 1871, 463).

α) Purpureokobaltchlorid wurde durch Glühen im Wasserstoffstrome reducirt und das Metall gewogen.

$(10NH_3)Co_2Cl_6 : Co_2 = 4,5018 : 1,0615$ [6]

		Min.:	Max.:
$Co_2 : (10NH_3)Cl_6 =$	0,3086 : 1:	0,3084	0,3087
Co : O =	3,695 : 1;	3,693	3,697
Co : H =	58,98 : 1:	58,95	59,01.

Ferner wurden aus reinem Kobaltid-Cyanbaryum durch Umsetzung mit Strychnin- und Brucinsulfat die entsprechenden Salze dargestellt. Dieselben wurden durch Erhitzen in Luft, Sauerstoff und endlich im Wasserstoff in reines Kobalt übergeführt.

β) Strychninsalz:

$Co_2Cy_{12}(C_{21}H_{22}N_2O_2)_6H_6 + 8H_2O : Co_2 = 2,0730 : 0,0948$ [6]

		Min.:	Max.:
$Co_2 : Cy_{12}(C_{21}H_{22}N_2O_2)_6H_6 + 8H_2O =$	0,0479 : 1;	0,0478	0,0482
Co : O =	3,70 : 1:	3,68	3,72
Co : H =	59,00 : 1;	58,7	59,3.

γ) Brucinsalz:

$Co_2Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 20H_2O : Co_2 = 2,6577 : 0,0995$ [6]

		Min.:	Max.:
$Co_2 : Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 20H_2O =$	0,0389 : 1;	0,0386	0,0391
Co : O =	3,70 : 1:	3,68	3,72
Co : H =	59,05 : 1;	58,7	59,3.

Nr. 224. Nickel, Ni.

Richard H. Lee, 1871 (Chem. News **24**, 237; Bull. soc. chim. [2] **16**, 253; Ber. D. chem. Ges. **4**, 789 (Corr.); Sill. Am. J. [2] **2**, 44; Zeitschr. f. Chem. 1871, 463).

Durch Metallbestimmung in zwei organischen Doppelsalzen, analog wie beim Kobalte, vgl. oben Nr. 223c.

α) Strychninnickelcyanid:

$Ni_3Cy_{12}(C_{21}H_{22}N_2O_2)_6H_6 + 8H_2O : 3Ni = 2,3379 : 0,1543$ [6]

		Min.:	Max.:
$3Ni : Cy_{12}(C_{21}H_{22}N_2O_2)_6H_6 + 8H_2O =$	0,07066 : 1;	0,07022	0,07082
Co : O =	3,63 : 1;	3,61	3,64
Co : H =	58,00 : 1;	57,6	58,1.

β) Brucinnickelcyanid:

$Ni_3Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 10H_2O : 3Ni = 2,5493 : 0,14605$ [6]

		Min.:	Max.:
$3Ni : Cy_{12}(C_{23}H_{26}N_2O_4)_6H_6 + 10H_2O =$	0,06077 : 1;	0,06058	0,06101
Ni : O =	3,63 : 1;	3,61	3,64
Ni : H =	57,9 : 1;	57,7	58,1.

Anhang.

Ungenügend gekannte Elemente.

Im Nachfolgenden geben wir die kurzen Angaben über einige seltenere Elemente, die meist den Erdmetallen zuzuzählen sein dürften, deren Existenz aber noch zu zweifelhaft ist, als dass sie in das periodische System Aufnahme finden könnten.

Nr. 225. Decipium, Dp.

Marc Delafontaine, 1878 (Compt. rend. **87**, 632).

Im Samarskit. Abgeleitet von »decipiens = trompeur.«

»Ce metal forme un oxyde dont l'équivalent est approximativement 122 pour la formule $\overset{II}{Dp}O$ (ou bien $\overset{III}{Dp_2}O_3 = 366$).«

$\overset{III}{Dp} : O = 9,962 : 1;$

$\overset{III}{Dp} : H = 159 : 1.$

Nr. 226. Mosandrium, Ms.

J. Lawr. Smith, 1878 (Compt. rend. **87**, 148).

Im Samarskit aus Nordamerika. (Nach *Sm.* identisch mit *Soret's* Erde X und *Mosander's* Terbinerde; nach *Marignac* und *Delafontaine* nicht identisch mit *Soret's* X, dagegen mit Terbium).

Verfahren nicht angegeben.

Mosandriumoxyd (a. a. O. S. 147 noch als »nouvelle terre« bezeichnet) = 109, wenn O = 16.

Ms : O = 8,741 : 1;

Ms : H = 139,5 : 1.

Nr. 227. Norwegium, Ng.

Tellef Dahll, 1879 (Ber. D. chem. Ges. **12**, 1732; Chem. News **40**, 25).

»Aus dem Sauerstoffgehalte des freilich auch nicht völlig reinen Oxydes berechnet«:

$$\begin{aligned} Ng : O &= 9{,}1449 : 1; \\ Ng : H &= 145{,}952 : 1. \end{aligned}$$

Nr. 228. Philippium, Pp.

Marc Delafontaine (Compt. rend. **87**, 559).

Von *D.* im Samarskit entdeckt und zu Ehren *Philipp Plantamour's* benannt.

»Son équivalent*) approximatif est compris entre 90 et 95; je ne puis pas être plus précis, quant à présent.« Später (Compt. rend. **87**, 634) $\overset{II}{Pp} = 74$.

$$\begin{aligned} \overset{III}{Pp} : O &= 6{,}955 : 1; \\ \overset{III}{Pp} : H &= 111{,}0 : 1. \end{aligned}$$

H. E. Roscoe (Chem. Soc. J., June 1882, Nr. 235, p. 277) hat den Nachweis geliefert, dass dieses »Philippium« ein Gemisch aus Yttrium und Terbium ist.

Nr. 229. Terbium, Tb.

M. Delafontaine, 1865 (Liebig's Ann. **134**, 108; Arch. phys. nat. 1866, **25**, 112).

Das Sulfat wurde bei 240° entwässert, gelöst, durch Ammonoxalat gefällt und das Oxalat geglüht.

$$\begin{aligned} Tb_2(SO_4)_3+8H_2O : Tb_2O_3 &= 3{,}574 : 1{,}4885\ [3] \\ Tb_2O_3 : (SO_3)_3+8H_2O &= 1{,}4885 : 2{,}0855; \end{aligned}$$

			Min.:	Max.:
	=	0,7137 : 1;	0,7072	0,7173
Tb_2O_3 : O	=	17,139 : 1;	16,982	17,225
Tb : O	=	7,070 : 1:	6,991	7,113
Tb : H	=	112,8 : 1;	111,6	113,5

$$Tb_2O_3 : 8H_2O = 1{,}4885 : 0{,}7750\ [3]$$

			Min.:	Max.:
	=	15,365 : 8;	15,289	15,471
Tb_2O_3 : O	=	17,290 : 1;	17,204	17,409
Tb : O	=	7,145 : 1;	7,10	7,20
Tb : H	=	114,0 : 1;	113,3	115,0.

*) der Erde $\overset{II}{Pp}O$.

Nr. 230. Thulium, Tm.

P. T. Cleve, 1880 (Compt. rend. **91**, 328).

Die Thulinerde enthielt noch Erbin- und etwas Ytterbinerde. Für Erbinerde bringt *Cl.* an der ursprünglich für TmO erhaltenen Zahl 129,6 eine Correction an und erhält so 129,8, welche Zahl er, des Ytterbingehaltes wegen, als Maximum betrachtet. Für $\overset{III}{Tm}$ erhält er 170,7.

Das Verfahren ist nicht angegeben.

Tm : O	=	10,695	: 1	[?];
Tm : H	=	170,7	: 1.	

Nr. 231. Y_α (aus dem Samarskit).

Marignac, 1880 (Ann. chim. phys. [5] **20**, 549).

Blass orangefarbene Erde mit farblosen Salzen, ohne Absorptionsbänder.

Durch Ueberführen in das Sulfat.

Y_α : O	=	7,550	: 1;
Y_α : H	=	120,5	: 1.

»On ne peut le considérer que comme un minimum.« *M.*

Nr. 232. Y_β (Decipium[1]), Samarium[2])?)

Marignac, 1880 (Ann. chim. phys. [5] **20**, 554).

Schwach lachsfarbene, nach heftigem Glühen weisse Erde; nicht völlig rein.

Die Erde wurde in das Sulfat übergeführt.

Y_β : O	=	7,243	: 1;
Y_β : H	=	115,6	: 1.

Nachtrag.

Nachstehende, z. Th. während des Druckes veröffentlichte Bestimmungen sind unter den angegebenen Nummern einzureihen.

Zu S. 82. Nr. 67. Kadmium, Cd.

b) *O. W. Huntington*, 1881 (Proceedings of the Amer. Ac. of Arts and Sciences **17**, 28; Fres. Zeitschr. **21**, 319).

---

1) *Delafontaine's.* 2) *Lecoq de Boisbaudran.* Die Identität des Y_β ist nach *M.* noch zweifelhaft, für letzteres nach *J. L. Soret* zweifellos. (Compt. rend. **91**, 378.)

Durch Analyse des Kadmiumbromides.

α) Kadmiumbromid wurde durch Silberlösung gefällt und das Bromsilber gewogen.

					Min.:	Max.:
$CdBr_2$: 2 AgBr	=	23,3275	:	32,2098 [8]		
	=	1,4485	:	2;	1,4481	1,4487
$CdBr_2$: O	=	17,009	:	1;	17,005	17,012
Cd : O	=	7,015	:	1;	7,011	7,018
Cd : H	=	111,96	:	1:	111,89	112,01.

β) Kadmiumbromid wurde durch Silberlösung von bekanntem Gehalte titrirt. In vier Versuchen wurde das Verfahren α) und β) vereinigt.

					Min.:	Max.:
$CdBr_2$: 2 Ag	=	28,6668	:	22,7379 [8]		
	=	2,5215	:	2;	2,5209	2,5222
$CdBr_2$: O	=	17,009	:	1:	17,005	17,014
Cd : O	=	7,015	:	1:	7,011	7,020
Cd : H	=	111,95	:	1:	111,89	112,03.

Nr. 148. Thorium, Th.

Auf S. 141 ist die Arbeit von *M. Delafontaine* mit a zu bezeichnen und nach derselben einzuschalten:

b) *L. F. Nilson*, 1882 (Öfvers. Ak. Förh. 1882, Nr. 7; Ber. D. chem. Ges. **15**, 2527).

Thorerdesulfat wurde in Eiswasser gelöst, das schwerlösliche wasserhaltige Sulfat durch Erwärmen der Lösung auf 20° ausgefällt und dieses Reinigungsverfahren viermal wiederholt.

Das schwerlösliche, wasserhaltige Salz *A* der letzten Operation wurde mit Ammoniak gefällt, die Erde in Salzsäure gelöst, durch Oxalsäure gefällt und aus dem Oxalate durch Glühen wieder die Erde dargestellt. Aus der Lösung derselben in reiner Schwefelsäure krystallisirte bei 15° C. das Sulfat

$$Th(SO_4)_2 + 9\,H_2O,$$

das zerrieben und zwischen Papier abgepresst zur Analyse abgewogen wurde. Der bei gelindem Erhitzen desselben eintretende Gewichtsverlust wurde als Krystallwassergehalt berechnet.

					Min.:	Max.:
ThO_2 : $9\,H_2O$	=	6,5283	:	3,9923 [6]		
	=	14,7170	:	9:	14,7095	14,7244
Th : O	=	14,561	:	1:	14,553	14,569
Th : H	=	232,39	:	1:	232,26	232,53.

Nr. 170. Thorium, Th.

Auf S. 161 ist nach der Bestimmung: d. *Cleve* einzuschalten:

e) *L. F. Nilson*, 1882 (s. oben Nr. 148[b]).

α) Das wie oben (Nr. 148[b]) angegeben gewonnene schwerlösliche Sulfat wurde bei gelinder Hitze entwässert und darauf bei bis zur Weissgluth gesteigerter Temperatur in Thorerde umgewandelt, der hierbei stattfindende Gewichtsverlust als SO_3 berechnet.

$$Th(SO_4)_2 + 9\,H_2O : Th(SO_4)_2 : ThO_2$$
$$= 14{,}4785 : 10{,}4862 : 6{,}5283 \quad [6]$$
$$ThO_2 : 2\,SO_3 + 9\,H_2O : 2\,SO_3 = 6{,}5283 : 7{,}9502 : 3{,}9579.$$

Aus dem Verhältnisse des wasserhaltigen Salzes zur Thorerde folgt:

		Min.:	Max.:
$ThO_2 : 2\,SO_3 + 9\,H_2O$	$= 0{,}82115 : 1$;	0,82087	0,82149
Th : O	$= 14{,}534 : 1$;	14,528	14,541
Th : H	$= 231{,}96 : 1$;	231,87	232,07.

Aus dem Verhältnisse des entwässerten Sulfates zur Thorerde berechnet sich:

		Min.:	Max.:
$ThO_2 : 2\,SO_3$	$= 3{,}2989 : 2$;	3,2977	3,3002
Th : O	$= 14{,}507 : 1$;	14,501	14,513
Th : H	$= 231{,}53 : 1$;	231,43	231,63.

(Die Beziehung auf Wasser s. oben Nr. 148[b], S. 203).

β) Das aus der Mutterlauge der letzten Fällung des Salzes *A* erhaltene Sulfat *B* wurde der nämlichen Behandlung unterworfen wie *A*, lieferte aber beim Krystallisiren bei 25° ein hygroskopisches Salz der Zusammensetzung $Th(SO_4)_2 + 8\,H_2O$. Da ein genaues Abwägen desselben nicht möglich war, wurde es in entwässertem Zustande zur Analyse verwendet.

