

Verunreinigungen im Messrohr sind leicht zu beseitigen. Man spült die Messpipette mit Wasser aus, welches durch *c* eingenommen und entfernt wird.

Beiläufig bemerken wir, dass man die Ausführung der Pettenkofer'schen Methode höchst wesentlich verkürzen kann durch den folgenden Kunstgriff. Man verschliesst die Flasche, worin Luft mit Barytwasser geschüttelt wurde, nicht mit einer Kappe sondern mit einem gut passenden durchbohrten Gummipropfen, durch welchen ein Glasrohr mit zwei oder drei an verschiedenen Stellen lose eingesetzten Stopfen von reiner Baumwolle bis auf den Boden der Flasche hineinragt.

Nach dem Schütteln kann man durch dieses Rohr, welches man mit dem hinteren Ansatzrohr einer modernen Bürette verbindet, die überschüssige Barytlösung in die Bürette aufsaugen und danach sogleich titrieren. Die Barytlösung passiert vielleicht noch trüb durch den ersten Baumwollstopfen, wird aber von dem zweiten und dritten filtrirt und kommt vollkommen geklärt in die Bürette.

Schweflige Säure lässt sich in derselben Weise titrimetrisch bestimmen.

Stockholm. Hoyskoles Laboratorium, 1. Juli 1887.

458. Gerhard Krüss und L. F. Nilson: Studien über die Componenten der Absorptionsspectra erzeugenden seltenen Erden.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 25. April von Hrn. Gerhard Krüss.)

I.

Im Anschluss an eine Untersuchung über das Aequivalent und Atomgewicht des Thoriums ¹⁾ untersuchten wir auch die anderen neben der Thorerde in den Thoriten von Brevig und Arendal vorkommenden seltenen Erden. Die Nitrate derselben lieferten sehr schöne Absorptionsspectren, welche mehrere, den Didym-, Samarium-, Erbin-, Thulium-Verbindungen, sowie jenen der Soret'schen Erde X oder den Holmiumverbindungen eigene Linien aufwiesen.

Eine genauere Messung der Absorptionsspectren der Thoriterden führte nun zu der auffälligen Beobachtung, dass in diesem Falle nur ein Theil einiger den seltenen Erden eigenen Absorptionsstreifen sicht-

¹⁾ Gerhard Krüss und L. F. Nilson, diese Berichte XX, 1665.

bar war. So war zum Beispiel von allen Soret'schen X- oder Holmium-Linien im Spectrum des Brevigthorites nur eine Linie mit grosser Intensität sichtbar. Dieses war derjenige Streifen, welcher nach den Mittheilungen verschiedener Autoren gewöhnlich als der sechst schwächste Streifen angegeben ist und deshalb im gewöhnlichen Holmiumspectrum nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die intensiveren Linien X_α , X_β , X_γ , X_δ u. s. w. waren jedoch im Spectrum des Brevigthorites gar nicht oder vielleicht nur äusserst schwach sichtbar; hieraus war der Schluss zu ziehen, dass das Soret'sche Element X oder das Holmium kein einheitlicher Körper ist, dass dasselbe zum Mindesten aus zwei Bestandtheilen besteht, von denen der eine fast ohne Beimengung des anderen sich unter den seltenen Erden des Brevigthorites vorfindet; das Nitrat dieser Erde besitzt im Absorptionsspectrum nur einen Streifen bei $\lambda = 428.7$.

Diese Beobachtung gab Veranlassung, eine weitere spectralanalytische Umschau in den Spectren der seltenen Erden zu halten. Ausser den Erden der Thorite von Brévig und Arendal wurden auch jene untersucht, welche aus Wöhlerit, aus Fergusonit von Ytterby, wie von Arendal, sowie aus Euxeniten von Hitterö und Arendal gewonnen worden waren; zu unserer Verfügung stand ferner ein reichliches Didym-Material aus Cerit von Bastnäs und schliesslich verdanken wir noch Hrn. Prof. Cleve einige Präparate von seiner letzten Untersuchung über Didym und Samarium.

Das Resultat dieser Untersuchungen war, dass die meisten der sogenannten seltenen Elemente, deren Verbindungen Absorptionsspectren geben, zusammengesetzte Körper sind. Bevor wir jedoch das Beobachtungsmaterial, dann die Kritik desselben mittheilen, wollen wir in Kürze erwähnen, unter welchen Bedingungen die Messungen der Absorptionsspectren vorgenommen wurden.

Zur Beobachtung bedienten wir uns des im vorigen Jahre beschriebenen Universalspectralapparates ¹⁾ und verwendeten fast ausschliesslich das einfachere 60° Prisma von einer Streuung $A-H_2 = 4'18''$. Wir zogen im Allgemeinen bei Untersuchung der Absorptionsspectren eine derartige geringere Streuung der Anwendung mehrerer Prismen oder derjenigen eines Rutherfordprismas vor, weil hierdurch in einem lichtstärkeren Spectrum beobachtet und die Anwesenheit sehr schwacher Absorptionsstreifen weniger leicht übersehen werden konnte. Ausserdem treten naturgemäss in einem Spectrum geringerer Dispersion alle Streifen schärfer begrenzt hervor, als in einem Spectrum, welches durch grössere Prismensysteme erzeugt wird.

Die Ortsbestimmungen im Spectrum wurden mittelst des Fadenkreuzes, welches auf der im Ocularschieber befindlichen Glasplatte

¹⁾ Gerhard Krüss, diese Berichte XIX, 2739.

eingerrichtet ist, ausgeführt. Dasselbe kann einerseits durch eine Mikrometerschraube, welche mit Messtrommel und Index für ganze Umdrehungen versehen ist, für sich, andererseits zugleich mit dem Beobachtungsfernrohr durch Mikrometerbewegung mittelst einer grossen Messtrommel und Index für ganze Umgänge bewegt werden. Durch Benutzung der letzteren Messvorrichtung wurden die in den unten folgenden Tabellen enthaltenen Werthe für die Wellenlängen der einzelnen Linien erhalten und die Messungen nach dem früher schon benutzten Principe ausgeführt, dass nämlich nicht die Breite und Lage eines Absorptionsstreifens bei irgend einer Concentration der Lösung für eine Verbindung sehr charakteristisch sei, sondern nur die Lage des Dunkelheitsmaximums in diesem Streifen¹⁾. Die Mitte des Fadenkreuzes wurde also immer auf die dunkelste Stelle der Absorptionsbänder eingestellt; war dieses wegen zu grosser Absorption in einem Streifen nicht direct möglich, so wurde die zu untersuchende Flüssigkeit so weit verdünnt, bis der Streifen, welcher gemessen werden sollte, nur mehr eine geringe Breite besass; das Dunkelheitsmaximum desselben konnte dann genau ermittelt werden.

