wicht derselben zu verhalten braucht, besonders wenn es sich um die nichtbeständigen Gase handelt. Daneben zeigen sie, daß die Volume Submultipla und Multipla ganzer Zahlen von Atommengen enthalten können. Und in den nun bekannten Beispielen haben wir, wenn wir das Sauerstoffgas zur Einheit annehmen, beim Quecksilber $\frac{1}{2}$, beim Phosphor 2 und beim Schwefel 3; oder, wenn wir das Quecksilber zur Einheit nehmen, beim Sauerstoff 2, beim Phosphor 4 und beim Schwefel 6. Zu muthmaßen, worauf diese Multipla-Verhältnisse beruhen, ist wohl noch zu früh. Mittlerweile zeigt das Angeführte, daß es keine absolute Methode zur Bestimmung der Atomgewichte giebt; man muß sie alle berücksichtigen, und, damit man am sichersten zum Ziele komme, alle Multipla-Verhältnisse studiren, in welchen die Körper mehr oder weniger zusammengesetzte Verbindungen eingehen.

XIII. *Ueber das Tellur, dessen Darstellung, Atomgewicht, Dichtigkeit und Sauerstoffsäuren;*

von J. J. Berzelius.

(Aus dessen Jahresbericht, No. 12 S. 104 und No. 13 S. 96 des Originals *).

Die ausführliche Arbeit über das Tellur, von der das Folgende ein Auszug ist, hat mich in die Nothwendig-

*) Einen Theil der Resultate dieser Untersuchung legte der Herr Verfasser bereits am 12. Sept. v. J. der K. schwed. Academie vor. Die Abhandlung fand indess in den Schriften der Academie für 1832 keinen Platz mehr, weil schon fünf Abhandlungen chemischen Inhalts in dieselben aufgenommen waren, und Raum für Arbeiten aus anderen Wissenschaften übrig gelassen werden mußte. Was sich auf die Darstellung des Tellurs bezieht, ist entlehnt

keit gesetzt, eine Methode zur Darstellung dieses Metalls in vollkommener Reinheit aufzusuchen, und ich habe dabei gefunden, daß alle bisher dazu gegebenen Vorschriften kein ganz reines Tellur liefern *). Da das *Tellurwismuth* von Schemnitz in Ungarn jetzt dasjenige Mineral ist **), welches dieß interessante Metall am wohlfeilsten liefert, und da ich durch Hrn. Bergraths Wehrle Freigebigkeit einen Vorrath zu meinen Versuchen erhalten hatte, so will ich hier für Diejenigen, welche sich reines Tellur zu bereiten wünschen möchten, die, meiner Meinung nach, vortheilhafteste Methode beschreiben.

Das Mineral wird zerrieben und zur Befreiung von den fremden oxydirten und erdigen Stoffen (die indeß Telluroxyd enthalten und deshalb nicht fortgeschüttet werden müssen) gewaschen, darauf das Pulver mit dem doppelten seines Gewichts an kohlensaurem Kali vermischt, mit Olivenöl zu einem steifen Teig angerührt, und dieser nun in einen Tiegel gelegt, der so beschaffen ist, daß er mit einem Deckel wohl bedeckt werden kann. Er wird nun anfangs vorsichtig, zuletzt bis zum vollen Rothglühen erhitzt, und, wenn sich zwischen dem Tiegel und seinem Deckel keine Flammen mehr zeigen, vom Feuer abgehoben und erkalten gelassen. Die erkaltete Masse ist ungeschmolzen, poröse und dunkelbraun. Sie wird zu Pulver zerrieben, auf ein Filtrum gebracht und daselbst mit zuvor wohl ausgekochtem und erkaltetem Wasser ausgelaugt. Wenn dieß mittelst der von mir beschriebenen Waschflasche ***) geschieht, so geht die Aus-

aus dem Jahresberichte No. XII, dessen Uebersetzung nächstens in's Publikum treten wird. P.

*) Ueber die von Cölreuter in Schweigger's Journal, 1831, Bd. II S. 214, angegebene Vorschrift z. B. sagt Berzelius, daß keine von allen bisher bekannten ein so unreines Product liefere, wie diese.