		Min.:	Max.:
$Th(SO_4)_2 : ThO_2$	$= 6{,}8043 : 4{,}2389$ [4]		
$ThO_2 : 2\,SO_3$	$= 4{,}2389 : 2{,}5654$		
	$= 3{,}30468 : 2$;	3,30422	3,30510
Th : O	$= 14{,}536 : 1$;	14,533	14,538
Th : H	$= 231{,}99 : 1$;	231,95	232,02.

Das Mittel aus allen vier Berechnungen ist:

$$Th : O = 14{,}5343 : 1;$$
$$Th : H = 231{,}968 : 1;$$

sehr nahe übereinstimmend mit dem Ergebnisse der ersten Rechnung unter Nr. 170[eα], welches daher den Vorzug zu verdienen scheint.

Autorenverzeichniss.

Seite

Allen, O.D. (S.W. Johnson u.)
1863 Caesium, *Cs* 74

Anderson, Th.
1843 Blei, *Pb* 135

Andrews, Th.
1852 Platin, *Pt* 115

Arfvedson, J. A.
1824 Bor, *B* 180
1817 Lithium, *Li* 66
1828 Mangan, *Mn* 106

Arfvedson, J. A. (u. Berzelius, J. J.)
1825 Uran, *U* 35

Awdejew, v.
1842 Beryllium, *Be* 75, 148

Bahr, J. F.
1852 Magnesium, *Mg* 150

Bahr, J. F. u. R. W. Bunsen.
1866 Yttrium, *Y* 152

Baup, Sam.
1841 Calcium, *Ca* 121

Beringer, A.
1842 Cer, *Ce* 84, 171

Berlin, Nils Joh.
1845 Chrom, *Cr* 65
1850 Molybdän, *Mo* 197

Bernoulli, F. A.
1860 Wolfram, *W* 34, 141

Berzelius, Jöns Jacob.
1812 Aluminium, *Al* 151
1812, 1818 Antimon, *Sb* 30
1818 Arsen, *As* 148
1818, 1819 Baryum, *Ba* 79, 175
1815, 1826 Beryllium, *Be* 75, 166, 167
1811, 1817, 1830, 1845 Blei, *Pb* 28, 49, 128, 161, 163
1822, 1824 Bor, *B* 139, 180
1809, 1843 Calcium, *Ca* 77, 150
1814 Chlor, *Cl* 42, 53
1818, 1844 Chrom, *Cr* 136, 176
1809, 1844 Eisen, *Fe* 38, 39
1823 Fluor, *F* 184
1826, 1844 Gold, *Au* 110, 191
1828 Iridium, *Ir* 113
1813, 1814 Kalium, *K* 42, 68
1826 Kupfer, *Cu* 19
1829 Lithium, *Li* 18, 165
1826 Magnesium, *Mg* 149
1828, 1830 Mangan, *Mn* 38, 106
1818 Molybdän, *Mo* 136
1826 Natrium, *Na* 67
1828 Osmium, *Os* 41, 112
1828 Palladium, *Pd* 112
1816 Phosphor, *P* 95, 117
1813, 1826 Platin, *Pt* 114, 189
1826 Quecksilber, *Hg* 117
1818, 1828 Rhodium, *Rh* 112, 189
1815 Schwefel, *S* 64
1818 Selen, *Se* 65, 105, 189
1826 Silber, *Ag* 53
1824, 1826 Silicium, *Si* 26, 176
1825, 1826 Tantal, *Ta* 29, 145, 146
1818, 1832 Tellur, *Te* 36
1829 Thorium, *Th* 159, 173, 181
1831 Vanadin, *V* 28, 90, 174
1825 Wolfram, *W* 32
1818 Yttrium, *Y* 168
1811 Zink, *Zn* 20
1812 Zinn, *Sn* 27
1825 Zirkonium, *Zr* 159

Berzelius, J. J. u. J. A. Arfvedson.
1825 Uran, *U* 35

Berzelius, J.J.u.P.L. Dulong.
1819 Sauerstoff, *O* 17
1819 Wasserstoff, *H* 17

Seite

Blomstrand, Chr. W.
1864 Niobium, *Nb* 91

Borck, J. B. v.
1851 Wolfram, *W* 33

Brauner, B.
1882 Didym, *Di* 157
1882 Lanthan, *La* 154

Bührig, H.
1875 Cer, *Ce* 126

Bunsen, R. W.
1861, 1863 Caesium, *Cs* 74
1870 Indium, *In* 25
1861 Rubidium, *Rb* 73

Bunsen, R. W. (J. Bahr u.)
1866 Yttrium, *Y* 152

Burney, W. (J. S. Humpidge und).
1879 Erbium, *E* 158

Chydenius, J. J.
1861 Thorium, *Th* 126, 174, 181

Claus, K. E.
1845 Ruthenium, *Ru* 109, 111

Cleve, P. T.
1874 Didym, *Di* 157
1880 Erbium, *E* 158
1874 Lanthan, *La* 154
1874 Thorium, *Th* 128, 161
1880 Thulium, *Tm* 202

Cleve, P. T. u. O. M. Höglund.
1873 Erbium, *E* 157
1873 Yttrium, *Y* 152

Comaille (N. A. E. Millon u.)
1863 Kupfer, *Cu* 19, 137

Cooke, J. P.
1878, 1880 Antimon, *Sb* 98, 144

Crookes, W.
1872 Thallium, *Tl* 135

Czudnowicz, C.
1860 Lanthan, *La* 170

Dahll, Tellef.
1879 Norwegium, *Ng* 201

Davy, Sir Humphry.
1812 Fluor, *F* 183

Debray, H.
1868 Molybdän, *Mo* 32, 101

Seite

Delafontaine, Marc.
1878 Decipium, *Dp* 200
1865 Erbium, *E* 140, 157
1878 Philippium, *Pp* 201
1865 Terbium, *Te* 201
1863 Thorium, *Th* 141, 160
1878 Ytterbium, *Yb* 140, 152
1865 Yttrium, *Y* 158

Deville, H. E. Sainte-Claire-.
1859 Bor, *B* 82

Dexter, W. P.
1857 Antimon, *Sb* 30

Diehl, K.
1861 Lithium, *Li* 120, 166

Dulong (J. J. Berzelius und)
1819 Sauerstoff, *O* 17
1819 Wasserstoff, *H* 17

Dumas, J. B.
1859 Aluminium, *Al* 83
1859 Antimon, *Sb* 97
1859 Arsen, *As* 96
1859 Baryum, *Ba* 81
1859 Blei, *Pb* 89
1859 Brom, *Br* 63
1842, 1859 Calcium, *Ca* 77, 121
1859 Chlor, *Cl* 54
1859 Eisen, *Fe* 107
1859 Fluor, *F* 183, 185
1859 Jod, *J* 64
1859 Kadmium, *Cd* 82
1859 Kobalt, *Co* 108
1859 Magnesium, *Mg* 76
1859 Mangan, *Mn* 107
1859 Molybdän, *Mo* 32
1859 Natrium, *Na* 68
1859 Nickel, *Ni* 108
1859 Phosphor, *P* 95
1842 Sauerstoff, *O* 18
1859 Schwefel, *S* 60
1859 Selen, *Se* 189
1859 Silber, *Ag* 54
1859 Silicium, *Si* 86
1859 Strontium, *Sr* 79
1842 Wasserstoff, *H* 18
1859 Wismuth, *Bi* 99
1859 Wolfram, *W* 34
1859 Zinn, *Sn* 27, 89

Dumas, J. B. und J. S. Stas.
1841 Kohlenstoff, *C* 25

Ebelmen, J. J.
1842 Uran, *U* 129

Seite

Ekman, G. (O. Pettersson u.)
1876 Selen, *Se* 36, 61

Erdmann, Axel.
1843 Zink, *Zn* 21

Erdmann, O. L. u. R. F. Marchand.
1842, 1844, 1850 Calcium, *Ca* 121, 179
1844 Eisen, *Fe* 39
1841 Kohlenstoff, *C* 25
1844 Kupfer, *Cu* 19
1845 Nickel, *Ni* 41
1844 Quecksilber, *Hg* 22, 143
1842 Sauerstoff, *O* 18
1849 Selen, *Se* 192
1842 Wasserstoff, *H* 18

Erk, C.
1870 Didym, *Di* 156, 173
1870 Lanthan, *La* 153, 170

Faget.
1846 Chlor, *Cl* 44
1846 Kalium, *K* 44

Favre, P. A.
1844 Zink, *Zn* 124, 138

Frémy, Edm.
1844 Osmium, *Os* 41

Gay-Lussac, L. J.
1819, -20 Magnesium, *Mg* 137, 149, 167
1809 Zink, *Zn* 20
1811 Zinn, *Sn* 26

Gay-Lussac, L. J. und Alex. v. Humboldt.
1805 Sauerstoff, *O* 17
1805 Wasserstoff. *H* 17

Gmelin, L.
? Stickstoff, *N* 61

Godeffroy, R.
1875 Caesium, *Cs* 75
1875 Rubidium, *Rb* 73

Hagen, R.
1839 Lithium, *Li* 166

Hampe, W.
1874 Kupfer, *Cu* 20, 75, 163

Hauer, K. v.
1857 Kadmium, *Cd* 49
1857 Mangan, *Mn* 38, 49
1857 Tellur, *Te* 105

Hebberling, M.
1865 Thallium, *Tl* 85, 173

Seite

Hermann, R.
1843 Cer, *Ce* 171
1860 Didym, *Di* 156
1860 Lanthan, *La* 84, 125, 140, 153
1829 Lithium, *Li* 119, 165
1864 Thorium, *Th* 161
1844 Zirkonium, *Zr* 88

Hisinger, W.
1814 Cer, *Ce* 23

Höglund, O. M. (P. T. Cleve u.)
1873 Erbium, *E* 157
1873 Yttrium, *Y* 152

Holzmann, M.
1858 Lanthan, *La* 170, 193

Humboldt, Alexander v. (L. J. Gay-Lussac und)
1805 Sauerstoff, *O* 17
1805 Wasserstoff, *H* 17

Humpidge, J. S. u. W. Burney.
1879 Erbium, *E* 158

Huntington, Oliver W.
1881 Kadmium, *Cd* 202

Isnard.
1870 Aluminium, *Al* 23

Jacquelain, V. A.
1850 Magnesium, *Mg* 150, 168

Javal, J.
1821 Gold, *Au* 20

Jegel, J.
1858 Cer, *Ce* 125, 172
1870 Aluminium, *Al* 23

Johnson, S. W. u. O. D. Allen.
1863 Caesium, *Cs* 74

Kempe, Bernh. (P. Liechti u.)
1873 Molybdän, *Mo* 101, 147

Kessler, F.
1861 Antimon, *Sb* 195
1855, 1861 Arsen, *As* 194, 195
1855 Chrom, *Cr* 197

Klatzo, G.
1868 Beryllium, *Be* 167

Lagerjhelm, M. P.
1814 Wismuth, *Bi* 30, 145, 164

Lamy, A.
1862 Thallium, *Tl* 85, 173

Seite

Laurent, Auguste.
1849 Bor, *B* 139

Lecoq de Boisbaudran.
1878 Gallium, *Ga* 24, 194

Lee, Richard H.
1871 Kobalt, *Co* 199
1871 Nickel, *Ni* 199

Lefort, J.
1850 Chrom, *Cr* 177

Lenssen, E.
1860 Kadmium, *Cd* 125

Levol, A.
1850 Baryum, *Ba* 116
1850 Gold, *Au* 178

Liechti, Paul u. B. Kempe.
1873 Molybdän, *Mo* 101, 147

Louyet, P. L. C. E.
1846, 1849 Fluor, *F* 177, 183, 184, 186

Luca, S. de.
1860 Fluor, *F* 185

Mallet, J. W.
1880 Aluminium, *Al* 83, 139, 193
1857 Lithium, *Li* 66

Marchand, R. F.
1850 Wolfram, *W.* 33

Marchand, R. F. (O. L Erdmann und)
1842, 1844, 1850 Calcium, *Ca* 121, 179
1844 Eisen, *Fe* 39
1841 Kohlenstoff, *C* 25
1844 Kupfer, *Cu* 19
1845 Nickel, *Ni* 41
1844 Quecksilber, *Hg* 22, 143
1842 Sauerstoff, *O* 18
1849 Selen, *Se* 192
1842 Wasserstoff, *H* 18

Marchand, R. F. und Th. Scheerer.
1850 Magnesium, *Mg* 120

Marignac, Jean Charles.
1848, 1858 Baryum, *Ba* 80, 138, 176
1846, 1858 Blei, *Pb* 89, 188
1843 Brom, *Br* 46, 56, 71
1843 Calcium, *Ca* 77
1848 Cer, *Ce* 171
1842, 1843 Chlor, *Cl* 43, 47, 54
1848, 1853 Didym, *Di* 84, 155, 172
1843 Jod, *J* 46, 58, 72

Seite

1842, 1843 Kalium, *K* 43, 46, 69, 71, 72
1846 Kohlenstoff, *C* 63
1848, 1873 Lanthan, *La* 154, 169
1865 Niobium, *Nb* 92, 181
1842, 1843 Silber, *Ag* 47, 54, 58
1843 Stickstoff, *N* 61, 94
1858 Strontium, *Sr* 78, 137, 180
1865 Tantal, *Ta* 182, 190
1880 Y_α, Y_β 202
1878 Ytterbium, *Yb* 158
1860 Zirkonium, *Zr* 181

Maumené, E. J.
1846 Chlor, *Cl* 44, 54
1846 Eisen, *Fe* 40
1846 Kalium, *K* 44, 69
1846 Kohlenstoff, *C* 86
1846 Silber, *Ag* 54

Millon, N. A. E.
1843 Jod, *J* 46, 47
1843 Kalium, *K* 46
1846 Quecksilber, *Hg* 187
1843 Silber, *Ag* 47, 56

Millon, E. und Comaille.
1863 Kupfer, *Cu* 19, 137

Mitscherlich, Eilhard und Nitzsch.
1827 Selen, *Se* 111

Moberg, Adolph.
1848 Chrom, *Cr* 162, 196

Mulder, G. J.
1849 Zinn, *Sn* 27

Nilson, L. F.
1880 Scandium, *Sc* 151
1882 Thorium, *Th* 203
1880 Ytterbium, *Yb* 158