Was die Angaben über die Intensitäten der Absorptionsstreifen anbetrifft, so sind dieses nur relative Angaben über den Grad der Absorption in den Streifen des Spectrums ein und derselben Lösung, der Lösung einer bestimmten Fraction²⁾. Es konnte davon Abstand genommen werden, alle Lösungen auf gleiche Concentration zu bringen, denn dieses erschien, wie aus der Kritik des mitgetheilten Beobachtungsmateriales ersichtlich ist, für den vorliegenden Zweck überflüssig; es handelte sich nur darum, die relativen Intensitäten der Streifen immer in einer Lösung festzustellen. Von der Bezeichnung dieser Intensitäten, etwa mit Werthen von 1 bis 10, wurde zunächst Abstand genommen, da ein oder zwei Worte den beobachteten Erscheinungen besseren Ausdruck zu verleihen schienen.

Was schliesslich die Umwandlung der am Apparate in Theilen der Fernrohrtrommel abgelesenen Werthe in Wellenlängen anbetrifft, so sei erwähnt, dass wir der Bequemlichkeit halber unseren Apparat ein für alle Mal bei einer Zimmertemperatur von 17° durch Beobachtung einer grösseren Anzahl Frauenhofer'scher, sowie anderer fixer Linien auf Wellenlängen tarirt hatten, und dass die Messungen der Absorptionsspectren bei gleicher Temperatur vorgenommen wurden³⁾.

¹⁾ Siehe: Gerhard Krüss, diese Berichte XVIII, 1426, und Gerhard Krüss und S. Oeconomides, diese Berichte XVI, 2051.

²⁾ Siehe unten.

³⁾ Vergl. Gerhard Krüss, Ueber den Einfluss der Temperatur auf spectralanalytische Messungen, diese Berichte XVII, 2732.

Im Folgenden sei nun zunächst über die Herstellung der zur Untersuchung angewandten Lösungen, sowie über die Absorptionsspectren derselben berichtet.

I. Thorit von Brevig.

Wie schon in der vor Kurzem mitgetheilten Abhandlung »über das Aequivalent und Atomgewicht des Thoriums« ¹⁾ gezeigt wurde, enthält der Thorit von Brevig ausser der Thorerde nicht unbedeutliche Mengen anderer seltener Erden. Nachdem Letztere nach dem mitgetheilten Verfahren von der Thorerde getrennt waren, wurde das wasserfreie Sulfat der gemischten Erden in Eiswasser gelöst, mit Oxalsäure gefällt, wobei ziemlich bedeutende Mengen von Eisen, Mangan und Uran in Lösung blieben, und hierauf die Oxalate verglüht. Die zurückbleibende braungelbe Erde wurde durch mehrmaliges Behandeln mit Wasser und Schwefelsäure vollständig in Sulfat übergeführt, welches sich in 3 bis 4 Theilen eiskaltem Wasser löste; aus dieser Sulfatlösung wurden die Hydrate der Erden mit Ammoniak gefällt und diese durch Decantation gewaschen. Dieselben lösten sich leicht in Salpetersäure zu einer schön fleischroth gefärbten Flüssigkeit, welche eingedampft und deren Rückstand der Nitrats der seltenen Erden einige Zeit unter Entweichen nitröser Dämpfe stärker erhitzt wurde. Hierbei wurden das Nitrat der noch beigemengten Thorerde, sowie dasjenige des Cer-oxides zersetzt, welche dann bei Behandlung der Masse mit Wasser als unlösliche basische Verbindungen zurückblieben. Das Filtrat enthielt die im Thorit von Brevig vorkommenden Didym- und Yttererden und ergab folgendes Absorptionsspectrum:

1. Thorit von Brevig.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionstreifen
Stellung der Fernrohr- trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2354	728.3	728.3	Di	ziemlich stark
2381	708.2	708.2	Di	sehr schwach
2411	686.0	684.0	Tm	äußerst schwach
2420	679.3	679.4	Di	schwach
2457	654.1	654.7	Er	schwach
2480	640.6	640.4	X	sehr schwach
2505	626.1	626.1	Di	schwach
2568	591.5	591.5	Di	schwach
2596	579.2	579.2	Di	z. schw.
2605	575.4	575.4	Di	schwach

liegen auf einem
schwächeren Absorp-
tionsgrunde, welcher
von $\lambda = 593 - \lambda = 574$
reicht

¹⁾ Gerhard Krüss und L. F. Nilson, diese Berichte XX, 1665.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr- trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2689	539.6	—	?	sehr schwach
2713	531.3	531.3	Di	schwach
2721	529.2	530.0	Di	äußerst schwach
2740	523.6	523.1	Er	stark
2747	521.6	521.5	Di	sehr schwach
2781	512.2	512.2	Di	schwach, breit
2872	485.9	485.5	X	sehr schwach
2888	482.3	482.0	Di	sehr schwach, aber scharf
2913	476.5	477.7	Sm	schwach
2944	469.2	469.0	Di	stärker
2974	462.3	463.2	Sm	schwach
3068	445.6	445.1	Di	sehr stark
3076	444.2	444.7	Di	sehr stark
3164	428.7	428.5	X	stark
3240	417.3	416.7	Sm	stark

In obiger, wie in allen folgenden Tabellen sind unter der Rubrik »frühere beobachtete Wellenlänge« Werthe angegeben, welche für die Absorptionslinien des Erbiums von Lecoq de Boisbaudran¹⁾, für das Element X oder das Holmium als Mittelwerthe aus den Soret'schen²⁾ und Lecoq'schen³⁾ Messungen gefunden wurden. Die früheren Messungen der Samariumlinien stammen von R. Thalén⁴⁾ her, und diejenigen Werthe, welche einstweilen noch mit dem Zeichen »Di« versehen wurden, sind von den Verfassern selbst an Didymmaterialien verschiedener Herkunft beobachtet worden. Trotzdem durch die Arbeiten Auer v. Welsbach's⁵⁾ die Zusammengesetztheit des Didyms aus zwei Körpern, aus dem Neodym (Nd) und dem Praseodym (Pr), nachgewiesen ist, wurde die Bezeichnung Nd und Pr in diese Arbeit nicht eingeführt, weil es sich zeigte, dass auch diese Körper noch zusammengesetzt sind. Es wurde deshalb einstweilen für den Gesamtkörper, welchen man bisher als Didym bezeichnete, das Zeichen Di beibehalten; über die nähere Bezeichnung seiner Bestandtheile siehe unten. Gleiches gilt vom Holmium, Thulium u. s. w. Die Didymlinien wurden deshalb von den Verfassern noch einmal genau gemessen, weil trotz der verschiedenen bisherigen Angaben über dieselben noch keine genaue, und im Besonderen vollständige Bestimmungen vorzu-

¹⁾ Compt. rend. 88, 1167 und 1342; 89, 212 und 516.