**) Annal. Bd. XXI S. 595.

***) Annal. Bd. XVIII S. 411.

laugung sehr vollkommen von Statten. Auf dem Filtrum bleibt ein dunkles Pulver von Kohle und Wismuth, welches wenig Tellur mehr enthält. Die durchgegangene Flüssigkeit ist eine Auflösung von Tellurkalium in Wasser, und sieht anfangs undurchsichtig purpurroth aus. Man leitet nun Luft mittelst eines Blasebalgs durch diese Flüssigkeit, wodurch das Kalium oxydirt und das Tellur gefällt wird. In der alkalischen Flüssigkeit bleibt eine kleine Portion Schwefeltellur und Selentellur zurück, die mit Salzsäure gefällt werden kann.

Das gefällte Metall wird mit siedendheißem Wasser gewaschen, getrocknet und sodann geschmolzen. Darauf legt man es in ein ovales Porcellangefäß, welches in ein Porcellanrohr gesetzt ist, erhitzt es darin bis zum Glühen und leitet währenddess einen Strom von Wasserstoffgas darüber. Das Tellur ist so schwer zu verflüchtigen, daß man es für sich in einer Porcellanretorte nur bei einer ungewöhnlich starken Hitze destilliren kann; allein in dem oben angeführten Apparat destillirt es mit großer Leichtigkeit und sammelt sich in dem kälteren Theil des Rohrs, welches eine kaum merkliche Neigung haben muß, so daß das Metall von der Stelle fließt, wo es zuerst condensirt ward. Im Porcellangefäß bleibt dann ein kleiner Regulus, welcher meist aus Tellurgold besteht, aber auch Tellurkupfer, Tellureisen und Tellurmangan enthält, welche Metalle sämmtlich mit dem im Wasser aufgelösten Tellurkalium vereinigt waren.

Aus *Tellursilber* kann man auf diese Weise nur eine sehr geringe Menge Tellur ausziehen. Es ist hier fast am leichtesten und geht immer am schnellsten, das Tellursilber in einem Strom von Chlor zu erhitzen, bei einer Temperatur, bei der das Chlorsilber zurückbleibt und das Chlortellur übergeht. Das Chlortellur condensirt sich in fester Form, und das, was dem überschüssigen Chlorgas folgt, wird in Wasser aufgefangen. Die Lösung des

Chlortellurs in Salzsäure wird mit schwefligsaurem Natron gefällt, und der erhaltene Niederschlag mit Wasserstoffgas destillirt. Er kann Selen enthalten, wovon indeß das meiste mit dem Wasserstoffgas in Form eines rothen Rauchs davon geht. Aber ganz selenfreies Tellur wird auf diese Weise nicht erhalten, wenn es nicht zuvor in Form von Oxyd bis zum Schmelzen erhitzt gewesen ist, wobei die selenige Säure fortraucht.

Was das specifische Gewicht dieses Metalles betrifft, so habe ich es höher gefunden, als irgend einer meiner Vorgänger. Der Grund hievon ist, daß das Tellur sich beim Erkalten sehr stark zusammenzieht, und daß, bei schneller Erkaltung, die Oberfläche stark genug bleibt, den atmosphärischen Druck zu ertragen; dadurch bilden sich inwendig an mehren Stellen luftleere Höhlungen, welche erst an den Tag kommen, wenn man den Regulus zerschlägt. Diese Eigenschaft hat es mit dem Selen gemein. Läßt man das Metall langsam erkalten, so durchbricht die Luft gewöhnlich die obere Fläche, und man erhält eine große Höhlung in der Mitte, ringsum welche man Theile ohne Höhlungen abbrechen kann. Die Mittelzahl aus fünf Wägungen, von deren Resultaten das kleinste 6,2324 und das größte 6,2578 war, betrug 6,2445. Indefs ist wahrscheinlich das höchste Resultat das richtigste.

Als zu der Bestimmung, wie viel Sauerstoff dieß Metall bei Auflösung in Salpetersäure aufnehme, reines Tellur angewandt wurde, ergab sich bei drei Versuchen das Atomgewicht = 801,74; 801,786 und 802,838, wovon die Mittelzahl = 802,121 nur wenig abweicht von 806,42, dem Resultat eines älteren Versuchs, welchen ich aus Mangel an Material nicht wiederholen konnte, und welcher abweichender ausfallen mußte, da die Methoden zur Reinigung des Tellurs damals weniger gut als jetzt bekannt waren.