Nilson, L. F. u. O. Pettersson.
1880 Beryllium, *Be* 149

Nitzsch (E. Mitscherlich und).
1827 Selen, *Se* 111

Nordenfeldt, O. (L. Svanberg und)
1847 Magnesium, *Mg* 120, 150

Norlin (L. Svanberg und)
1844 Eisen, *Fe* 39

Péligot, Eugène.
1844 Chrom, *Cr* 99, 128
1842, 1846 Uran, *U* 104, 131, 188

Seite

Pelouze, J.
1845 Arsen, *As* 96
1845 Baryum, *Ba* 80
1843 Chlor, *Cl* 44
1843 Kalium, *K* 44, 69
1845 Natrium, *Na* 68
1845 Phosphor, *P* 95
1845 Silicium, *Si* 86
1845 Stickstoff, *N* 94
1845 Strontium, *Sr* 78

Penny, F.
1839 Chlor, *Cl* 42, 43
1839 Kalium, *K* 43
1839 Natrium, *Na* 42

Persoz, J.
1864 Wolfram, *W* 35

Pettersson, O. (L. F. Nilson und).
1880 Beryllium, *Be* 149

Pettersson, O. u. G. Ekman.
1876 Selen, *Se* 36, 61

Pfeifer, Franz.
1881 Antimon, *Sb* 99

Piccard, J.
1862 Rubidium, *Rb* 73

Pierre, Isidor.
1847 Titan, *Ti* 88

Popp, O.
1864 Yttrium, *Y* 152, 169

Rammelsberg, C.
1859 Cer, *Ce* 126
1842 Lanthan, *La* 169
1877 Molybdän, *Mo* 32
1842 Uran, *U* 104

Rawack.
1859 Mangan, *Mn* 142

Reich, F. und T. Richter.
1864 Indium, *In* 24, 178

Riche, Alfred.
1856 Wolfram, *W* 34

Richter, T. (F. Reich und).
1864 Indium, *In* 24, 178

Rivot, L. E.
1850 Eisen, *Fe* 40

Roscoe, H. E.
1882 Kohlenstoff, *C* 26

Seite

1867 Vanadin, *V* 29, 90
1872 Wolfram, *W* 35, 103, 188

Rose, Heinrich.
1825, 1856 Antimon, *Sb* 96
1837 Molybdän, *Mo* 101
1857 Niobium, *Nb* 91
1856 Tantal, *Ta* 92
1823 Titan, *Ti* 87, 145

Rose, Valentin.
1816 Strontium, *Sr* 78

Rothoff, E.
1826 Kobalt, *Co* 108
1826 Nickel, *Ni* 108

Russell, W. J.
1863 Kobalt, *Co* 40
1863 Nickel, *Ni* 41

Sacc, F.
1847 Selen, *Se* 36, 177

Salvétat, L. A.
1843 Baryum, *Ba* 124
1843 Calcium, *Ca* 123
1843 Strontium, *Sr* 124

Scheerer, Th. (R. F. Marchand und).
1850 Magnesium, *Mg* 120

Scheibler, C.
1861 Wolfram, *W* 142

Schiel, J.
1861 Silicium, *Si* 87

Schneider, E. R.
1856, 1880 Antimon, *Sb* 143, 144
1859 Kobalt, *Co* 132
1860 Mangan, *Mn* 132
1859 Nickel, *Ni* 133
1851 Wismuth, *Bi* 31
1850 Wolfram, *W* 33

Schrötter, A.
1851 Phosphor, *P* 29

Sefström, N. G.
1842 Quecksilber, *Hg* 21

Seubert, Karl.
1878 Iridium, *Ir* 113
1880 Platin, *Pt* 109, 115

Siewert, M.
1861 Chrom, *Cr* 100

Seite

Smith, J. Lawrence
1878 Mosandrium, *Ms* 200

Sommaruga, E. v.
1867 Kobalt, *Co* 198
1867 Nickel, *Ni* 174

Stas, Jean Servais.
1860 Blei, *Pb* 135, 164
1865 Brom, *Br* 47, 57, 71
1860, 1865 Chlor, *Cl* 45, 47, 55
1865 Jod, *J* 48
1857,-60,-65 Kalium, *K* 45, 70, 71, 134
1865 Lithium, *Li* 67, 133
1860, 1865 Natrium, *Na* 68, 134
1860 Schwefel, *S* 60, 61
1860,-65 Silber, *Ag* 47, 48, 55, 57, 58
1860, 1865 Stickstoff, *N* 62, 94, 95

Stromeyer, F.
1818 Kadmium, *Cd* 21
1816 Strontium, *Sr* 123

Struve, H.
1851 Baryum, *Ba* 175
1851 Schwefel, *S* 60

Struve, H. (L. Svanberg u.)
1848 Molybdän, *Mo* 31, 101, 129, 146
1848 Schwefel, *S* 64

Svanberg, L.
1842 Blei, *Pb* 135
1845 Quecksilber, *Hg* 187

Svanberg, L. u. O. Nordenfeldt.
1847 Magnesium, *Mg* 120, 150

Svanberg, L. und Norlin.
1844 Eisen, *Fe* 39

Svanberg, L. u. H. Struve.
1848 Molybdän, *Mo* 31, 101, 129, 146
1848 Schwefel, *S* 64

Terreil, A.
1879 Aluminium, *Al* 23

Tissier, C.
1858 Aluminium, *Al* 22

Seite

Troost, Louis.
1857 Lithium, *Li* 67, 119, 179

Turner, Edward.
1829 Baryum, *Ba* 80, 175
1835 Blei, *Pb* 162, 164, 187
1829 Chlor, *Cl* 53
1818 Mangan, *Mn* 106, 132, 162
1835 Quecksilber, *Hg* 22, 186
1829 Silber, *Ag* 53

Vlaanderen, C. L.
1858 Zinn, *Sn* 27

Wallace, W.
1859 Arsen, *As* 96

Weber, Th. R.
1856 Antimon, *Sb* 97

Weeren, J.
1854 Beryllium, *Be* 167

Werther, G.
1864 Thallium, *Tl* 85

Wertheim, J.
1843 Uran, *U* 130

Weselsky.
1869 Kobalt, *Co* 118, 198

Wills, W. L.
1879 Tellur, *Te* 37, 106

Wing, C. H.
1870 Cerium, *Ce* 155

Winkler, Clemens.
1864, 1867 Indium, *In* 24, 25, 117
1867 Kobalt, *Co* 118
1867 Nickel, *Ni* 118

Wolf, C.
1868 Cerium, *Ce* 155

Zettnow, E.
1867 Wolfram, W. 103, 198

Zschiesche, H.
1870 Didym, *Di* 156
1868 Lanthan, *La* 140, 153

Uebersicht der Ergebnisse.

Aluminium, Al.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1812.			
Durch Glühen des Sulfates	1,707	27,24	151
Tissier, 1858.			
Durch Oxydation des Metalles	1,6974	27,09	22
Dumas, 1859.			
Aluminiumchlorid wurde durch Silberlösung gefällt	1,7215	27,47	83
Isnard, 1870.			
Durch Lösen des Metalles in HCl und Glühen des Productes	1,6875	26,93	23
A. Terreil, 1879.			
Durch Zersetzen von Salzsäuregas durch Al und Messen des Wasserstoffes	1,694	27,03	23
J. W. Mallet, 1880.			
Durch Glühen von Ammoniakalaun			
Reihe A)	1,694	27,03	193
Reihe B)	1,698	27,09	193
Bromaluminium wurde durch Silberlösung zersetzt (Mittel)	1,6944	27,043	83
Aluminium wurde in Natronlauge gelöst und			
1) der Wasserstoff gemessen	1,6918	27,002	23
2) der Wasserstoff als Wasser gewogen . .	1,6908	26,986	139
Antimon, Sb.			
Berzelius, 1812.			
Durch Oxydation des Metalles mittelst Salpetersäure	7,49	119,5	30
Derselbe, 1818.			
Ebenso	8,065	128,7	30
H. Rose, 1825.			
Durch Analyse des Antimonchlorüres	7,562	120,70	96
Durch Analyse des Antimonchlorides	7,542	120,37	96

	O = 1	H = 1	Seite
Weber (bei *H. Rose*), *1856.*			
Antimonchlorür wurde durch Silberlösung gefällt	7,562	120,70	97
Schneider, 1856.			
Durch Reduction des Antimonglanzes mittelst Wasserstoffes	7,537	120,3	143
Dexter, 1857.			
Antimon wurde durch Salpetersäure oxydirt .	7,646	122,0	30
Antimonoxyd wurde durch Salpetersäure oxydirt	7,615	121,5	30
Dumas, 1859.			
Antimonchlorür wnrde durch Silberlösung gefällt	7,626	121,71	97
Kessler, 1861.			
Durch Oxydation des Trioxydes zu Pentoxyd .	7,635	121,9	195
Durch Oxydation des Antimonmetalles zu Pentoxyd	7,647	122,0	195
J. P. Cooke, 1878.			
Durch Ueberführen von $SbCl_3$ in Sb_2S_3 . . .	7,7845	124,2	144
Schneider, 1880.			
Durch Reduction eines natürlichen Antimonglanzes im Wasserstoffe	7,4764	119,32	144
J. P. Cookė, 1880.			
Durch Fällen von Antimonbromür mittelst Silberlösung	7,494	119,61	98
F. Pfeifer, 1881.			
Aus dem elektrolytischen Aequivalente . . .	7,586	121,08	99
Arsen, As.			
Berzelius, 1818.			
Durch Erhitzen von Arsentrioxyd mit Schwefel und Bestimmen der schwefligen Säure . .	4,696	74,94	148
Pelouze, 1845.			
Arsenchlorür wurde durch Silberlösung gefällt.	4,689	74,83	96
F. Kessler, 1855.			
Arsenige Säure wurde durch Kaliumbichromat oxydirt	4,711	75,18	194
Arsenige Säure wurde durch Kaliumchlorat oxydirt	4,703	75,06	194
Wallace 1859.			
Arsenbromür wurde durch Silberlösung gefällt .	4,640	74,05	96
Dumas, 1859.			
Arsenchlorür wurde durch Silberlösung gefällt .	4,685	74,77	96
F. Kessler, 1861.			
Arsenige Säure wurde durch Kaliumbichromat oxydirt	4,715	75,25	195

Baryum, Ba.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1818.			
Durch Analyse des Chlorbaryums:			
1) Chlorbaryum zu Chlorsilber	8,549	136,44	79
2) Baryumsulfat zu Chlorsilber	8,558	136,58	79
3) Chlorbaryum zu Baryumsulfat	8,618	137,5	175
Turner, 1829.			
Chlorbaryum zu Chlorsilber	8,591	137,11	80
Chlorbaryum zu Baryumsulfat	8,464	135,1	175
Salvétat, 1843.			
Aus dem Carbonate	8,500	135,66	124
Pelouze, 1845.			
Chlorbaryum zu Silber	8,581	136,96	80
Marignac, 1848.			
Chlorbaryum zu Silber	8,569	136,76	80
Levol, 1850.			
Goldchlorid wurde durch SO_2 reducirt und die Schwefelsäure durch Baryumlösung gefällt .	8,601	137,27	116
Struve, 1851.			
Chlorbaryum zu Baryumsulfat	8,567	136,7	175
Marignac, 1858.			
Krystallisirtes Chlorbaryum zu Silber (Mittel) .	8,580	136,93	80
Entwässertes Chlorbaryum zu Silber (Mittel) .	8,569	136,77	80
Wasserhaltiges Chlorbaryum zu wasserfreiem $BaCl_2$ (Mittel aus 2 Reihen)	8,525	136,06	138
Krystallisirtes und	8,169	130,37!	176
Entwässertes Chlorbaryum zu Baryumsulfat . .	8,655	138,14	176
Dumas, 1859.			
Chlorbaryum zu Silber	8,563	136,66	81
Beryllium, Be.			
Berzelius, 1815.			
Durch Analyse des Sulfates	0,612	9,77	166
v. Awdejew, 1842.			
Chlorberyllium wurde durch NH_3 u. dann durch $AgNO_3$ gefällt	0,575	9,18	76
Durch Bestimmung von Beryllerde und Schwefelsäure im Sulfate	0,5796	9,25	148
Weeren, 1854.			
Beryllerde zu Baryumsulfat	0,578	9,22	167
G. Klatzo, 1868.			
Durch Bestimmung von Beryllerde und Schwefelsäure im Sulfate	0,578	9,23	167

L. F. Nilson und *O. Pettersson, 1880.*	O = 1	H = 1	Seite
Durch Glühen des Sulfates	0,5690	9,081	149
Blei, Pb.			
Berzelius, 1811.			
Durch Ueberführen von Bleisulfid in Bleisulfat	13,119	209,38	49
Bleioxyd wurde in Sulfat übergeführt	12,997	207,43	161
Derselbe, 1817.			
Durch Analyse des Carbonates	12,937	206,47	128
Durch Verwandlung von metallischem Blei in Sulfat	12,934	206,42	163
Berzelius, 1830 (und *1845*).			
Durch Reduction des Oxydes mittelst Wasserstoffes	12,943	206,58	28
Turner, 1835.			
Blei wurde in Bleisulfat übergeführt	12,934	206,42	164
Bleioxyd zu Bleisulfat	12,931	206,37	162
Durch Bestimmung des Chlores im Chlorblei .	12,95	206,6	187
Svanberg, 1842 oder *Anderson, 1845.*			
Durch Glühen des Nitrates	12,969	206,99	135
Marignac, 1846.			
Bleichlorid zu Chlorsilber	12,93	206,29	89
Durch Verbrennen von Blei im Chlorgase . .	12,962	206,87	188
Derselbe, 1858.			
Bleichlorid zu Silber	12,931	206,39	89
Dumas, 1859.			
Ebenso	12,942	206,56	89
J. S. Stas, 1860.			
Metallisches Blei wurde in Nitrat übergeführt .	12,933	206,40	135
Blei wurde in Sulfat verwandelt	12,932	206,39	164
Bor, B.			
Berzelius, 1822.			
Durch Entwässern von Borax	0,6889	10,99	139
Derselbe, vor 1824.			
Geschmolzener Borax wurde mit Flusssäure und Schwefelsäure eingedampft	0,6872	10,97	180
Arfvedson, vor 1824.			
Borax, mit Flussspath oder Fluorbaryum gemischt, wurde durch Schwefelsäure zersetzt	0,6499	10,37	180
A. Laurent, 1849.			
Durch Schmelzen von Borax	0,6792	10,84	139

Deville, 1859.	O = 1	H = 1	Seite
Trichlorbor zu Chlorsilber, Vers. I	0,6914	11,04	82
Vers. II	0,664	10,60	82
Tribrombor zu Bromsilber	0,685	10,94	82

Brom, Br.