²⁾ Compt. rend. 91, 378.

³⁾ Compt. rend. 102, 1004.

⁴⁾ Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar.

⁵⁾ Monatshefte der Chemie 6, 477.

liegen schienen. Auch die Auer'schen Arbeiten, deren Resultat durch spectralanalytische Beobachtungen gestützt wird, brachten bis jetzt noch keine genauere Messungen des Didymspectrums, sondern Zeichnungen, welche nur annähernden Vergleich erlauben.

Was im Allgemeinen das Vorkommen der seltenen Erden im Thorite von Brevig anbetrifft, so ist aus obiger Tabelle ersichtlich, dass sich in diesem Minerale ausser der Thorerde noch Erbium, Soret's X, Thulium, Samarium und Didym vorfinden. Ferner wurde im Absorptionsspectrum der Nitate, wenn auch schwach, so doch deutlich eine Linie bei $\lambda = 539.6$ beobachtet, welche mit keiner bisher in den Absorptionsspectren der seltenen Erden beobachteten Linie identificirt werden konnte.

2. Thorit von Arendal.

Ueber das Vorkommen anderer seltener Erden neben der Thorerde im Arendalsthorite, sowie über die Verarbeitung dieser Erden ist früher schon berichtet worden¹⁾. Die schliesslich erhaltene Sulfatlösung der gemischten Erden war mit Kaliumsulfat vollständig gesättigt worden und so in bekannter Weise die Yttererden von den durch Kaliumsulfat fällbaren Erden getrennt worden. Beide wieder in Nitate verwandelt, gaben Lösungen, für welche wir folgende Absorptionsspectren fanden:

a. Thorit von Arendal: Nitate der Yttererden.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohrtrommel	Beobachtete Wellenlänge			
2413	684.4	684.0	Tm	ziemlich stark
2455	654.7	654.7	Er	stärker als λ 684.0; ziemlich stark
2592	580.9	579.2	Di	äusserst schwach
2682	542.6	542.6	X	schwach
2698	535.6	536.3	X	ziemlich stark
2721	529.2	530.0	Di	sehr schwach
2740	523.6	523.1	Er	stark; stärker als $\lambda = 654.7$
2747	521.6	521.5	Di	schwach
2864	488.8	—	?	schwach; fällt nicht mit der Xlinie $\lambda = 485.5$ zusammen
2920	474.9	474.5	X	äusserst schwach
2943	469.4	469.0	Di	sehr schwach; an der Stelle, welche Thulium $\beta = \lambda$ 465.3 entspricht, war keine Linie zu beobachten, trotzdem $Tm_{\alpha} = 684.0$ ziemlich stark sichtbar
3028	452.6	453—449	X	stark
3076	444.2	444.7	Di	schwach
3163	428.9	428.5	X	kaum sichtbar
3240	417.3	416.7	Sm	ziemlich stark

¹⁾ L. F. Nilson, diese Berichte 15, 2524.

b. Thorit von Arendal: Nitrats der durch H_2SO_4 fällbaren Erden.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2353	729.0	728.3	Di	sehr stark
2382	707.5	708.2	Di	sehr schwach
2419	680.0	679.4	Di	schwach
2568	591.5	591.5	Di	äusserst schwach
2595	579.6	579.2	Di	sehr stark
2604	575.8	575.4	Di	sehr stark
2712	531.6	531.3	Di	äusserst schwach
2740	523.6	523.1	Er	schwach
2747	521.6	521.5	Di	stark
2772	514.6	514.6	Di	schwach
2780	512.5	512.2	Di	schwach
2887	482.5	482.0	Di	stark
2920	474.9	474.5	X	schwach
2943	469.4	469.0	Di	stark
2974	462.3	463.2	Sm	äusserst schwach
3068	445.6	445.1	Di	stark
3076	444.2	444.7	Di	stark
3163	428.9	428.5	X	sehr schwach

Der Thorit von Arendal enthält also ebenso wie derjenige von Brevig so ziemlich alle seltenen Erden, deren Verbindungen Absorptionsspectren geben; ferner wurde bei $\lambda = 488.8$ eine bisher unbekannte Linie beobachtet. Es scheint demnach sich im Arendalthorit ebenso wie im Thorit von Brevig je eine bisher nicht aufgefundene seltene Erde vorzufinden. Was schliesslich die Methode der Trennung des Didyms von den Yttererden durch Sättigen der Lösung mit Kaliumsulfat anbetrifft, so ist aus obigen Tabellen zur Evidenz ersichtlich, dass auf diesem Wege nur eine unvollständige Trennung erreicht werden kann. Die Sulfatlösung der gemischten Erden war mit Kaliumsulfat mehrere Tage lang gesättigt worden, bis kein Niederschlag von Doppelsulfaten mehr entstand. Trotzdem waren im Spectrum der Yttererden mehrere Didymlinien, wenn auch schwach zu beobachten; andererseits fanden sich im Spectrum der durch Kaliumsulfat fällbaren Erden eine Erbium- und zwei X-linien. Auch schon früher wurde gelegentlich auf die nicht gänzliche Vollkommenheit dieser Trennungsmethode des Didyms von den Yttererden hingewiesen¹⁾.

¹⁾ L. F. Nilson, diese Berichte XV, 2525.

3. Wöhlerit von Brevig.

Im Wöhlerit waren bisher keine Yttererden und Ceritmetalle aufgefunden worden, wenngleich dieses Mineral von Scheerer¹⁾ und von Rammelsberg²⁾ analysirt worden ist. Von Ersterem liegt eine, von Letzterem liegen drei Analysen vor, nach welchen gefunden wurde von:

Scheerer		Rammelsberg (Mittelzahlen aus drei Analysen)
Nb ₂ O ₅	14.47	14.41
SiO ₂	30.62	28.43
ZrO ₂	15.17	19.63
CaO	26.19	26.18
FeO	1.91	} 2.50
MnO	1.55	
MgO	0.40	—
Na ₂ O	8.39	7.78
H ₂ O	0.20	—
	98.90	98.93

Aus der Uebereinstimmung der Summenwerthe 98.9 ist schon ersichtlich, dass beide Analysen keine ganz vollständige sind und es wurde in der That bei früherer, gelegentlicher Verarbeitung von 1 Kilo Wöhlerit in demselben ein Gehalt von ungefähr 1 pCt. seltener Erden gefunden. Das gepulverte Mineral wurde in Salzsäure gelöst und aus der von Kieselsäure und Niobsäure befreiten Lösung durch einen Ueberschuss von Chlorwasserstoffsäure der grösste Theil der Zirkonerde als Oxychlorid gefällt. Das Filtrat desselben wurde mit überschüssiger Oxalsäure versetzt, wodurch ausser allen Ytter- und Cerit-Erden etwas noch in Lösung gebliebenes Niob und Zirkon mit niedergeschlagen wurden. Die gemischten Oxalate wurden deshalb geglüht, die Oxyde in Salpetersäure gelöst, deren Nitrate partiell abgetrieben und mit Wasser behandelt, wobei die Niob- und Zirkonverbindungen unlöslich zurückblieben, und so eine Lösung nur der stärkeren, seltenen Basen des Wöhlerits erhalten, welche zur folgenden spectralanalytischen Untersuchung diente:

¹⁾ Pogg. Ann. 92, 242.