Bei diesen Versuchen zeigte sich, dafs das Tellur zwei Oxydationsgrade hat, *tellurige Säure*, oder das zuvor bekannte Telluroxyd, und *Tellursäure*.

Die *tellurige Säure* zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, zwei isomerische Modificationen anzunehmen, von denen die eine unter dem Einflufs einer schwach erhöhten Temperatur entsteht, die andere aber durch Einwirkung von Alkalien auf die erstere gebildet wird. Die erstere werden wir die Modification *A*, und die letztere die Modification *B* nennen *).

Die Modification *B* bildet sich, wenn man Tellur in Salpetersäure löst, und sie findet sich in dieser Lösung so lange, als dieselbe die Eigenschaft besitzt, vom Wasser gefällt zu werden. Was niederfällt, ist die tellurige Säure *B*; nach einer kürzeren oder längeren Zeit, besonders wenn man die Lösung erwärmt, setzt sich eine Krystallrinde ab, welche die Modification *A* ist; nun fällt Wasser keine Säure mehr. Das Abgesetzte ist sehr schwerlöslich in Salpetersäure; denn, wenn man die Säure abgiefst und eindunstet, so findet man sehr wenig darin gelöst. Die abgesetzte tellurige Säure enthält kein Wasser und keine Salpetersäure, mit Ausnahme einer geringen, in die Krystallkörner mechanisch eingeschlossenen Menge. Sie kann in einem bedeckten Tiegel ohne bemerkenswerthen Verlust geschmolzen werden. Geschmolzen, ist sie durchsichtig, dunkelgelb; nach dem Erkalten weifs und krystallinisch. Sie erhitzt sich während des Anschiefens. Anfangs schmeckt sie nicht, hinterher aber metallisch. Auf feuchtes Lackmuspapier gelegt, röthet sie dasselbe erst nach langer Berührung.

*) Ich ziehe diefs dem Gebrauche eigener Namen vor, auch dem von mir vorgeschlagenen Beisatz *para* zu dem einen Namen, und bezeichne die in Rede stehenden Modificationen, bis die Lehre von der Isomerie eine gröfsere Entwicklung erreicht, blofs mit den Buchstaben *A* und *B*.

Die Modification *B* erhält man, wenn man tellurige Säure mit kohlensaurem Alkali zusammenschmilzt, oder in kaustischem Alkali löst und durch Salpetersäure fällt, bis diese in sehr geringem Ueberschuß ist. Man erhält das Hydrat der tellurigen Säure in Gestalt eines weißen, flockigen Niederschlags, welcher auf ein Filtrum gebracht, mit eiskaltem Wasser gewaschen, und an der Luft bei einer nicht 12° C. übersteigenden Temperatur getrocknet werden kann. Sie schmeckt metallisch und löst sich nicht so unbedeutend in Wasser. Sowohl die tellurige Säure als ihre Lösung röthet das Lackmuspapier. Sie löst sich leicht in Säuren, auch in Salpetersäure, ferner in kohlensauren Alkalien, aus denen sie die Kohlensäure treibt, im Ammoniak u. s. w. Hiedurch unterscheidet sie sich von der Modification *A*, auf welche Säuren und Ammoniak keine sichtbare Wirkung ausüben, und welche von kohlensauren Alkalien nur bei fortgesetztem Sieden aufgelöst wird.

Die Modification *B* hat im wasserhaltigen Zustand eine solche Neigung zum Uebergang in den Zustand *A*, daß sie, sobald die Temperatur auf etwa 20° C. kommt, zu Körnern zusammenfällt, und sich aus einer Pulpe eine klare Flüssigkeit mit einer geringen Menge körniger Säure am Boden bildet. Versucht man ihre Lösung in der Wärme abzukühlen, so trübt sich die Flüssigkeit von der neugebildeten, viel schwerlöslicheren Modification *A*, und verliert die Eigenschaft das Lackmuspapier zu röthen.

Die tellurige Säure giebt eigene Salze, von denen ich jedoch bis jetzt nur solche, welche die Modification *B* enthalten, kennen gelernt habe. Ihre Salze bilden sich in mehrern Sättigungsstufen, enthalten nämlich ein Atom Base, verbunden mit 1, 2 und 4 Atomen Säure. Die letzteren bilden sich vorzugsweise; die mit alkalischer Basis krystallisiren, und die geschmolzenen Quadritellurite

bilden alle ein durchsichtiges Glas, wogegen die anderen, beim Erkalten der geschmolzenen Masse, gewöhnlich ganz ausgezeichnet krystallisiren.