Marignac, 1845.			
Durch Glühen des Bromates	4,998	79,775	46
Gelöstes Silber wurde durch Brommetalle gefällt	4,9969	79,751	57
Bromkalium zu Silber	4,9977	79,764	71
Dumas, 1859.			
Bromsilber wurde in Chlorsilber übergeführt	4,997	79,745	63
J. S. Stas, 1865.			
Silberbromat wurde durch SO_2 reducirt	4,9964	79,743	47
Durch Synthese des Bromsilbers durch Differenz	4,9974	79,758	57
Durch vollständige Synthese des Bromsilbers:			
1) Brom zu Silber	4,9978	79,764	57
2) Bromsilber zu Silber	4,9972	79,755	57
Bromkalium zu Silber	4,9970	79,7514	71

Caesium, Cs.

Bunsen, 1861.			
Chlorcaesium zu Chlorsilber	7,707	123,01	74
Derselbe, 1863.			
Ebenso	8,311	132,65	74
S. W. Johnson und *O. D. Allen, 1863.*			
Ebenso	8,315	132,70	74
R. Godeffroy, 1873.			
Ebenso	8,284	132,22	75

Calcium, Ca.

Berzelius, 1809.			
Chlorcalcium zu Chlorsilber	2,529	40,37	77
Baup, 1841.			
Durch Analyse von Kalksalzen organischer Säuren	2,498	39,88	121
Erdmann u. *Marchand, 1842, 1844, 1850.*			
Durch Glühen von isländischem Doppelspath	2,501	39,91	121
Dieselben, 1842.			
Calciumcarbonat wurde in Sulfat übergeführt	2,501	39,91	179
Dumas, 1842.			
Durch Glühen von isländischem Doppelspath	2,510	40,05	121

	O = 1	H = 1	Seite
Marignac, 1845.			
Chlorcalcium zu Silber	2,514	40,12	77
Berzelius, 1845.			
Oxyd wurde in Sulfat übergeführt	2,514	40,12	150
Salvétat, 1845.			
Aus dem Carbonate	2,50	39,90	123
Dumas, 1859.			
Chlorcalcium zu Silber	2,503	39,955	77
Cer, Ce.			
Hisinger, 1814.			
Aus dem Aequivalentgewichte des Oxydes	8,620	137,57	23
Beringer, 1842.			
Cererde zu Chlorsilber	8,885	141,81	84
Ceroxyduloxyd zu Baryumsulfat	8,895	142,0	171
Hermann, 1845.			
Cersulfat zu Baryumsulfat	8,642	137,9	171
Marignac, 1848.			
Cersulfat zu Chlorbaryum	8,866	141,5	171
Cersulfat zu Baryumsulfat	8,853	141,3	171
Jegel, 1858.			
Im Oxalate die Cererde wurde bestimmt	8,590	137,10	125
Cererde zu Baryumsulfat	8,649	138,0	172
Rammelsberg, 1859.			
Durch Verbrennen des Ceroxalates im Sauerstoff und Wägen von Kohlensäure und Wasser. Aus der Kohlensäure	8,639	137,9	126
C. Wolf, 1868.			
Aus dem Oxydgehalte des Sulfates. (Mittel)	8,626	137,68	155
C. H. Wing, 1870.			
Ebenso	8,616	137,52	155
H. Bührig, 1875.			
Durch Analyse des Oxalates:			
1) aus dem Salze und CO_2	8,847	141,21	126
2) aus dem Oxyde und CO_2	8,845	141,17	126
Chlor, Cl.			
Berzelius, 1814.			
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,2178	35,396	42
Derselbe, 1826.			
Silber zu Chlorsilber	2,209	35,26	53

	O = 1	H = 1	Seite
Turner, 1829.			
Silber zu Chlorsilber	2,2147	35,347	53
Penny, 1839.			
Durch Glühen des Natriumchlorates	2,215	35,36	42
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,2144	35,29	43
Marignac, 1842.			
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,2153	35,356	43
Durch Glühen des Kaliumperchlorates	2,2149	35,350	43
Silber zu Chlorsilber	2,2085	35,25	54
Derselbe, 1845.			
Silberchlorat zu Chlorsilber	2,2150	35,351	47
Silber zu Chlorsilber	2,2164	35,374	54
Pelouze, 1845.			
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,2165	35,376	44
Maumené, 1846.			
Ebenso	2,2057	35,203	44
Chlorsilber wurde durch Wasserstoff reducirt .	2,2084	35,246	54
Faget, 1846.			
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,217	35,38	44
Dumas, 1859.			
Durch Verbrennen von Silber in Chlor . . .	2,2176	35,393	54
Stas, 1860.			
Durch Glühen des Kaliumchlorates	2,2160	35,368	45
Durch Zersetzen des Kaliumchlorates mittelst Salzsäure	2,2168	35,3803	45
Durch Verbrennen von Silber in Chlor . . .	2,2155	35,359	55
Durch Fällen von Silberlösung durch gasförmige Salzsäure	2,2157	35,363	55
Durch Fällen von Silberlösung durch wässrige Salzsäure	2,2158	35,364	55
Durch Fällen von Silberlösung mittelst Chlorammoniums	2,2154	35,358	55
Derselbe, 1865.			
Silberchlorat wurde durch schweflige Säure reducirt	2,2166	35,377	47
Chrom, Cr.			
Berzelius, 1818.			
Bleinitrat zu Bleichromat.	3,502	55,89	136
Derselbe, 1844.			
Baryumchromat zu Baryumsulfat	3,405	54,34	176
Péligot, 1844.			
Durch Analyse des Chromchlorüres:			
1) Chromchlorür zu Chlorsilber (Mittel) . .	3,27	52,2	99
2) Chromchlorür zu Chromoxyd (Mittel). .	3,23	51,60	99
Durch Analyse des Acetates	3,294	52,57	129

Berlin, 1845.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Analyse des neutralen Silberchromates:			
1) aus dem Chlorsilber	3,289	52,49	65
2) aus dem Chromoxyde	3,284	52,41	65
Durch Analyse des sauren Silberchromates:			
1) aus dem Chlorsilber	3,294	52,57	65
2) aus dem Chromoxyde	3,278	52,31	65
A. Moberg, 1848.			
Durch Analyse des schwefelsauren Chromoxydes	3,358	53,60	162
Durch Glühen des Chromammoniumalaunes . .	3,349	53,45	196
Lefort, 1850.			
Baryumchromat zu Baryumsulfat	3,314	52,88	177
Wildenstein, 1855.			
Chlorbaryum wurde in Baryumchromat übergeführt	3,345	53,38	197
Kessler, 1855.			
Verhältniss von Kaliumbichromat zu Kaliumchlorat	3,264	52,10	197
Durch Oxydation von arseniger Säure mittelst Kaliumbichromates	3,262	52,06	197
Siewert, 1861.			
Chromchlorid zu Chlorsilber	3,264	52,09	100
Decipium, Dp (Y_β?).			
M. Delafontaine, 1878.	9,962	159	200
Didym, Di.			
Marignac, 1848.			
Didymsulfat wurde durch Chlorbaryum titrirt .	9,197	146,8	172
Derselbe, 1855.			
Durch Analyse des Chlordidymes:			
1) aus dem Chlorgehalte	9,006	143,73	84
2) aus der Didymerde und dem Chlore . .	9,009	143,79	84
Durch Bestimmung der Erde im Sulfate . . .	8,981	143,3	155
R. Hermann, 1860.			
Durch Bestimmung der Erde im Sulfate . . .	8,925	142,4	156
C. Erk, 1870.			
Durch Analyse des Sulfates:			
1) aus dem Gehalte an Erde	8,930	142,5	156
2) Sulfat zu Baryumsulfat	8,980	143,33	173
3) Erde zu Baryumsulfat	8,978	143,29	173
H. Zschiesche, 1870.			
Durch Bestimmung der Erde im Sulfate . . .	8,845	141,2	156

	O = 1	H = 1	Seite
P. T. Cleve, 1874.			
Reines Didymoxyd wurde in Sulfat verwandelt .	9,211	147,01	157
B. Brauner, 1882.			
Durch Bestimmung des Oxydes im Sulfate . .	9,087	145,03	157
Eisen, Fe.			
Berzelius, 1809.			
Eisen wurde auf verschiedene Weise in Oxyd übergeführt	3,39	54,10	38
Derselbe, 1844.			
Metallisches Eisen wurde in Nitrat und dieses durch Glühen in das Oxyd übergeführt . .	3,500	55,86	39
L. Svanberg und *Norlin, 1844.*			
Eisenoxyd wurde durch Wasserstoff reducirt .	3,505	55,95	39
Erdmann und *Marchand, 1844.*			
Ebenso	3,500	55,86	39
Maumené, 1846.			
Durch Lösen des Metalles in HNO_3 und Fällen mit NH_3	3,500	55,86	40
L. E. Rivot, 1850.			
Durch Reduction des Oxydes im Wasserstoffstrome	3,3908	54,12	40
Dumas, 1859.			
Eisenchlorür wurde durch Silberlösung titrirt (Vers. II)	3,499	55,84	107
Eisenchlorid wurde durch Silberlösung titrirt .	3,520	56,18	107
Erbium, Er.			
M. Delafontaine, 1865.			
Durch Bestimmung der Erde im Sulfate . . .	(7,440)	(118,7)	157
Durch Entwässern des krystallisirten Sulfates .	(7,443)	(118,8)	140
P. T. Cleve und *O. M. Höglund, 1875.*			
Durch Analyse des Sulfates	10,686	170,55	157
J. S. Humpidge und *W. Burney, 1879.*			
Aus dem Sulfate	10,735	171,33	158
P. T. Cleve, 1880.			
Durch Analyse des Sulfates	10,401	166,0	158
Fluor, F.			
Davy, 1812.			
Durch Ueberführen von Flussspath in Calciumsulfat	1,191	19,00	183
Berzelius, 1825.			
Ebenso	1,179	18,82	184

	O = 1	H = 1	Seite
Louyet, 1846, 1849.			
Fluorcalcium zu Calciumsulfat. (Material verschiedener Herkunft, drei Reihen Versuche)	1,200	19,15	184
	1,188	18,97	184
	1,191	19,01	185
Derselbe, 1849.			
Fluornatrium zu Natriumsulfat	1,196	19,09	183
Fluorbaryum zu Baryumsulfat	1,189	18,98	177
Fluorblei zu Bleisulfat	1,196	19,09	186
Dumas, 1859.			
Fluornatrium zu Natriumsulfat	1,192	19,03	183
Fluorkalium zu Kaliumsulfat	1,188	18,96	183
Fluorcalcium zu Calciumsulfat	1,186	18,93	185
De Luca, 1860.			
Fluorcalcium zu Calciumsulfat	1,184	18,89	185
Gallium, Ga.			
Lecoq de Boisbaudran, 1878.			
Durch Oxydiren des Metalles	4,356	69,52	24
Durch Glühen des Galliumammoniumalaunes	4,380	69,91	194
Gold, Au.			
Berzelius, 1826.			
Goldchlorid wurde durch Quecksilber gefällt	12,327	196,74	191
J. Javal, 1821.			
Durch Glühen des Oxydes	(12,59)	(201,0)	20
Berzelius, 1844.			
Durch Reduction des Kaliumgoldchlorides im Wasserstoffstrome	12,293	196,20	110
Levol, 1850.			
Goldchlorid zu Baryumsulfat	12,272	195,86	178
Indium, In.			
Reich und *Richter, 1864.*			
Durch Ueberführen des Metalles in Oxyd mittelst Glühens des Nitrates	6,94	110,8	24
Durch Bestimmung von Schwefel und Indium im Schwefelindium	6,993	111,61	178
Cl. Winkler, 1864.			
Das Metall wurde durch Glühen des Nitrates in Oxyd übergeführt	6,735	107,49	24
Derselbe, 1867.			
Ebenso; in einem Versuche wurde das Oxyd durch Ammoniak gefällt	7,101	113,3	25
Natriumgoldchlorid wurde durch metallisches Indium zersetzt	7,109	113,46	117
R. Bunsen, 1870.			
Metall zu Oxyd	7,115	113,56	25