²⁾ Berliner Akad. Ber. 1871, 589 und diese Berichte IV, 874.

Wöhlerit von Brevig.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2354	728.3	728.3	Di	stark
2420	679.3	679.4	Di	} schwach; die Thuliumlinie $\lambda = 686.4$ war nicht sichtbar
2455	654.7	654.7	Er	
2505	626.1	626.1	Di	ziemlich stark
2568	591.5	591.5	Di	sehr schwach
2596	579.2	579.2	Di	schwach
2604	575.8	575.4	Di	stark
				stark, zieml. $\lambda = 579.2 > 575.4$
2688	539.9	—	?	} schwach, scharf begrenzt; wurde auch im Spectrum des Thorites von Brevig beobachtet
2698	535.6	536.3	X	schwach
2741	523.3	523.1	Er	stark
2747	521.6	521.5	Di	stark
2773	514.3	514.6	Di	schwach
2782	511.9	512.2	Di	sehr schwach
				fällt nicht mit der X-Linie $\lambda = 485.5$ zusammen, welche im Wöhleritmaterial nicht zu beobachten war
2864	488.8	—	?	
2887	482.5	482.0	Di	ziemlich stark
2911	477.0	477.7	Sm	schwach
2944	469.2	469.0	Di	stark
2975	462.1	462.3	Sm	äusserst schwach
3030	452.3	453—449	X	äusserst schwach
3068	445.6	445.1	Di	stark
3076	444.2	444.7	Di	sehr stark
3164	428.7	428.5	X	schwach, gleich $X_{\lambda} = 536.3$
3240	417.3	416.7	Sm	sehr schwach

Im Wöhlerit kommt ausser den in den Analysenangaben von Scheerer und Rammelsberg aufgeführten Elementen und ausser den in obigem Schema genannten seltenen Metalle ferner noch Uran vor, denn es konnten im Wöhleritspectrum die Ur_{α} -, Ur_{β} -, Ur_{γ} -, Ur_{δ} -linien deutlich beobachtet werden. Dieselben sind jedoch in obigen Angaben ebenso wie in den Mittheilungen über die Thoritspectren eliminirt worden.

4. Cerit von Bastnäs.

Ein Material von seltenen Erden, welches aus dem Cerit von Bastnäs gewonnen worden war und die Didymerde im alten Sinne des Wortes enthielt, zeigte in Nitratlösung folgendes Absorptionsspectrum:

a) Cerit von Bastnäs: Didym und Samariummaterial.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2353	729.0	728.3	Di	stark
2405	690.5	—	?	sehr schwach
2420	679.3	679.4	Di	ziemlich stark
2480	640.6	640.4	X	kaum merkbar
2505	626.1	626.1	Di	schwach; auflösbar in 2 feine Linien bei $\lambda = 623.4$ und $\lambda = 618.8$
2595	579.6	579.2	Di	
2604	575.8	575.4	Di	äusserst stark
2712	531.6	531.3	Di	schwach
2735	525.2	—	?	schwach
2747	521.6	521.5	Di	sehr stark
2772	514.6	514.6	Di	schwach
2780	512.5	512.2	Di	schwach
2887	482.5	482.0	Di	stark
2911	477.0	477.7	Sm	schwach
2943	469.4	469.0	Di	stark; stärker als $\lambda = 482.0$
2970	463.2	463.2	Sm	sehr schwach
3076	444.2	444.7	Di	sehr stark
3135	434.0	—	?	sehr schwach
3163	428.9	428.5	X	schwach
3240	417.3	416.7	Sm	schwach

b) Vollkommen identisch mit obigem Absorptionsspectrum war dasjenige eines Didymmaterials, welches wir der Güte des Hrn. Prof. Cleve verdanken; auffällig war, dass im Materiale von Bastnäs, wie im Cleve'schen Materiale drei, wenn auch schwache Linien bei $\lambda = 690.5, 525.2, 434.0$ gefunden wurden, welche mit keinen bisher bekannten Absorptionslinien identificirt werden konnten. Die Auslegung, dass diese drei Linien bisher deshalb nicht beobachtet wurden, weil bei der Untersuchung vielleicht zu geringe Concentration oder Schichtendicke der Lösung angewandt wurde, ist unzulässig, denn

nach den in dieser Mittheilung enthaltenen Tabellen hatten wir Gelegenheit, Spectren zu beobachten, in denen andere sonst schwache Didymlinien ziemlich stark sichtbar waren, ohne dass die genannten drei Linien beobachtet werden konnten. Es findet sich also im Didymmaterial aus Cerit von Bastnäs, ebenso wie im Cleve'schen Didymmaterial ausser dem Sm, X und dem Didym im gewöhnlichem Sinne des Wortes in geringer Menge noch ein anderes Element, dessen Nitratlösung bei $\lambda = 690.5$, 525.2 und bei $\lambda = 434.0$ Absorptionsstreifen giebt; in anderen Mineralien konnten wir dieses Element bis jetzt nicht auffinden.

Ausser dem Didymmaterial verdanken wir dem Hrn. Prof. Cleve fernerhin noch ein

5. Samarium- und Praseodym-Material.

Das Samariummaterial rührte aus verschiedenen Mineralien her, enthielt ein ^{III}Sm vom Atomgewicht 150.0 und lieferte in salpetersaurer Lösung folgendes Absorptionsspectrum:

a) Samarium von Cleve.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2595	579.6	579.2	Di	schwach
2604	575.8	575.4	Di	sehr schwach
2645	558.7	559—556	Sm	schwach
2725	528.1	530.0	Di	äusserst schwach
2749	521.0	521.5	Di	äusserst schwach
2825	500.4	501.5—497	Sm	ziemlich stark
2863	489.1	—	?	sehr schwach
2882—2920	483—475	486—472	Sm	äusserst stark
2970	463.3	466—460	Sm	sehr stark und scharf
3030	452.9	453—449	X	äusserst schwach
3080	443.5	444.7	Di	stark mit unscharf. Rande
3240	417.4	416.7	Sm	sehr stark
3300	409	409	Sm	schwach