Tellursäure. Das Tellur hat auch eine höhere Säure. Diese bildet sich auf nassem Wege durch Königswasser höchst unvollkommen; allein auf trockenem Wege entsteht sie, wenn tellurige Säure mit Salpeter behandelt wird. Dafs sie nicht schon früher bei Behandlung des Tellurs entdeckt wurde, kommt davon her, dafs das tellursaure Salz, welches dabei gebildet wird, theils eine unerwartete isomerische Modification darstellt, theils, wenn die Temperatur zu hoch steigt, in ein tellurigsaureres verwandelt wird.

Die beste Weise, Tellursäure zu erhalten, ist folgende: Man schmilzt kohlen-saures Kali und tellurige Säure zu gleichen Theilen zusammen, löst das Salz in Wasser, setzt Kalihydrat, welches mindestens eben so viel, besser noch mehr Kali als das Salz enthält, hinzu, und leitet alsdann Chlorgas in die Lösung, bis die anfängliche Trübung und gefällte Masse wieder ganz verschwunden sind und sie nach Chlor riecht. Man vermischt die klare Flüssigkeit mit etwas Chlorbarium und filtrirt, wenn ein Niederschlag entstanden ist. Dieser ist schwefelsaurer oder selensaurer Baryt. Nun setzt man Ammoniak hinzu, bis die Flüssigkeit ganz neutral oder etwas übersättigt worden ist, und fällt nun den tellursaureren Baryt mit Chlorbarium. Der Niederschlag ist im ersten Augenblicke voluminös, wird aber bald körnig und fällt schnell zu Boden. Geschieht dieß nicht, so enthält er tellurigsaureren Baryt. Das Salz wird nun gewaschen, in gelinder Wärme getrocknet, und sodann durch Digestion mit einem Viertel seines Gewichts an concentrirter Schwefelsäure, die zuvor mit Wasser verdünnt worden, zersetzt, die Flüssigkeit filtrirt, im Wasserbade dem größten Theile nach verdunstet, und endlich dem freiwilligen Verdunsten ausgesetzt, wobei die Säure in plattgedrückten, sechsseitigen Prismen mit ganz stumpfer, vierseitiger Zuspitzung an-

schiefst. Bei Ueberschuß an Schwefelsäure schiefst sie am deutlichsten an; die Schwefelsäure kann mit concentrirtem Alkohol fortgenommen werden.

In diesem Zustand enthält die Tellursäure 23,5 Procent Wasser, welche sie nicht bei 100° C. verliert. Ueber diese Temperatur hinaus, jedoch noch weit unterhalb der Glühhitze, verliert sie 15,6 Procent oder zwei Drittel ihres Wassergehalts, ohne dafs deshalb die Krystalle zerfallen.

Nun löst sich die Säure so träge in Wasser, dafs es scheint sie sey unlöslich; allein bei langer Einwirkung sowohl als beim Kochen löst sie sich allmählig. Das letzte Drittel des Wassers erfordert zu seiner Austreibung eine noch höhere Temperatur, und es bleibt dann ein citrongelbes, in allen Flüssigkeiten unlösliches Pulver, welches Tellursäure in einer isomerischen Modification ist, die ganz der Modification *A* der tellurigen Säure entspricht, sich aber von dieser dadurch unterscheidet, dafs sie eigene Salze giebt, bestimmt verschieden von den Salzen der in Wasser löslichen Säure, welche wir die Modification *B* nennen wollen.

Erhitzt man die Säure noch höher, so zersetzt sie sich, giebt Sauerstoffgas aus und hinterläßt tellurige Säure als schneeweisses Pulver.

Wenn man bei dem Versuche, die Modification *A* hervorzubringen, die Hitze so hoch treibt, dafs etwas tellurige Säure gebildet wird, so kann man diese leicht durch starke Salzsäure abscheiden; diese löst die tellurige Säure auf, ohne die Tellursäure anzugreifen, welche sie erst bei höherer Temperatur, noch dazu sehr träge und unter Entwicklung von Chlor, auflöst.