Iridium, Ir.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1828.			
Durch Glühen von Kaliumiridiumchlorid im Wasserstoffe	12,377	197,5	113
K. Seubert, 1878.			
Durch Analyse des Kaliumiridiumchlorides:			
1) aus dem Chlorkalium- und dem Iridiumgehalte	12,064	192,54	113
2) aus dem Iridiumgehalte des Salzes	12,064	192,54	113
3) aus dem Iridiumgehalt und dem Gewichtsverluste (Cl_4)	12,068	192,60	114
Durch Glühen des Ammoniumiridiumchlorides	12,086	192,90	114
Jod, J.			
Millon, 1843.			
Durch Glühen des Kaliumjodates	7,938	126,697	46
Durch Glühen des Silberjodates	7,853	125,33	47
Marignac, 1843.			
Silber zu Jodsilber	7,9284	126,537	58
Jodkalium zu Silber	7,9291	126,55	72
Dumas, 1859.			
Jodsilber wurde in Chlorsilber übergeführt	7,931	126,59	64
Stas, 1865.			
Durch Erhitzen des Silberjodates und durch Reduction desselben mittelst schwefliger Säure	7,9286	126,541	48
Silber zu Jodsilber	7,9282	126,535	58
Silber zu Jod	7,9286	126,540	59
Durch vollständige Synthese des Jodsilbers:			
1) Silber zu Jod	7,9286	126,541	59
2) Silber zu Jodsilber	7,9284	126,538	59
Kadmium, Cd.			
Stromeyer, 1818.			
Aus dem Kadmiumoxyde	6,968	111,2	21
v. Hauer, 1857.			
Durch Reduction des Sulfates zu Sulfid	6,996	111,65	49
Dumas, 1859.			
Chlorkadmium zu Silber	7,019	112,03	82
E. Lenssen, 1860.			
Durch Analyse des Oxalates	7,003	111,76	125
O. W. Huntington, 1881.			
Durch Analyse des Bromides:			
1) Kadmiumbromid zu Silberbromid	7,015	111,96	202
2) Kadmiumbromid zu Silber	7,015	111,95	202

Kalium, K.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1843.			
Durch Erhitzen des Kaliumchlorates	2,4475	39,063	42
Chlorkalium zu Chlorsilber	2,4438	39,004	68
Penny, 1839.			
Durch Erhitzen des Chlorates	2,4411	38,961	43
Marignac, 1842.			
Durch Glühen des Chlorates	2,4450	39,023	43
Durch Glühen des Perchlorates	2,4446	39,0165	43
Durch Erhitzen des Bromates	2,447	39,05	46
Derselbe, 1843.			
Chlorkalium zu Silber	2,4454	39,028	69
Bromkalium zu Silber	2,4461	39,039	71
Jodkalium zu Silber	2,4463	39,044	72
Chlorkalium zu Chlorsilber	2,4450	39,022	69
Chlorkalium zu Silbernitrat	2,4455	39,031	69
Pelouze, 1843.			
Durch Erhitzen des Chlorates	2,4462	39,042	44
Chlorkalium zu Chlorsilber	2,4466	39,048	69
M. E. Millon, 1843.			
Durch Erhitzen des Jodates	2,4556	39,19	46
Faget, 1846.			
Durch Erhitzen des Chlorates	2,446	39,04	44
Maumené, 1846.			
Durch Erhitzen des Chlorates	2,435	38,870	44
Chlorkalium zu Chlorsilber	2,4331	38,832	69
Stas, 1857, 1860.			
Durch Glühen des Chlorates	2,4457	39,034	45
Das Chlorat wurde durch Salzsäure zersetzt .	2,4465	39,047	45
Chlorkalium zu Silber	2,4455	39,030	70
Chlorkalium zu Silbernitrat	2,4453	39,028	71
Derselbe, 1865.			
Bromkalium zu Silber	2,4453	39,028	72
Bromkalium zu Bromsilber	2,4456	39,031	72
Chlorkalium wurde in Kaliumnitrat übergeführt	2,4473	39,058	134
Kobalt, Co.			
Rothoff, 1826.			
Kobaltchlorür zu Chlorsilber	3,684	58,80	108
Dumas, 1859.			
Kobaltchlorür zu Silber	3,694	58,95	108
Schneider, 1859.			
Durch Analyse des Oxalates	3,751	59,87	132
W. J. Russell, 1863.			
Durch Reduction des Oxydules mittelst Wasserstoffes	3,671	58,59	40

E. v. Sommaruga, 1867.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Reduction des Kobaltipentaminchlorides mittelst Wasserstoffes	3,749	59,83	198
Cl. Winkler, 1867.			
Durch Umsetzung von metallischem Kobalt mit Goldlösung	3,703	59,10	118
Weselsky, 1869.			
Ebenso	3,692	58,92	118
Durch Reduction des Ammoniumkobaltcyanides	3,697	59,00	198
Durch Reduction des Phenylammoniumkobaltcyanides	3,691	58,91	199
Richard H. Lee, 1871.			
Durch Reduction des Purpureokobaltchlorides	3,695	58,98	199
Durch Glühen des Strychninkobaltcyanides	3,70	59,00	199
Durch Glühen des Brucinkobaltcyanides	3,700	59,05	199
Kohlenstoff, C.			
Dumas und *Stas, 1841.*			
Durch Verbrennen			
a) von Diamanten in Sauerstoff	0,7502	11,97	25
b) von Graphit	0,7496	11,96	25
Erdmann und *Marchand, 1841.*			
Durch Verbrennen			
a) von Diamant	0,7502	11,97	25
b) von Graphit	0,7508	11,98	26
Marignac, 1846.			
Durch Glühen von Silberacetat	0,7491	11,955	63
Maumené, 1846.			
Aus dem Silberacetate	0,7478	11,935	86
Aus dem Silberoxalate	0,7468	11,92	86
H. E. Roscoe, 1882.			
Kapdiamanten wurden im Sauerstoffe verbrannt	0,75018	11,973	26
Kupfer, Cu.			
Berzelius, 1826.			
Durch Reduction des Oxydes mittelst Wasserstoffes	3,9562	63,140	19
Erdmann und *Marchand, 1844.*			
Ebenso	3,9661	63,30	19
Millon und *Comaille, 1865.*			
Ebenso			
1) Verhältniss von Oxyd zu Metall	3,9452	62,965	19
2) Durch Wägen des entstandenen Wassers:			
a) aus dem Kupfer	3,9450	62,963	137
b) aus dem Oxyde	3,9449	62,960	137

W. Hampe, 1874.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Reduction des Oxydes	3,9588	63,183	20
Durch Elektrolyse von Kupfervitriol	3,9568	63,150	163

Lanthan, La.

Rammelsberg, 1842.			
Sulfat zu Baryumsulfat	8,330	132,95	169
Marignac, 1848.			
Das Sulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt (mit Correction)	8,8296	140,92	170
M. Holzmann, 1858.			
Erde zu Baryumsulfat	8,705	138,9	170
Aus dem Lanthanjodate	8,682	138,57	193
Czudnowicz, 1860.			
Erde zu Baryumsulfat	8,650	138,1	170
R. Hermann, 1860.			
Durch Chlorbestimmung im Chlorlanthane . .	8,700	138,85	84
Durch Glühen des Carbonates	8,708	138,98	125
Durch Bestimmung des Oxydes im Sulfate . .	8,719	139,1	153
Aus dem Wassergehalte des Carbonates . . .	8,480	135,3	140
H. Zschiesche, 1868.			
Durch Entwässern des krystallisirten Sulfates .	8,303	132,5	140
Durch Glühen des Sulfates:			
1) aus dem krystallisirten Salze	8,500	135,7	153
2) aus dem wasserfreien Salze	8,456	135,0	153
C. Erk, 1870.			
Aus dem Sulfate:			
1) aus dem Oxydgehalte	8,469	135,16	153
2) Sulfat zu Baryumsulfat	8,472	135,21	170
3) Oxyd zu Baryumsulfat	8,468	135,14	170
Marignac, 1875.			
Durch Glühen des Sulfates	8,616	137,51	154
Durch Glühen des aus dem Sulfate erhaltenen Oxalates	8,600	137,2	154
P. T. Cleve, 1874.			
Lanthanoxyd wurde in das Sulfat übergeführt .	8,719	139,15	154
B. Brauner, 1882.			
Aus dem Sulfate durch Ueberführen in das Oxyd	8,680	138,53	154

Lithium, Li.

Arfvedson, 1817.			
Lithiumchlorid zu Chlorsilber	0,633	10,10	66
Berzelius, 1829.			
Aus dem Sauerstoffgehalte des Oxydes . . .	0,4066	6,490	18

R. Hermann, 1829.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Messung des Kohlendioxydes im Carbonate (Mittel)	0,3795	6,057	119
Das Sulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt	0,3790	6,049	165
Berzelius, 1829.			
Lithiumsulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt	0,4145	6,615	165
R. Hagen, 1859.			
Lithiumsulfat zu Baryumsulfat:			
1) wasserhaltiges Salz	0,450	7,18	166
2) wasserfreies Salz	0,411	6,57	166
Mallet, 1857.			
Chlorlithium zu Silber	0,4334	6,917	66
Chlorlithium zu Chlorsilber	0,4343	6,931	66
Troost, 1857.			
Lithiumchlorid zu Chlorsilber	0,4354	6,949	67
Durch Zersetzung des Carbonates	0,4380	6,991	119
Das Carbonat wurde in Sulfat übergeführt	0,4452	7,105	179
Diehl, 1861.			
Das Carbonat wurde durch Säuren zersetzt	0,4392	7,010	120
Das Sulfat wurde durch $BaCl_2$ gefällt	0,4366	6,968	166
Stas, 1865.			
Lithiumchlorid zu Silber	0,4391	7,009	67
Lithiumchlorid wurde in das Nitrat übergeführt	0,4394	7,013	133
Magnesium, Mg.			
Gay-Lussac, 1819.			
Das Sulfat wurde durch $BaCl_2$ gefällt (Mittel)	1,512	24,14	167
Durch Glühen des Sulfates	1,434	22,89	149
Derselbe, 1820.			
Durch Entwässern des Sulfates	1,4353	22,91	137
Berzelius, 1826.			
Das Oxyd wurde in Sulfat übergeführt	1,58	25,2	149
Scheerer, 1846.			
Das Sulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt	1,525	24,34	168
Svanberg und *Nordenfeldt, 1847.*			
Durch Analyse des Oxalates	1,5436	24,64	120
Das Oxyd wurde in Sulfat übergeführt	1,544	24,64	150
Marchand und *Scheerer, 1850.*			
Durch Glühen von Magnesit	1,500	23,94	120
Jacquelain, 1850.			
Durch Ueberführen des Sulfates in Oxyd und umgekehrt	1,528	24,38	150
Magnesiumsulfat zu Baryumsulfat	1,517	24,21	168

Bahr, 1852.	O = 1	H = 1	Seite
Magnesiumoxyd (aus Meteorsteinen) wurde in Sulfat übergeführt	1,550	24,74	150
Dumas, 1859.			
Chlormagnesium zu Silber	1,540	24,58	76
Mangan, Mn.			
Turner, 1818.			
Manganchlorür wurde durch Silber gefällt . .	3,434	54,81	106
Aus dem Carbonate	3,5035	55,92	132
Das Oxydul wurde in Sulfat übergeführt . . .	3,497	55,82	162
Berzelius, 1828.			
Das Metall wurde durch Lösen in Salpetersäure und Glühen in Oxyd übergeführt	3,541	56,51	38
Derselbe, 1830.			
Ebenso	3,445	54,98	106
Arfvedson, 1828.			
Manganchlorür zu Chlorsilber	3,500	55,87	106
v. Hauer, 1857.			
Manganoxydul wurde durch Glühen an der Luft zu Mn_3O_4 oxydirt	3,439	54,89	38
Das Sulfat wurde zu Sulfid reducirt	3,432	54,78	49
Dumas, 1859.			
Manganchlorür zu Silber	3,437	54,85	107
Rawack, 1859.			
Reduction von Manganoxyduloxyd im Wasserstoffstrome und Wägen des Wassers . . .	3,376	53,89	142
Schneider, 1860.			
Durch Analyse des oxalsauren Manganoxydules	3,376	53,89	132
Molybdän, Mo.			
Berzelius, 1818.			
Bleimolybdat zu Bleinitrat	5,965	95,21	136
H. Rose, 1857.			
Molybdänoxychlorid zu Chlorsilber	6,231	99,4	101
Schwefelmolybdän zu Chlorsilber	5,83	93,0	101
L. Svanberg und *H. Struve, 1848.*			
Durch Reduction der Säure:			
Vers. I:	5,5648	88,8	31
Vers. II:	5,671	90,5	31
Molybdänoxychlorid zu Chlorsilber	6,367	101,6	101
Molybdänsäure zu Kohlendioxyd	5,743	91,66	129
Durch Rösten von natürlichem Molybdänglanz .	5,937	94,7	147
Durch Rösten von Schwefelmolybdän	5,820	92,9	146
Durch Glühen von Molybdänsäure in H_2S . .	5,717	91,2	147

Berlin, 1850.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Abdampfen des Ammoniummolybdates mit Salpetersäure	5,763	91,98	197
Dumas, 1859.			
Durch Reduction der Säure mittelst Wasserstoffes	5,993	95,65	32
Debray, 1868.			
Ebenso	5,97	95,3	32
Durch Synthese des Silbermolybdates	6,001	95,78	101
P. Liechti und *B. Kempe, 1875.*			
Durch Analyse des Molybdändichlorides:			
1) Dichlorid zu Chlorsilber	6,030	96,23	102
2) Schwefelmolybdän zu AgCl	5,998	95,73	102
Durch Analyse des Molybdäntetrachlorides:			
1) Tetrachlorid zu Chlorsilber	5,990	95,60	102
2) Schwefelmolybdän zu AgCl	6,01	95,98	102
3) Tetrachlorid zu Schwefelmolybdän . .	6,022	96,11	147
Durch Analyse des Molybdänpentachlorides:			
1) Pentachlorid zu Chlorsilber	6,017	96,04	103
2) Schwefelmolybdän zu AgCl	6,011	95,93	103
3) Pentachlorid zu Schwefelmolybdän . .	6,002	95,79	147
C. Rammelsberg, 1877.			
Durch Reduction der Molybdänsäure im Wasserstoffstrome.	6,026	96,18	32
Mosandrium, Ms.			
J. L. Smith, 1878.	8,741	139,5	200
Natrium, Na.			
Berzelius, 1826.?			
Chlornatrium zu Chlorsilber	1,448	23,11	67
Penny, 1859.			
Durch Erhitzen von Natriumchlorat	1,440	22,99	42
Pelouze, 1845.			
Chlornatrium zu Silber	1,436	22,92	68
Dumas, 1859.			
Ebenso	1,439	22,96	68
Stas, 1860.			
Ebenso	1,4408	22,995	68
Derselbe, 1865.			
Chlornatrium wurde in das Nitrat übergeführt	1,4408	22,995	134
Nickel, Ni.			
Rothoff, 1826.			
Nickeloxydul zu Chlorsilber	3,691	58,91	108