Was das Praseodymmaterial anbetrifft, so war dasselbe ebenfalls aus verschiedenen Mineralien gewonnen worden und gab wie Auer v. Welsbach's Praseodym eine grünliche Nitratlösung. Das Spectrum derselben sei im Folgenden mitgetheilt:

b) Praseodym von Cleve.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2353	729.0	728.3	Di	stark
2420	679.3	679.4	Di	kaum merkbar
2568	591.5	591.5	Di	schwach, breit
2595	579.6	579.2	Di	stark
2604	575.8	575.4	Di	ziemlich stark
2712	531.6	531.3	Di	kaum sichtbar
2747	521.6	521.5	Di	ziemlich stark und scharf
2780	512.5	512.2	Di	schwach, breit, nebelig
2887	482.5	482.0	Di	sehr scharf und intensiv, aber schmal
2943	469.4	469.0	Di	ziemlich stark
3076	444.2	444.7	Di	sehr stark

6. Fergusonit von Arendal und von Ytterby.

Wie vor Kurzem in diesen Berichten mitgeteilt¹⁾, waren bei Gelegenheit einer Arbeit über die seltenen Erden und die Niobsäure des Fergusonites ziemlich beträchtliche Mengen seltener Erden gewonnen worden. Das Material, welches aus 2 Kilo Fergusonit von Arendal stammte, wurde durch 12maliges Abtreiben der Nitate in verschiedene Fractionen zerlegt, welche die Erden nach dem Grade ihrer Basicität geordnet enthielten. Den Nitratlösungen der zwölf Fractionen kommen sehr verschiedene Spectren zu und es ist von Interesse zu sehen, wie die relative Intensität der Absorptionsstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen schwankt; aus den folgenden Tabellen ist schon ersichtlich, dass mehrere bisher als chemische Elemente betrachtete Körper aus mehreren Componenten bestehen.

¹⁾ Gerhard Krüss und L. F. Nilson, diese Berichte XX, 1676.

a) Fergusonit von Arendal.

Intensität der Absorptionsstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen										
Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima Stellung der Fernrohr- trommel	Früher beobachtete Wellenlänge	Fraction I					Fraction II	Fraction III	Fraction IV	Fraction V
		äußerst schwach	stark	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	äußerst schwach	—	—	—
2354	728.3	Di	äußerst schwach	stark	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	äußerst schwach	—	—
2382	707.5	Di	—	—	—	—	—	—	—	—
2415	683.2	Tm	—	—	—	—	—	—	—	—
2420	679.3	Di	sehr schwach	sehr schwach	ziemlich schwach	ziemlich schwach	schwach, nimmt zu an Stärke von Fraction I—III	schwach	sehr schwach	sehr schwach
2456	654.2	Er	stärker	stark	äußerst schwach	stark	—	stark	—	ziemlich stark
2567	592.0	Di	äußerst schwach	stark	äußerst schwach	äußerst schwach	—	—	—	—
2595	579.6	Di	sehr stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
2606	575.0	Di	stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
2682	542.6	X	schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
2699	536.3	X	ziemlich stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
2740	523.6	Er	stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
2747	521.6	Di	stark, etwas schwäch. als $\lambda = 523.1$	stark	stark	stark	—	—	—	—
2782	512.0	Di	schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
2872	485.9	X	ziemlich stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
2920	474.9	X	ebenso stark wie $\lambda = 536.3$	stark	stark	stark	—	—	—	—
2943	469.4	Di	äußerst schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
2974	462.3	Sm	sehr schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
3030	452.3	X	sehr stark	stark	stark	stark	—	—	—	—
3074	444.6	Di	schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
3165	428.5	X	ziemlich schwach	stark	stark	stark	—	—	—	—
3240	417.3	Sm	sehr stark	stark	stark	stark	—	—	—	—

Fergusonit von Arendal (Fortsetzung).

Früher beobachtete Wellenlänge	Intensität der Absorptionsstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen						
	Fraction VI	Fraction VII	Fraction VIII	Fraction IX	Fraction X	Fraction XI	Fraction XII
728.3	—	—	—	—	—	—	—
708.2	—	—	—	—	—	—	—
684.0	schwach	{ stärker als in Fraction VI	ziemlich stark	ziemlich stark	schwächer	schwach	kaum sichtbar
679.4	—	—	—	—	—	—	—
654.7	ziemlich schwach	zieml. schwach	wie Fraction VII	wie Fraction VII	schwächer	sehr schwach	—
591.5	—	—	—	—	—	—	—
579.2	—	—	—	—	—	—	—
575.4	—	—	—	—	—	—	—
542.6	{ ziemlich schwach, $\lambda = 536.3$ etwas stärker als $\lambda = 542.6$	{ beide X-Linien sind gleich stark	{ $\lambda = 542.6$ ist jetzt etwas stärker als $\lambda = 536.3$	{ $\lambda = 542.6$ im Verhältnisse noch stärker als $\lambda = 536.3$; beide Linien schwach	schr schwach	äuss. schwach	—
536.3	—	—	—	—	—	—	—
523.1	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	zieml. schwach	schwach	sehr schwach	{ noch etwas stärker als die Tm-Linie dieser Fraction
521.5	schwach	schwach	—	—	—	—	—
512.2	—	—	—	—	—	—	—
485.5	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	schwächer	schwach	—
474.5	—	—	—	—	—	—	—
469.0	—	—	—	—	—	—	—
463.2	—	—	—	—	—	—	—
453—449	{ stark; stärkste Linie im Spectrum	{ wie in Fraction VI	{ wie in Fraction VI	{ wie in Fraction VI	schwach	{ schwaches, breites Band	—
444.7	—	—	—	—	—	—	—
428.5	—	—	—	—	—	—	—
416.7	sehr schwach	sehr schwach	—	—	—	—	—
Sm	—	—	—	—	—	—	—

Die Erden, welche aus 1½ Kilo Fergusonit von Ytterby gewonnen waren, wurden nicht weiter durch fractionirtes Abtreiben der Nitate zerlegt, sondern direct in salpetersaurer Lösung untersucht:

b) Fergusonit von Ytterby.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr- trummel	Beob- achtete Wellen- länge			
2353	729.0	728.3	Di	ziemlich stark
2420	679.4	679.4	Di	äusserst schwach
2456	654.2	654.7	Er	ziemlich stark
2480	640.6	640.4	X	ziemlich schwach
2505	626.1	626.1	Di	äusserst schwach
2567	592.0	591.5	Di	sehr schwach
2595	579.6	579.2	Di	sehr stark
2606	575.0	575.4	Di	stark
2682	542.6	542.6	X	ziemlich stark
2699	535.3	536.3	X	ebenso stark wie X- λ = 542.6
2705	533.6	—	?	schwach, aber scharf
2740	523.6	523.1	Er	sehr stark
2747	521.6	521.5	Di	stark
2782	512.1	512.2	Di	schwach
2872	485.9	485.5	X	stark
2920	474.9	474.5	X	sehr schwach
2943	469.4	469.0	Di	kaum merkbar
2974	462.3	463.2	Sm	sehr schwach
3023	452.6	453—449	X	{ äusserst stark; stärkste Linie des ganzen Spectrums
3076	444.2	444.7	Di	sehr schwach
3163	428.9	428.5	X	schwach
3240	417.3	416.7	Sm	stark