In der Tellursäure nimmt das Metall anderthalb Mal so viel Sauerstoff auf, als in der tellurigen Säure. Dadurch bestätigt es sich abermals, dafs die tellurige Säure aus Einem Atome Radical und zwei Atomen Sauerstoff besteht, und ferner folgt, dafs die Tellursäure drei Atome

Sauerstoff enthält, $\equiv \ddot{\text{Te}}$ ist, die krystallisirte Säure ist $\equiv \ddot{\text{Te}}\text{H}^3$, welche sich in einer gewissen Temperatur verwandelt in $\ddot{\text{Te}}\text{H}$. In Hundert besteht die Tellursäure aus 72,78 Tellur und 27,22 Sauerstoff. Sie hat, wie die tellurige Säure, die Neigung, Salze mit 1, 2 und 4 Atomen Säure auf 1 Atom Basis zu geben; und die Salze der Modification *B* gehen bei Erhitzung zuerst in Salze der Modification *A* über, und verwandeln sich dann, unter Sauerstoffentwicklung, in tellurigsäure; doch ist hiezu Glühlitze erforderlich.

Erhitzt man tellurige Säure mit Salpeter bei einer noch nicht bis zum Glühen reichenden, aber so lange als Stickstoffoxydgas fortgeht unterhaltenen Temperatur, und laugt alsdann den Salpeter aus, so bleibt ein citrongelbes Pulver zurück, welches $\text{K}\ddot{\text{Te}}^4$ in der Modification *A* ist, und weder von Wasser, noch auf nassem Wege von Säuren oder Alkalien gelöst wird. Erhitzt man das Gemenge stärker, so treibt dieß Salz Säure aus dem überschüssigen Salpeter und der Rückstand wird meist weiß. Dieser ist nun noch ein *A*-Salz, aber ein mehr mit Base gesättigtes. Es ist dieses Salz, welches man für Telluroxyd in einem, allen Lösemitteln widerstehenden, und nur nach Schmelzung mit Alkali wieder löslichen Zustand ansah. Für sich geschmolzen, läßt es Sauerstoffgas entweichen, und es bleibt ein in Wasser lösliches tellurigsäures Salz zurück. Aber auch die *B*-Salze haben ihre Eigenheiten. Sättigt man z. B. die *B*-Säure mit kohlensaurem Natron und verdunstet, so scheidet sich das Salz als eine zähe, trögflüssige, farblose, durchsichtige Masse am Boden ab. Dieß geschieht auch bei freiwilliger Verdunstung.

Die Darstellung eines niedrigeren Oxydationsgrades als die tellurige Säure, dessen Daseyn ich nach dem von H. Rose entdeckten niederen Chlortellur vermuthete, ist mir nicht geglückt.

Die Tellursäure wird nicht sogleich vom Schwefel-

was-

wasserstoff zersetzt. Sie kann folglich erhalten werden, wenn man tellursaures Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff und Wasser zersetzt; allein wenn man eine schwache Lösung von Tellursäure in Wasser mit Schwefelwasserstoff sättigt und in einer zugepfropften Flasche an einem warmen Ort stehen läßt, so setzt sich *Tellurschwefel* ab, welcher gewöhnlich die Innenseite des Gefäßes als eine schwarzgraue, metallisch glänzende und leicht abzureibende Rinde überzieht.

XIV. *Analyse des Blättererzes;* *von Hrn. Berthier.*

(Aus den *Ann. de chim. et de phys.* T. LI p. 150, mit einigen Abkürzungen.)

Das einzige Tellurerz, welches in Paris in solcher Menge zu haben ist, dafs man es zur Darstellung des Tellurs anwenden kann, gehört zu denen, die in Sammlungen den Namen *Blättererz* und *Tellure auro-plombifère* führen; allein es ist nicht dasselbe, welches von Klaproth untersucht worden ist *), und das eine eigene Species ausmachen mufs.

Diefs Erz kommt zu Nagyag vor, in krummen, einander durchkreuzenden Blättchen, die in rothem Manganspath und weißem Quarz eingewachsen sind. Es ist eisenschwarz, in's Bleigraue fallend, sehr glänzend, und besitzt, wenn frei von Gangart, das specifische Gewicht 6,84. Bei der Analyse gab es:

*) Diese Behauptung möchte wohl nicht gegründet seyn. P.
Annal. d. Physik. Bd. 104, St. 2. J. 1833. St. 6. 26