O. L. Erdmann und *Marchand, 1845.*	O = 1	H = 1	Seite
Durch Reduction des Oxydules im Wasserstoffstrome	3,666	58,51	41
Schneider, 1859.			
Durch Analyse zu Oxalates	3,629	57,92	133
Dumas, 1859.			
Nickelchlorür zu Silber	3,690	58,89	108
W. J. Russell, 1862.			
Durch Reduction des Oxydules durch H_2 . . .	3,671	58,59	41
Sommaruga, 1867.			
Kaliumnickelsulfat wurde durch Chlorbaryum gefällt	3,656	58,35	174
Clemens Winkler, 1867.			
Durch Umsetzung von metallischem Nickel mit Goldlösung	3,705	59,13	118
Richard H. Lee, 1871.			
Durch Glühen des Strychninnickelcyanides . .	3,633	58,00	200
Durch Glühen des Brucinnickelcyanides . . .	3,626	57,9	200
Niobium, Nb.			
Blomstrand, 1864.			
Aus dem Chlorgehalte des Niobiumpentachlorides	6,057	96,67	91
Niobiumsäure zu Niobiumpentachlorid . . .	6,025	96,16	92
Aus der Analyse des Natriumniobates . . .	5,96	95,0	92
Marignac, 1865.			
Durch Analyse des Kaliumniobiumoxyfluorides .	5,859	93,50	181
Durch Analyse des gelben Niobiumchlorides:			
1) aus dem Chlorgehalte	5,899	94,15	92
2) aus dem Chlorgehalte und der Niobsäure	5,881	93,87	92
Norwegium, Ng.			
Tellef Dahll, 1879	9,145	145,95	201
Osmium, Os.			
Berzelius, 1828.			
Osmium wurde im Sauerstoffe verbrannt . . .	12,22	195,0	41
Derselbe, 1828.			
Durch Analyse des Kaliumosmiumchlorides:			
1) aus dem Metallgehalte des Salzes . . .	12,45	198,70	112
2) Osmium zu Chlorkalium	12,44	198,5	112
Edm. Frémy, 1844.			
Durch Verbrennen von Osmium im Sauerstoff und Wägen der Säure	12,48	199,2	41

Palladium, Pd.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1828.			
Palladium zu Chlorkalium	6,656	106,2	112
Philippium, Pp.			
Siehe S. 201.			
Phosphor, P.			
Berzelius, 1816.			
Silberlösung wurde durch Phosphor gefällt . .	1,9576	31,24	95
Goldlösung wurde durch Phosphor gefällt . .	1,948	31,10	117
Pelouze, 1845.			
Phosphorchlorür zu Silber	2,002	31,95	95
Schrötter, 1851.			
Phosphor wurde durch Sauerstoff oxydirt . .	1,9597	30,96	29
Dumas, 1859.			
Phosphorchlorür zu Silber	1,944	31,03	95
Platin, Pt.			
Berzelius, 1815.			
Durch Glühen des Chlorüres	12,166	194,18	189
Derselbe, 1826.			
Durch Analyse des Kaliumplatinchlorides:			
1) aus dem Platingehalte	12,34	196,98	114
2) Platin zu Chlorkalium	12,32	196,7	114
Andrews, 1852.			
Ebenso; Platin zu Chlor	12,398	197,9	115
K. Seubert, 1880.			
Ebenso:			
1) aus dem Platingehalte	12,180	194,39	115
2) Platin zu Chlorkalium	12,186	194,49	115
3) Platin zu Chlor (Cl_4)	12,178	194,35	109
Durch Analyse des Ammoniumplatinchlorides:			
1) aus dem Platingehalte	12,195	194,64	115
2) Platin zu Chlor (Cl_6)	12,222	195,06	110
Quecksilber, Hg.			
Sefström, 1812.			
Durch Analyse des Oxydes	12,658	202,03	21
Berzelius, 1826.			
Goldchlorid wurde durch Quecksilber gefällt .	12,485	199,26	117
Turner, 1855.			
Durch Analyse des Oxydes	12,52	199,89	22
Durch Chlorbestimmung im Quecksilberchlorüre	12,537	200,09	187
Durch Chlorbestimmung im Quecksilberchloride .	12,572	200,65	186

	O = 1	H = 1	Seite
Erdmann und *Marchand, 1844.*			
Durch Analyse des Oxydes	12,506	199,60	22
Schwefelquecksilber zu Quecksilber	12,533	200,03	143
L. Svanberg, 1845.			
Das Chlorid wurde zu Metall reducirt	12,480	199,18	187
Millon, 1846.			
Ebenso	12,51	199,7	187
Rhodium, Rh.			
Berzelius, 1828.			
Durch Analyse des Kaliumrhodiumchlorides:			
1) aus dem Metallgehalte des Salzes . . .	6,520	104,06	112
2) Rhodium zu Chlorkalium	6,521	104,08	112
Rubidium, Rb.			
Bunsen, 1861.			
Chlorrubidium zu Chlorsilber	5,337	85,18	73
Piccard, 1862.			
Ebenso	5,338	85,20	73
R. Godeffroy, 1875.			
Ebenso	5,342	85,25	73
Ruthenium, Ru.			
Claus, 1845.			
Durch Bestimmung des Metallgehaltes im Kaliumrutheniumchloride	6,444	102,8	111
Ruthenium zu Chlorkalium	6,489	103,56	111
Sauerstoff, O.			
Gay-Lussac u. *Alex. v. Humboldt, 1805.*			
Durch Verpuffen von Sauerstoff und Wasserstoff	1	15,96	17
Berzelius und *Dulong, 1819.*			
Durch Reduction von Kupferoxyd mittelst Wasserstoffes	1	16,00	17
Erdmann und *Marchand, 1842.*			
Ebenso	1	15,96	18
Dumas, 1842.			
Ebenso	1	15,96	18
Samarium, Sa (Y_β?).			
Marignac, 1880.	7,243	115,6(?)	202
Scandium, Sc.			
L. F. Nilson, 1880.			
Scandinerde wurde in Sulfat übergeführt . . .	2,755	43,97	151

Schwefel, S.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius 1845.			
Schwefelsilber wurde in Chlorsilber übergeführt	2,039	32,53	64
Svanberg und *Struve, 1848.*			
Ebenso	2,007	32,03	64
H. Struve, 1851.			
Durch Reduction des Silbersulfates mittelst Wasserstoffes	1,997	31,87	60
Dumas, 1859.			
Durch Synthese des Schwefelsilbers	2,0003	31,924	60
Stas, 1860.			
Durch Synthese des Schwefelsilbers	2,0037	31,979	60
Mittelst Reduction des Silbersulfates durch Wasserstoff	2,0037	31,980	61
Selen, Se.			
Berzelius, 1818.			
Selensilber wurde in Chlorsilber übergeführt .	4,862	77,59	65
Selen zu Chlorsilber	4,960	79,15	105
Selentetrachlorid zu Chlorsilber	4,977	79,43	105
Selen zu Selentetrachlorid	4,952	79,03	189
Mitscherlich und *Nitzsch, 1827.*			
Kaliumselenat zu Chlorkalium	5,127	81,82	111
Kaliumselenat zu Baryumselenat	5,30	84,6	111
Sacc, 1847.			
Durch Oxydation mittelst Salpetersäure . . .	4,896	78,13	36
Durch Reduction des Selendioxydes mittelst schwefliger Säure	4,927	78,63	36
Baryumselenit zu Baryumsulfat	4,905	78,29	177
Erdmann und *Marchand, 1849.*			
Durch Analyse des Selenquecksilbers	4,934	78,74	192
Dumas, 1859.			
Selen wurde in Chlorselen übergeführt . . .	4,963	79,21	189
O. Pettersson und *G. Ekman, 1876.*			
Durch Reduction des Selendioxydes mittelst schwefliger Säure	4,9419	78,873	36
Silberselenit wurde durch Glühen zu Silber reducirt	4,938	78,80	61
Silber, Ag.			
Berzelius, 1826.			
Silber zu Chlorsilber	6,766	107,98	53

	O = 1	H = 1	Seite
Turner, 1829.			
Silber zu Chlorsilber	6,7445	107,64	53
Marignac, 1842.			
Silber zu Chlorsilber	6,768	108,02	54
Derselbe, 1843.			
Durch Glühen des Silberchlorates	6,7447	107,65	47
Silber wurde als Chlorsilber ausgefällt . . .	6,7440	107,63	54
Silberlösung wurde durch KBr und durch $BaBr_2$ gefällt	6,746	107,666	57
Silberlösung wurde durch KJ gefällt	6,7456	107,660	58
Millon, 1843.			
Durch Erhitzen des Silberjodates	6,670	106,46	47
Maumené, 1846.			
Durch Reduction von Chlorsilber	6,7685	108,02	54
Dumas, 1859.			
Durch Verbrennen von Silber im Chlorstrome .	6,740	107,575	55
Stas, 1860.			
Durch Verbrennen von Silber in Chlor . . .	6,7468	107,679	55
Durch Fällen von Silberlösung durch gasförmigen Chlorwasserstoff	6,7460	107,666	55
Durch Fällen von Silber durch wässerige Chlorwasserstoffsäure	6,7458	107,663	55
Durch Fällen von Silber mittelst Chlorammoniums	6,7470	107,683	55
Derselbe, 1865.			
Durch Reduction des Silberchlorates mittelst schwefliger Säure	6,7463	107,6745	47
Durch Reduction des Bromates in gleicher Weise	6,7448	107,647	47
Durch Reduction des Jodates mittelst schwefliger Säure und durch Erhitzen	6,7458	107,670	48
Jodsilber zu Sauerstoff	6,7465	107,675	48
Synthese des Bromsilbers durch Differenz . .	6,7454	107,657	57
Durch vollständige Synthese des Bromsilbers:			
1) Brom zu Silber	6,7449	107,648	57
2) Silber zu Bromsilber	6,7456	107,660	57
Mittelst Synthese des Jodsilbers durch Differenz:			
1) Silber zu Jodsilber	6,7457	107,662	59
2) Silber zu Jod	6,7454	107,657	59
Durch vollständige Synthese des Jodsilbers:			
1) Silber zu Jod	6,7454	107,656	59
2) Silber zu Jodsilber	6,7455	107,659	59

Silicium, Si.

Berzelius, 1824.			
Silicium zu Kieselsäure	1,85	29,5	26
Derselbe, 1826.			
Baryumfluosilicat zu Baryumsulfat	1,688	26,94	176

	O = 1	H = 1	Seite
Pelouze, 1845.			
Siliciumchlorid zu Silber	1,78	28,41	86
Dumas, 1859.			
Ebenso	1,754	27,99	86
J. Schiel, 1861.			
Chlorsilicium zu Chlorsilber	1,754	27,99	87
Stickstoff, N.			
L. Gmelin, ?			
Silbernitrat zu Silber	0,8804	14,05	61
Marignac, 1845.			
Silber zu Silbernitrat	0,8757	13,976	61
Chlorammonium zu Silber	0,8764	13,987	94
Pelouze, 1845.			
Chlorammonium zu Silber	0,8764	13,987	94
Stas, 1860.			
Chlorammonium zu Silbernitrat	0,8790	14,028	95
Derselbe, 1860 und *1865.*			
Nicht geschmolzenes Silbernitrat zu Silber:			
Versuche von 1860	0,8776	14,006	62
» » 1865	0,8785	14,020	62
Geschmolzenes Silbernitrat zu Silber:			
Versuche von 1860	0,8767	13,992	62
» » 1865	0,8776	14,007	62
Chlorammonium zu Silber	0,8792	14,031	94
Strontium, Sr.			
Stromeyer, 1816.			
Durch Messen des Kohlendioxydes im Carbonate	5,514	88,00	123
Rose, 1816?			
Chlorstrontium zu Chlorsilber	5,457	87,09	78
Salvétat, 1845.			
Aus dem Carbonate	5,50	87,78	124
Pelouze, 1845.			
Chlorstrontium zu Silber	5,481	87,48	78
Marignac, 1858.			
Chlorstrontium zu Silber:			
1) wasserhaltiges Salz	5,4700	87,30	78
2) wasserfreies Salz	5,4677	87,26	78
Durch Entwässern des krystallisirten Chlorstrontiums:			
Reihe II	5,464	87,20	137
Reihe III	5,455	87,07	138
Krystallisirtes Chlorstrontium zu Strontiumsulfat	5,448	86,95	180
Ebenso wasserfreies Chlorstrontium	5,472	87,33	180

Dumas, 1859.	O = 1	H = 1	Seite
Chlorstrontium zu Silber	5,471	87,31	79

Tantal, Ta.

H. Rose, 1856.			
Durch Analyse des Chlorides	10,39	165,8	92
Marignac, 1865.			
Durch Analyse des Kaliumtantalfluorides:			
1) Salz zu Kaliumsulfat	11,33	180,9	182
2) Tantalsäure zu Kaliumsulfat	11,43	182,4	182
3) Tantalsäure zum Salze	11,514	183,75	190
Durch Analyse des Ammoniumtantalfluorides .	11,49	183,4	191

Tellur, Te.

Berzelius, 1818.			
Durch Oxydation von Tellur mittelst Salpetersäure	8,048	128,45	36
Derselbe, 1832.			
Ebenso	8,0176	127,961	37
v. Hauer, 1857.			
Kaliumtellurbromid zu Bromsilber	7,988	127,5	105
W. L. Wills, 1879.			
Durch Oxydation von Tellur mittelst Salpetersäure	8,004	127,74	37
Durch Oxydation mittelst Königswassers . . .	8,013	127,89	38
Durch Analyse des Kaliumtellurbromides . . .	7,938	126,7	106

Terbium, Tb.