Im Spectrum des Ytterbyfergusonites finden sich mehrere Linien des Didyms und der Soret'schen Erde X, welche im Spectrum des Fergusonites von Arendal nicht beobachtet werden konnten. Andererseits fanden sich im Arendalsmateriale nicht unbeträchtliche Mengen von Thulium, dessen Gegenwart im Fergusonit von Ytterby nicht beobachtet wurde. Im Spectrum der Erden aus dem letzteren Minerale war ferner noch eine Linie bei $\lambda = 533.6$ zu sehen, welche ausserdem nur noch im Absorptionsspectrum der Euxeniterden von Hitterö gefunden wurde, jedoch mit keiner der bisher für die Nitate der seltenen Erden charakteristischen Absorptionslinien identificirt werden konnte.

7. Euxenit von Hitterö und von Arendal.

Bei früheren Arbeiten über die Ytterbinerde, das Atomgewicht des Ytterbiums¹⁾ und über Scandium²⁾ waren mehrere Kilo Erden aus Euxeniten von Hitterö und Arendal verarbeitet worden und wir unterzogen auch Diese einer genaueren spectralanalytischen Untersuchung. Die gemischten Nitate waren nach der bekannten Methode partieller Zersetzung durch Erhitzen derselben zerlegt worden; jede in den folgenden Tabellen *) als Fraction oder Serie bezeichnete Nitratlösung resultirte aus 6—7 einzelnen Zersetzungen, so dass im Ganzen mehrere hundert Abtreibungen der Nitate vorgenommen waren.

*) Siehe die beiden Tabellen auf Seite 2150—2151.

Im Anschluss hieran wurde noch ein holmiumreiches Material untersucht, welches beim Abtreiben der angeführten Fractionen 5—43 von Hitterö-Euxeniterden, sowie aus anderen holmiumreichen Materialien verschiedener Herkunft genommen worden war.

Holmiummaterial.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellen- länge	für	Intensitäten der Absorptionsstreifen
Stellung der Fernrohr- trommel	Beobachtete Wellenlänge			
2353	729.0	728.3	Di	ziemlich stark
2455	654.7	654.7	Er	schwach, breit
2480	640.6	640.4	X	stark
2682	542.6	542.6	X	fein und scharf
2688	539.0	—	?	schwach, aber scharf
2698	535.5	536.3	X	stark
2740	523.6	523.1	Er	schwach, scharf
2747	521.6	521.5	Di	schwach, breit
2872	485.9	485.5	X	stark
2887	482.5	482.0	Di	kaum sichtbar
2920	474.9	474.5	X	ziemlich stark
2943	469.4	469.0	Di	sehr schwach, aber scharf
3030	452.0	453—449	X	äusserst stark
3163	428.9	428.5	X	schwach
3240	417.3	416.7	Sm	sehr stark

Auch im Spectrum dieses Holmiummaterials konnte die bisher nicht identifizierte Linie bei $\lambda = 539.0$ beobachtet werden, welche ausserdem nur noch bei Untersuchung des Thorites, wie des Wöhlerites von Brevig aufgefunden wurde (Fortsetzung auf Seite 2152).

¹⁾ L. F. Nilson, diese Berichte XII, 550: XIII, 1430.

²⁾ L. F. Nilson, diese Berichte XII, 554.

a) Euxenit von Hitterö.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge		Intensität der Absorptionstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen					
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge	für		Fraction I	Fraction II	Fraction III	Fraction IV	Fraction V und VI	Fraction VII
2353	729.0	Di	728.3	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich schwach
2413	684.4	Im	684.0	schwach	schwach	schwach	schwach	schwach	schwach
2419	680.0	Di	679.4	stark	ziemlich schwach	schwach	sehr schwach	—	—
2436	634.2	Er	634.7	äußerst schwach	sehr schwach	sehr schwach	äußerst schwach	äußerst schwach	kaum sichtbar
2480	640.6	X	640.4	—	—	—	sehr schwach	schwach	schwach
2505	621.1	Di	621.1	schwach	sehr schwach	sehr schwach	—	—	—
2563	591.5	Di	591.5	ziemlich schwach	ziemlich schwach	schwach	äußerst schwach	—	schwach
2595	579.2	Di	579.2	sehr stark	sehr stark	sehr stark	stark	stark	sehr schwach
2604	575.8	Di	575.4	sehr stark	stark	stark	schwach	schwach	äußerst schwach
2682	542.6	X	542.6	äußerst schwach	äußerst schwach	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach
2698	535.5	X	536.3	ziemlich schwach	ziemlich schwach	schwach	schwach	schwach	ziemlich stark
2747	536.6	?	—	—	—	—	sehr schwach	schwach	ziemlich stark
2740	523.6	Er	523.1	äußerst stark	stark	stark	stark	stark	ziemlich stark
2747	521.6	Di	521.5	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	schwach	schwach	sehr schwach
2780	512.5	Di	512.2	sehr stark	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	sehr schwach	kaum sichtbar
2872	485.9	X	485.5	—	—	—	—	schwach	schwach
2887	482.5	Di	482.0	sehr stark	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	sehr schwach	sehr schwach
2911	477.0	Sm	477.7	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	schwach	sehr schwach	sehr schwach
2920	474.9	X	474.5	—	—	—	—	schwach	schwach
2943	469.4	Di	469.0	stark	ziemlich schwach	äußerst schwach	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach
2974	462.3	Sm	463.2	stark	stark	stark	stark	stark	ziemlich stark
3030	452.0	X	453—449	—	—	—	sehr stark	sehr stark	sehr stark
3076	444.2	Di	444.7	sehr stark	stark	schwach	sehr schwach	—	schwach
3163	428.9	X	428.5	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	ziemlich stark
3240	417.3	Sm	416.7	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	stark	ziemlich stark

b) Euxenit von Arendal.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		für	Intensität der Absorptionsstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen					
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge		Fraction I	Fraction II	Fraction III	Fraction IV	Fraction V	Fraction VI
2353	729.0	Di	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	mittelstark
2394	716.4	?	—	—	—	—	—	—
2415	683.2	Tm	äußerst schwach	sehr schwach	schwach	schwach	schwach	zieml. schwach
2419	680.0	Di	sehr schwach	äußerst schwach	—	—	—	—
2455	654.7	Er	ziemlich stark	stark	stark	stark	stark	stark
2480	640.6	X	—	—	—	—	—	—
2505	621.1	Di	schwach	äußerst schwach	—	—	—	—
2568	591.5	Di	ziemlich schwach	sehr schwach	äußerst schwach	—	—	—
2595	579.6	Di	sehr stark	stark	ziemlich stark	schwach	schwach	schwach
2604	575.8	Di	stark	ziemlich stark	schwach	sehr schwach	sehr schwach	äußerst schw.
2682	542.6	X	ziemlich stark	ziemlich stark	stark	stark	stark	stark
2698	535.5	X	ziemlich stark	ziemlich stark	stark	stark	stark	stark
2740	523.6	Er	stark	stark	stark	sehr stark	sehr stark	äußerst stark
2747	521.6	Di	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	zieml. schwach	sehr schwach	—
2780	512.5	Di	ziemlich schwach	schwach	—	—	—	—
2857	485.9	X	—	—	ziemlich schwach	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark
2882	482.5	Di	ziemlich stark	stark	ziemlich schwach	—	—	—
2920	474.9	X	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	zieml. schwach
2943	469.4	Di	—	—	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach	schwach
2974	463.2	Sm	ziemlich schwach	—	—	—	—	—
3028	453.6	X	sehr stark	{stärkste Linie (dieser Fraction	sehr stark	äußerst stark	äußerst stark	äußerst stark
3076	444.2	Di	ziemlich stark	ziemlich schwach	schwach	schwach	schwach	schwach
3163	428.9	X	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	zieml. schwach	schwach	schwach
3240	417.3	Sm	stark	stark	stark	stark	stark	stark

b) Euxenit von Arendal (Fortsetzung).

Früher beobachtete Wellenlänge	für	Intensität der Absorptionstreifen in den Spectren der einzelnen Fractionen									
		Fraction VII	Fraction VIII	Fraction IX	Fraction X	Fraction XI	Fraction XII	Fraction XIII	Fraction XIV		
728.3 (716.4)	Di	mittelstark	zieml. schwach äusserst schw.	zieml. schwach sehr schwach	schwach sehr schwach { stark; ebenso stark w. d. Er- linie $\lambda = 654.7$	sehr schwach sehr schwach { stärker als $\lambda = 654.7$	äusserst schw. äusserst schw.	—	—	—	—
684.0	Tm	ziemlich stark	ziemlich stark	stark	—	—	stark	stark	stark	stark	stark
679.4	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
654.7	Er	stark	stark	stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	zieml. schwach	schwach	schwach	schwach
640.4	X	äusserst schw.	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach	äusserst schw.	äusserst schw.	äusserst schw.	—	—
621.1	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
591.5	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
579.2	Di	sehr schwach	—	—	—	—	—	—	—	—	—
575.4	Di	kaum merkbar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
542.6	X	{ stark; stärker als d. X-Linie $\lambda = 536.3$	stark	stark	stark	ziemlich stark	zieml. schwach	schwach	sehr schwach	—	—
536.3	X	ziemlich stark	zieml. schwach stark	schwach stark	schwach stark	sehr schwach stark	äusserst schw.	—	—	—	—
523.1	Er	sehr stark	—	—	—	—	—	stark	stark	stark	stark
521.5	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
512.2	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
485.5	X	stark	{ stark = X $\lambda = 452.6$	sehr stark	{ zieml. stark; schwächer als $\lambda = 452.6$	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	ziemlich stark	—	—
492.0	Di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
474.5	X	zieml. schwach	schwach	sehr schwach	äusserst schw.	—	—	—	—	—	—
469.0	Di	schwach	schwach	sehr schwach	—	—	—	—	—	—	—
463.2	Sm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
453-449	X	äusserst stark	äusserst stark	sehr stark	stärkste Linie	stark	recht stark	ziemlich stark	sehr schwach	—	—
444.7	Di	schwach	schwach	schwach	schwach	schwach	sehr schwach	äusserst schw.	—	—	—
428.5	X	sehr schwach	äusserst schw.	—	—	—	—	—	—	—	—
416.7	Sm	stark	ziemlich stark	schwach	äusserst schw.	—	—	—	—	—	—

Schliesslich sind für das Studium über die Componenten des Erbiums und des Thuliums noch die folgenden Messungen einiger Mutterlaugen von Interesse. Dieses sind syrupdicke Nitratlösungen, welche bei der Darstellung reiner Ytterbiumverbindungen durch Abreiben der Nitrate theils aus den oben angeführten Exeniten von Hitterö, theils aus anderen Materialien verschiedener Herkunft gewonnen worden waren.

c) Mutterlaugen, gewonnen bei Darstellung reiner Ytterbinerde.

Beobachtete Lage der Dunkelheitsmaxima		Früher beobachtete Wellenlänge für	Intensität der Absorptionstreifen in den Spectren der einzelnen Serien				
Stellung der Fernrohr-trommel	Beobachtete Wellenlänge		Serie 41—46	Serie 47—53	Serie 54—60	Serie 61—62	Serie 63—65
2394	716.4	—	sehr schwach	äusserst schwach	—	—	—
2413	684.4	684.0	stark	stark	—	—	—
2455	654.7	654.7	äusserst schwach	äusserst schwach	ziemlich schwach	sehr schwach	äusserst schw.
2682	542.6	542.6	kaum sichtbar	—	kaum sichtbar	—	kaum sichtbar
2740	523.6	523.1	sehr schwach	kaum sichtbar	—	—	—
2872	485.9	485.5	äusserst schwach	—	—	—	—
2920	474.9	474.5	kaum sichtbar	—	—	—	—
2963	464.9	465.0	ziemlich stark	schwach, scharf	äusserst schwach	kaum sichtbar	—

III.

Wie in dem ersten Theile dieser Mittheilung erwähnt, drängte sich uns schon bei Untersuchung der Thoriterden die Vermuthung auf, dass Elemente wie Soret's X, das Thulium, ferner wie das jetzige Erbium keine einfachen chemischen Elemente seien. Im vorigen Jahrzehnt noch wurde die alte Erbinerde als das Oxyd eines einfachen Elementes betrachtet; jetzt wissen wir, dass diese Erbinerde aus sieben Erden, aus der Scandin-, Ytterbin-, Thulin-, Erbin-, Terbin-Erde, aus derjenigen, welche Soret mit X bezeichnete, und aus der Yttererde besteht.