M. Delafontaine 1865	7,11	113 (?)	201

Thallium, Tl.

Lamy, 1862.			
Chlorthallium wurde durch Silberlösung gefällt	12,717	202,96	85
Bei 150° getrocknetes Salz, ebenso	12,789	204,12	85
Sulfat zu Baryumsulfat	12,810	204,45	173
H. Werther, 1864.			
Jodthallium zu Jodsilber	12,708	202,83	85
M. Hebberling, 1865.			
Chlorthallium zu Chlorsilber	12,71	202,9	85
Thalliumsulfat zu Baryumsulfat	12,799	204,28	173
W. Crookes, 1872.			
Thalliummetall wurde in Nitrat übergeführt .	12,760	203,65	135

Thorium, Th.	O = 1	H = 1	Seite
Berzelius, 1829.			
Durch Analyse des Sulfates	14,83	236,8	173
Durch Analyse des Thorerdekaliumsulfates:			
1) Thorerde zu SO_3	15,000	239,39	159
2) Thorerde zu Kaliumsulfat	14,81	236,4	181
Chydenius, 1861.			
Durch Analyse des Acetates:			
1) Thorerde zu Kohlenstoff	14,951	238,6	127
2) aus dem Thorerdegehalte des Salzes	14,830	236,7	127
Durch Analyse des Oxalates:			
durch Bestimmung der Thorerde im Salze	14,457	230,7	127
Durch Analyse des Formiates:			
1) Thorerde zu Kohlenstoff	15,356	245,1	127
2) aus dem Gehalt an Thorerde	15,109	241,1	127
3) durch Bestimmung des Kohlenstoffes im Salze	15,281	243,9	128
Thorerdesulfat zu Schwefelsäure	14,99	239,2	174
Durch Bestimmung der Thorerde im Thorerdekaliumsulfate	15,10	241,0	181
M. Delafontaine, 1865.			
Durch Analyse wasserhaltiger Sulfate.			
I. Sulfat mit $\frac{9}{2}H_2O$:			
1) wasserhaltiges Salz zur Erde	14,66	234,0	160
2) wasserfreies Salz zur Erde	14,48	231,1	160
3) wasserhaltiges Salz zu SO_3	14,20	226,7	160
4) wasserhaltiges Salz zur Erde (neue Reihe von Versuchen)	14,84	236,9	160
5) aus dem Wassergehalte	15,371	245,3	141
II. Sulfat mit $9\,H_2O$:			
1) wasserhaltiges Salz zur Erde	14,55	232,2	161
2) Thorerde zu SO_3	13,97	222,9	161
3) wasserhaltiges Salz zur Erde (weiterer Versuch)	14,53	231,9	161
4) Wassergehalt des Salzes	15,379	245,4	141
Hermann, 1864.			
Durch Bestimmung von Thorerde im Sulfate	14,478	231,1	161
P. T. Cleve, 1874.			
Durch Analyse des Oxalates	14,66	234,0	128
Durch Glühen des wasserfreien Sulfates	14,65	233,8	161
L. F. Nilson, 1882.			
Durch Analyse des krystallisirten Thoriumsulfates:			
1) aus dem Wassergehalte	14,561	232,40	203
2) aus dem Thorerdegehalte des Salzes	14,534	231,96	204
3) aus dem Thorerdegehalte und dem Glühverluste ($2SO_3$) des entwässerten Salzes	14,507	231,53	204
Durch Analyse eines entwässerten Sulfates:			
aus dem Thorerdegehalte	14,536	231,99	204

	O = 1	H = 1	Seite
Thulium, Tm.			
P. T. Cleve, 1880	10,7	171	202
Titan, Ti.			
H. Rose, 1825.			
Schwefeltitan wurde in Titansäure übergeführt	3,84	61,3	145
Derselbe, 1829.			
Durch Analyse des Titanchlorides:			
Titanchlorid zu Chlorsilber	3,016	48,13	87
Titansäure zu Chlorsilber	3,106	49,58	87
J. Pierre, 1847.			
Titanchlorid zu Silber	3,149	50,25	88
Uran, U.			
Péligot, 1842.			
Durch Analyse des grünen Chlorürés:			
1) Chlorür zu Chlorsilber	14,831	236,7	104
2) Oxyd zu Chlorsilber	14,898	237,77	104
3) Chlorür zu Oxyd	15,10	241,0	188
Ebelmen, 1842.			
Durch Analyse des oxalsauren Uranyles:			
1) Salz mit 1 H_2O	14,860	237,17	130
2) Salz mit 3 H_2O	14,825	236,6	130
Rammelsberg, 1842.			
Durch Analyse des grünen Chlorüres:			
1) Chlorür zu Chlorsilber	15,73	251,1	104
2) Oxydoxydul zu Chlorsilber	15,71	250,7	104
Wertheim, 1845.			
Aus dem Acetate	14,692	234,5	131
Aus dem Uranoxydnatriumacetate	14,631	233,5	131
Péligot, 1846.			
Durch Analyse des Oxalates	15,028	239,85	131
Durch Analyse des Acetates	15,018	239,7	131
Vanadin, V.			
Berzelius, 1831.			
Vanadinpentoxyd wurde durch Wasserstoff reducirt	3,29	52,5	28
Vanadinsesquioxyd wurde zu Pentoxyd oxydirt	3,28	52,4	28
»Vanadinoxyd« wurde im Wasserstoffe geglüht .	3,866	61,74	28
Vanadinoxychlorid wurde analysirt:			
1) Oxychlorid zu Chlorsilber	3,225	51,48	90
2) Pentoxyd zu Chlorsilber	3,280	52,35	90
Durch Analyse des Sulfates:			
1) Salz zu Baryumsulfat	3,12	49,8	174
2) Pentoxyd zu Baryumsulfat	3,11	49,6	174
3) Salz zu Pentoxyd	3,09	49,3	174

H. E. Roscoe, 1867.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Reduction und Wiederoxydation des Pentoxydes	3,210	51,233	29
Analyse des Vanadyltrichlorides:			
1) zu Silber	3,197	51,03	90
2) zu Chlorsilber	3,200	51,08	90
3) zu Vanadinpentoxyd	3,207	51,19	90
Wasserstoff, H.			
Gay-Lussac und *Alex. v. Humboldt, 1805.*			
Durch Bestimmung der Volumverhältnisse, in denen sich Wasserstoff und Sauerstoff verbinden	0,06264	1	17
Berzelius und *Dulong, 1819.*			
Durch Reduction von Kupferoxyd mittelst Wasserstoffes	0,06250	1	17
Dumas, 1842.			
Ebenso	0,06265	1	18
Erdmann und *Marchand, 1842.*			
Ebenso	0,06265	1	18
Wismuth, Bi.			
Lagerhjelm, 1814.			
Wismuth wurde durch HNO_3 oxydirt	13,18	210,3	30
Wismuth wurde in Schwefelwismuth übergeführt	13,447	214,6	145
Wismuth wurde in Sulfat übergeführt	13,274	211,86	164
E. R. Schneider, 1851.			
Durch Oxydation des Metalles	13,00	207,5	31
Dumas, 1859.			
Wismuthchlorid zu Silber	13,130	209,56	99
Wolfram, W.			
Berzelius, 1825.			
Durch Reduction der Säure mittelst Wasserstoffes	11,74	187,37	32
Durch Oxydation von Wolfram	11,93	190,40	32
Schneider, 1850.			
Durch Reduction der Säure	11,517	183,8	33
Durch Oxydation des Metalles	11,492	183,4	33
Marchand, 1850.			
Durch Reduction der Säure	11,496	183,48	33
Durch Oxydation des Metalles	11,519	183,8	33
v. Borck, 1851.			
Durch Reduction der Säure	11,477	183,17	33
Durch Oxydation des Metalles	11,530	184,02	34

	O = 1	H = 1	Seite
Alfred Riche, 1856.			
Durch Reduction der Säure	10,89	173,9	34
Dumas, 1859.			
Ebenso	11,500	183,5	34
F. A. Bernoulli, 1860.			
Durch Reduction der Säure im Wasserstoff und und Wägen des Metalles und des Wassers:			
1) Säure zu Metall	11,669	186,2	34
2) Säure zu Wasser	11,676	186,34	141
3) Metall zu Wasser	11,665	186,17	141
Durch Oxydation des Metalles	11,718	187,019	35
Scheibler, 1861.			
Durch Entwässern des Baryummetawolframates	11,496	183,47	142
J. Persoz, 1864.			
Durch Reduction der Säure	11,504	183,60	35
Zettnow, 1867.			
Durch Analyse des wolframsauren Silbers (Mittel)	11,480	183,23	103
Durch Analyse des Ferrowolframates	11,44	182,6	198
H. E. Roscoe, 1872.			
Durch Reduction der Säure	11,4898	183,38	35
Durch Analyse des Hexachlorides:			
1) Chlorid zu Chlorsilber	11,515	183,77	103
2) Chlorid zu Metall	11,495	183,45	188
Ytterbium, Yb.			
C. Marignac, 1878.			
Methode nicht angegeben	10,808	172,5	158
M. Delafontaine, 1878.			
Methode nicht angegeben	11,09	177	158
L. F. Nilson, 1880.			
Die Erde wurde in das Sulfat übergeführt	10,823	172,73	158
Yttrium, Y.			
Berzelius, 1818.			
Sulfat zu Baryumsulfat	6,048	96,52	169
O. Popp, 1864.			
Durch Analyse des Sulfates:			
1) aus dem Gehalt an Erde im Sulfate	6,369	101,7	152
2) Sulfat zu Baryumsulfat	6,412	102,3	169
3) Erde zu Baryumsulfat	6,386	101,9	169
M. Delafontaine, 1865.			
Erde zu Sulfat	6,04	96,3	152
Erde zu Krystallwasser	6,116	97,6	140

J. Bahr und *R. Bunsen, 1866.*	O = 1	H = 1	Seite
Aus dem Gehalt an Yttererde im Sulfate			
Versuch I	5,800	92,56	152
Versuch II	5,780	92,24	152
P. T. Cleve und *O. M. Höglund 1875.*			
Ebenso	5,611	89,55	152
Zink, Zn.			
Gay-Lussac, 1809.			
Durch Oxydation von Zink mittelst Salpetersäure und durch Messen des beim Auflösen in Säuren entwickelten Wasserstoffes	4,097	65,39	20
Berzelius, 1811.			
Durch Oxydation von Zink mittelst HNO_3	4,098	65,41	20
Ebenso (in Gemeinschaft mit *Gay-Lussac*)	4,032	64,36	21
Axel Erdmann, 1845.			
Ebenso	4,065	64,88	21
P. A. Favre, 1844.			
Zinkoxyd zu Kohlendioxyd	4,126	65,85	124
Zink zu Wasser	4,122	65,78	138
Zinn, Sn.			
Gay-Lussac, 1811.			
Zinn wurde durch HNO_3 oxydirt und das Oxyd gewogen	7,353	117,35	26
Berzelius, 1812.			
Ebenso	7,353	117,35	27
G. J. Mulder, 1849.			
Durch Oxydation von Zinn wie vorstehend:			
1) Bankazinn	7,313	116,72	27
2) angeblich reines Zinn	7,257	115,83	27
Vlaanderen, 1858.			
Durch Oxydation von Zinn wie oben	7,4035	118,16	27
Dumas, 1859.			
Ebenso	7,380	117,78	27
Zinnchlorid zu Silber	7,381	117,81	89
Zirkonium, Zr.			
Berzelius, 1825.			
Erde und Schwefelsäure wurden im Sulfate bestimmt	5,591	89,23	159

Hermann, 1844.	O = 1	H = 1	Seite
Durch Analyse des Zirkonchlorides	5,549	88,56	88
Durch Analyse von »halbsalzsaurer Zirkonerde«			
1) aus Ceylon und	5,686	90,76	88
2) vom Ilmengebirge	5,581	89,07	88
Marignac, 1860.			
Durch Analyse des Kaliumzirkonfluorides:			
1) das Salz zu Kaliumsulfat	5,658	90,31	181
2) Zirkonerde zu Kaliumsulfat	5,669	90,47	181
3) Aus dem Zirkonerdegehalte des Salzes .	5,68	90,6	190

Die grosse Zahl der in der vorstehenden Uebersicht enthaltenen Atomgewichtsbestimmungen stellt uns vor die Nothwendigkeit, unter allen für je ein Element gefundenen Zahlen die richtigste, dem wahren Werthe des Atomgewichtes am nächsten kommende auszuwählen. Die Lösung dieser Aufgabe gelingt in einigen Fällen mit völliger Bestimmtheit; in anderen ist sie mindestens schwierig und in vielen bleibt es zur Zeit ganz unmöglich, auch nur mit einiger Sicherheit zu entscheiden, welcher der gefundenen Zahlen der Vorzug gebührt.

Eine auf die Kritik der angewandten Methoden gegründete Bevorzugung des einen oder des anderen Werthes ist misslich, weil sie gar zu leicht der erforderlichen Objectivität ermangelt. Auch das Vertrauen auf die Geschicklichkeit und Erfahrung eines Forschers kann täuschen; denn selbst ein *Berzelius* gerieth inmitten seiner staunenswerthen Arbeiten hin und wieder in die Irre. Einen etwas festeren Anhalt zur Beurtheilung der Genauigkeit verschiedener Versuchsreihen gibt die Vergleichung der Fehlergrenzen, innerhalb welcher die einzelnen Versuche schwanken. Um die Benutzung dieses Hülfsmittels dem Leser zu erleichtern, haben wir überall neben dem mittleren auch die beiden am weitesten abweichenden Werthe, als Minimum und Maximum, angegeben. Eine Vergleichung derselben mit dem Mittel lässt leicht erkennen, welche Zuverlässigkeit dieses im besten Falle beanspruchen darf. Man wird sie höchstens der ersten der nicht übereinstimmenden Ziffern noch zuerkennen, die zweite derselben aber stets als unsicher ansehen müssen. Darum haben wir im Texte des Buches die Endzahlen jeder Berechnung in der Regel nur auf eine oder zwei der abweichenden Stellen angegeben*).

Wenn aber der Mangel an Uebereinstimmung der einzelnen Versuche ein triftiger Grund zum Misstrauen ist, so ist anderseits auch die schönste Gleichförmigkeit der Ergebnisse noch kein Beweis der Zuverlässigkeit; denn auch die längste Reihe vorzüglich übereinstimmender Beobachtungen kann grundfalsch sein, wenn ein constanter Fehler der Methode, eine stets gleichbleibende Verunreinigung des Materiales sich durch die ganze Reihe hindurchzieht. Controlversuche schützen zwar vor gewissen Fehlern, versagen

*) Wo hin und wieder einige Ziffern mehr stehen geblieben sind, wird der aufmerksame Leser durch die Vergleichung mit dem Minimum und Maximum leicht die überflüssigen Stellen erkennen.

jedoch den Dienst, wenn sie demselben Fehler ausgesetzt sind, welcher das Ergebniss des Hauptversuches beeinträchtigt. (Vergl. z. B. *H. Rose*'s Controle, Nr. 82, S. 22 ff.)

Das einzig sichere Kriterium ist die Uebereinstimmung der auf völlig von einander verschiedenen Wegen gefundenen Werthe.

So schwierig demnach der unumstössliche Beweis der Richtigkeit einer Atomgewichtsbestimmung zu liefern ist, so haben wir doch eine allerdings noch beschränkte Reihe von Zahlen, an deren völliger Zuverlässigkeit kaum ein Zweifel möglich ist. Es sind dies die Ergebnisse der mit so unübertroffener Umsicht, peinlicher Sorgfalt und bewundernswerther Geschicklichkeit ausgeführten, in einander greifenden Bestimmungen von *Stas* und *Marignac*, aus denen die Atomgewichte des Silbers und des Jodes bis auf ein Hunderttausendtel ihres Werthes und die von Chlor, Brom, Kalium, Natrium, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel bis auf etwa eine Einheit in der vierten Ziffer zuverlässig bestimmt hervorgingen. Nur für eine geringe Zahl von Atomgewichten wurde eine ähnliche Genauigkeit erreicht. Die meisten sind nur nach einer einzigen Methode bestimmt worden, oder verschiedene Wege führten zu abweichenden Ergebnissen. Gar nicht selten auch erhielt auf demselbem Wege der eine Forscher diesen, der andere jenen Werth, ohne dass sich die Ursache des Unterschiedes mit Sicherheit nachweisen liesse.

Bei dieser Sachlage fällt es ungemein schwer, aus den vorliegenden Beobachtungszahlen diejenigen auszuwählen, welche den wirklichen Atomgewichten am nächsten kommen. Entscheidet man sich aber für eine Zahl, so muss man sich stets bewusst bleiben, welcher Grad von Genauigkeit derselben zukommt. Um einen bequemen Ausdruck für diese zu gewinnen, ist es zweckmässig, die möglichen Fehler in Bruchtheilen der gebräuchlichen Einheit, d. i. des Wasserstoffatomgewichtes, auszudrücken, weil so am besten ersichtlich wird, welche Ungenauigkeit ein unsicher bestimmtes Atomgewicht in eine zu stöchiometrischen Rechnungen dienende Formel einführt, während, wenn man die Fehler nach Procenten des Atomgewichtswerthes selbst darstellt, dieser Einfluss auf die Genauigkeit der stöchiometrischen Rechnungen nicht so unmittelbar ersichtlich ist. Selbstverständlich erscheinen, nach dem erstgenannten Maasse gemessen, die kleinen Atomgewichte mit geringeren Fehlern behaftet als die grossen. Das Atomgewicht des Bores z. B. braucht nur auf 1 % seines Werthes genau zu sein, damit sein Fehler nicht grösser als 0,1 H sei, während das des Silbers bis auf 0,1 %, das des Bleies gar auf 0,05 % verbürgt sein muss, um eine Unsicherheit von mehr als 0,1 H auszuschliessen.

Durchmustert man von diesem Gesichtspunkte aus die Atomgewichte, so ergibt sich zunächst, dass das Verhältniss der beiden Einheiten

O : H

und damit auch das Atomgewicht des Sauerstoffes mindestens bis auf 0,5 % seines Werthes richtig bestimmt ist. Sollte dieses Verhältniss später anders gefunden werden, so würden sich dndurch alle auf H als

Einheit bezogenen Zahlen in ganz gleicher Weise verändern, ihr gegenseitiges Verhältniss also ungeändert bleiben.

Unter den Atomgewichten finden sich einige, deren Fehler kaum ein oder zwei Hunderttheile vom Atomgewichte des Wasserstoffes betragen können, jedenfalls aber kleiner sind als **0,05 H**, nämlich:

Na, K, Ag, C, N, O, S, Cl, Br, J.

Bis auf etwa **0,1 H** verbürgt erscheinen die Werthe:

Li, Rb, Ca, B, Pb, P, V, F, Fe, Pt.

Als bis auf wenigstens **0,5 H** genau dürfen wir eine grössere Zahl betrachten:

Cs, Cu, Be, Sr, Ba, Cd, Hg, Al, Sc, Ga, In, As, Se, Mo, W, Ir, Pt.

Dagegen können möglicher Weise um eine halbe bis ganze Einheit unrichtig sein:

Au, Mg, Zn, Si, Te, Cr, Mn, Co, Ni, Ru, Rh, Pd.

Um mehre Einheiten (z. Th. bis nahezu zwanzig) fehlerhaft könnten sich, abgesehen von einigen noch ganz zweifelhaften Erdmetallen, die folgenden erweisen:

Ce, La, Di, Y, Yb, E, Tl, Ti, Zr, Th, Sn, Sb, Nb, Ta, Bi, U, Os.

Für einige Elemente, deren Atomgewicht nur einmal bestimmt wurde, wie Ru, Rh, Pd, ist die Fehlergrenze nicht anzugeben, doch sind diese genannten drei Atomgewichte wahrscheinlich wenigstens bis auf eine Einheit genau richtig bestimmt, weshalb sie oben mit aufgeführt wurden.

Wenn wir angesichts dieser Unsicherheit einer grossen Zahl von Atomgewichtsbestimmungen gleichwohl in nachstehende Tafel die uns am zuverlässigsten erscheinenden Zahlen mit mehren der möglicherweise noch unrichtigen Ziffern aufgenommen haben, so beabsichtigen wir damit kein den Leser bestrickendes Urtheil abzugeben. Vielmehr ist das Hauptziel unserer ganzen Arbeit die Hervorhebung der Thatsache, dass viele der überlieferten und täglich benutzten Atomgewichte ungenau oder unsicher sind in einem Grade, welcher die Fehlergrenze sorgfältig ausgeführter Analysen überschreitet; dass sie daher nicht einmal den Zwecken der praktischen Stöchiometrie, geschweige denn den berechtigten Forderungen der theoretischen Chemie genügen. Wir möchten darauf hinwirken, dass den Grundconstanten der chemischen Wissenschaft mehr Aufmerksamkeit erwiesen, mehr Achtung gezollt werde, als dies in letzter Zeit von der Mehrzahl unserer Fachgenossen geschehen ist. Wir wünschen zu neuen Untersuchungen anzuregen, deren Ziel die Prüfung, Berichtigung oder Bestätigung der jetzt angenommenen Atomgewichte sei. Um die einer solchen erneuerten Prüfung am meisten bedürftigen Zahlen zu kennzeichnen, haben wir in nachstehender Tafel alle diejenigen, deren mögliche Fehler zwischen 0,01 und 0,5 H liegen, durch fetten Druck hervorheben, die mit grösserer Ungenauigkeit behafteten oder der Bestätigung bedürftigen aber in gewöhnlicher Schrift setzen lassen. Unter letzteren kommen möglicherweise mehre der Wahrheit näher als manche der ersteren, aber es fehlt für sie der bestätigende Nachweis, die Controle der Richtigkeit. Wir sind nicht abgeneigt

zu glauben, dass *Cooke*'s Sb = 119,6, *Bührig*'s Ce = 141,2, *Berlin*'s Cr = 52,45, *Brauner*'s Di = 145, *Russell*'s Co = Ni = 58,6, *v. Hauer*'s Mn = 54,8, *Nilson*'s Th = 231,96, *Marignac*'s Yb = 172,5, *Axel Erdmann*'s Zn = 64,88 den wirklichen Atomgewichten nahe kommen; als bewiesen jedoch dürfen wir dies zur Zeit nicht ansehen. Welche Werthe aber unter den für Au, Mg, Nb, Os, Si, Ta, Te, Tl, Ti, U, Bi, Y, Sn, Zr gefundenen den Vorzug verdienen, erscheint uns an der Hand des vorliegenden Materiales zu entscheiden ganz unmöglich. Möchten uns wenigstens für diese z. Th. sehr wichtigen Elemente bald neue, mit den unerlässlichen Controlen ausgestattete Versuche die Entscheidung bringen!

Ehe nicht die grosse Mehrzahl der Atomgewichte wenigstens bis auf ein oder wenige Zehntel der Einheit genau bestimmt sind, kann es nicht gelingen, die eigenthümlichen Gesetzmässigkeiten zu ergründen, welche die Zahlenwerthe derselben unzweifelhaft beherrschen und ihre Beziehungen zu allen physikalischen wie chemischen Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen bestimmen.

Atomgewichtstafel.

		O = 1	H = 1
Aluminium	*Al*	1,694	27,04
Antimon	*Sb*	7,494	119,6
Arsen	*As*	4,693	74,9
Baryum	*Ba*	8,575	136,86
Beryllium	*Be*	0,569	9,08
Blei	*Pb*	12,932	206,39
Bor	*B*	0,683	10,9
Brom	*Br*	4,997	79,76
Caesium	*Cs*	8,315	132,7
Calcium	*Ca*	2,501	39,91
Cer	*Ce*	8,847	141,2
Chlor	*Cl*	2,2159	35,37
Chrom	*Cr*	3,284	52,45
Decipium *)	*Dp*	?	?
Didym	*Di*	9,09	145,0
Eisen	*Fe*	3,501	55,88
Erbium	*E*	10,4	166
Fluor	*F*	1,194	19,06
Gallium	*Ga*	4,38	69,9
Gold	*Au*	12,29	196,2
Indium	*In*	7,108	113,4
Iridium	*Ir*	12,06	192,5
Jod	*J*	7,9284	126,54
Kadmium	*Cd*	7,00	111,7
Kalium	*K*	2,446	39,03
Kobalt	*Co*	3,67	58,6
Kohlenstoff	*C*	0,7502	11,97
Kupfer	*Cu*	3,959	63,18
Lanthan	*La*	8,680	138,5
Lithium	*Li*	0,439	7,01

*) s. Anhang, S. 201.

		O = 1	H = 1
Magnesium	*Mg*	1,500	23,94
Mangan	*Mn*	3,43	54,8
Molybdän	*Mo*	6,01	95,9
Mosandrium *)	*Ms*	?	?
Natrium	*Na*	1,4408	22,995
Nickel	*Ni*	3,67	58,6
Niobium (Columbium *Cb*)	*Nb*	5,87	93,7
Norwegium *)	*Ng*	?	?
Osmium	*Os*	12,2	195
Palladium	*Pd*	6,66	106,2
Phosphor	*P*	1,940	30,96
Platin	*Pt*	12,177	194,3
Quecksilber	*Hg*	12,52	199,8
Rhodium	*Rh*	6,52	104,1
Rubidium	*Rb*	5,34	85,2
Ruthenium	*Ru*	6,49	103.5
Sauerstoff	*O*	1,00	15,96
Samarium (Y_β?) *	*Sa*	?	?
Scandium	*Sc*	2,755	43,97
Schwefel	*S*	2,0037	31,98
Selen	*Se*	4,942	78,87
Silber	*Ag*	6,7456	107,66
Silicium	*Si*	1,754	28,0
Stickstoff	*N*	0,8779	14,01
Strontium	*Sr*	5,47	87,3
Tantal	*Ta*	11,42	182
Tellur	*Te*	8,00	127,7 **
Terbium *)	*Tb*	?	?
Thallium	*Tl*	12,76	203,7
Thorium	*Th*	14,534	231,96
Thulium *)	*Tm*	?	?
Titan	*Ti*	3,15	50,25
Uran	*U*	15,03	239,8
Vanadin	*V*	3,20	51,1
Wasserstoff	*H*	0,06265	1,00
Wismuth	*Bi*	13,00	207,5
Wolfram (Tungsten)	*W*	11,50	183,6
Y_α und Y_β *)		?	?
Ytterbium	*Yb*	10,81	172,6
Yttrium	*Y*	5,61	89,6
Zink	*Zn*	4,065	64,88
Zinn	*Sn*	7,353	117,35
Zirkonium	*Zr.*	5,66	90,4

*) s. Anhang S. 200 bis 202.
**) Oder *Te* = 7,91; 126,3.

Berichtigungen.

S. 33. Z. 3 v. u. statt: *Borch* lies: *Borck*.
S. 45. Z. 20 v. o. statt: 2 : 4457 lies: 2,4457.
S. 85. Z. 17 v. o. statt: 12,790 lies: 12,789.
S. 101. Z. 18 v. u. statt: 6,667 lies: 6,367.
S. 160. Z. 16 v. o. statt: 234,1 lies: 234,0.
S. 175. Z. 14 v. u. statt: 8,61 lies: 8,618.
S. 176. Z. 19 v. o. statt: 12,82 lies: 129,82.

In demselben Verlage erschien:

TAFELN

DER

ATOMGEWICHTE DER ELEMENTE.

Zum Gebrauche im Laboratorium
aus vorstehendem Werke berichtigt abgedruckt.

Ausgabe in Plakatform (2 Blatt). Preis 1 ℳ.
Ausgabe in Octavform. Preis 25 ₰.