Aus dem in dieser Abhandlung mitgetheilten reichen Beobachtungsmateriale glauben wir nun mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit zeigen zu können, dass auch diejenigen Erbinerden, deren Nitrate Absorptionsspectren geben, keine einfachen Körper, sondern Gemische von Oxyden verschiedener Elemente sind. Da dieses zunächst am deutlichsten ersichtlich ist, wenn wir das Auftreten, bezw. Fehlen der einzelnen Holmiumlinien in den untersuchten Spectren näher verfolgen, so sei zuerst berichtet:

1. Ueber die Componenten des Holmiums oder von Soret's Erde X.

Das Nitrat der Erde X von Soret oder das Holmiumnitrat, wie dasselbe von Cleve benannt wurde, giebt im gut sichtbaren Theile des Spectrums nach den Messungen Soret's folgende Absorptionslinien:

Holmiumspectrum nach Soret:

λ	λ
753 faible	474.5 très faible et nébuleuse
640.4 } très caractéristiques	453 à 449
536.3 }	
485.5	480 douteuse

Anstatt $\lambda = 480.0$ fand Lecoq de Boisbaudran ¹⁾ $\lambda = 427.5$; Verfasser fanden fast ausnahmslos $\lambda = 428.5$, welchen Werth für diese Holmiumlinie wir deshalb stets in obige Tabellen einsetzten. Es ist diese Linie wiederholt früher auch als Absorptionslinie des Didyms bezeichnet und in Didymspectren aufgeführt worden; dieses ist dadurch veranlasst, dass sowohl das Didym als das Holmium, wie aus dieser Mittheilung ersichtlich, zusammengesetzte Körper sind und die einzelnen Componenten derselben nebeneinander vorkommen können. Wir bezeichnen diesen Streifen $\lambda = 428.5$, jedoch besser als einen dem X eigenen Streifen, denn derselbe findet sich immer vor, wenn man

¹⁾ Compt. rend. 102, 1003.

ein Holmiummaterial untersucht, welches nach mehreren Hundert Abtreibungen der gemischten Nitate erhalten worden war, und welches sonst keinen der bisher mit Di bezeichneten Streifen aufweist. Ein derartiges Material ist vollständig frei von allen Didymerden.

Ferner beobachteten wir, dass bei $\lambda = 542.6$ fast immer ein Streifen sichtbar war, sowie sonst im Spectrum Holmiumlinien zu erkennen waren. $\lambda = 542.6$ wurde im Thorit von Arendal, in den Fergusoniten von Ytterby und Arendal, in Euxeniten verschiedener Fundorte und Mutterlaugen aus verschiedenen Mineralien gefunden. Der Körper, welchem diese Linie zukommt, folgte immer mit in die Fractionen, in welchen sich das Holmium anreicherte, weshalb wir auch diesen Streifen, wie die anderen Holmiumlinien einstweilen noch mit dem Zeichen X belegen wollen.

Nun theilte Lecoq de Boisbaudran¹⁾ im vorigen Jahre mit, dass er durch mehrere hundertmalige Fractionirung eines Holmiummaterials durch Ammoniak und Kaliumsulfat das Holmium oder Soret's X in zwei Elemente zerlegen konnte, in das eigentliche Holmium und das Dysprosium. Das Spectrum dieses Holmiumnitrates zeigte die Streifen $\lambda = 640.4$ und 536.3 sehr stark und liess die anderen X-Linien nur schwach erkennen, während das Dysprosiumnitrat die anderen Streifen des Holmiumspectrum deutlicher aufwies. Er bezeichnet die Streifen des Dysprosiumspectrum nach Reihenfolge ihrer Intensitäten mit

Dy_{α}	$\lambda = 451.5$
Dy_{β}	$\lambda = 475.0$
Dy_{γ}	$\lambda = 756.5$
Dy_{δ}	$\lambda = 427.5$

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, ist das Holmium in der That kein einheitlicher Körper, jedoch besteht dasselbe aus mehr als zwei Componenten; Lecoq de Boisbaudran's Holmium, wie das Dysprosium desselben sind ebenfalls noch zusammengesetzte Körper.

Betrachten wir zunächst das Spectrum der aus dem Thorit von Brevig gewonnenen Erden, so ist ersichtlich, dass von allen X-Linien nur jene bei $\lambda = 428.5$ stark zu beobachten war, während $\lambda = 640.4$ und 485.5 nur sehr schwach auftraten. $\lambda = 428.5$ ist die viert schwächste Linie des Dysprosiumspectrum und von Lecoq de Boisbaudran mit Dy_{δ} bezeichnet. Ist Dysprosiumnitrat das Nitrat eines einheitlichen Körpers, so müssen, falls Dy_{δ} stark sichtbar, wie es im Brevigthoritspectrum der Fall ist, auch Dy_{γ} , Dy_{β} und Dy_{α} um so stärker im Spectrum zu erkennen sein. Dieses war jedoch nicht der

¹⁾ Compt. rend. 102, 1004.

Fall; es konnten weder bei $\lambda = 451.5$, noch bei 475.0 oder 756.5 X-Linien beobachtet werden. Das sogenannte Dysprosium besteht also zum Mindesten aus zwei Körpern, von denen dem Einen in Nitratlösung nur der Streifen bei $\lambda = 428.5$ zukommt, während der andere die Absorption bei $\lambda = 451.5$, 475.0 und 756.5 erzeugt. Da am Brevigthoritmaterial diese Linien nicht beobachtet wurden, so kommt dieser Theil von Lecoq de Boisbaudran's Dysprosium in diesem Minerale überhaupt nicht vor. Ebenso wurde in einem aus Cerit von Bastnäs gewonnenem Didym-Materiale von allen dem Dy eigenen Linien nur $Dy_{\beta} = 428.5$ beobachtet. Also auch hier hat die Natur schon die Absonderung des einen Theiles von Lecoq de Boisbaudran's Dysprosium vorgenommen, dessen Gegenwart in dem Gemisch, welches man Soret's Erde X benannte, Veranlassung zum Auftreten der Absorptionslinie bei $\lambda = 428.5$ im Holmiumspectrum war.

Ferner war Lecoq de Boisbaudran's Dy_{β} -Linie bei $\lambda = 475.0$ in dem Materiale, welches aus den Lösungen der Arendalthoriterden durch Kaliumsulfat ausgefällt war, sowie in den zuletzt aufgeführten Mutterlaugen, gewonnen bei der Darstellung reiner Ytterbinerdes Serie 41—46 zu beobachten, ohne dass die Dy_{α} -Linie, welche doch stärker auftreten sollte, falls Dy_{α} und Dy_{β} einem einheitlichen Körper angehören, gesehen werden konnte. Dass $\lambda = 475.0$ und 451.5 verschiedenen Körpern angehören, geht ferner daraus hervor, dass in den Spectren der aus Euxenit von Arendal erhaltenen Fractionen von Fraction V bis X $\lambda = 474.5$ schnell an Intensität abnimmt und zuletzt ganz verschwindet, während $\lambda = 453-449$ (Dy_{α}) ungeschwächt äusserst stark, als die stärkste Linie des ganzen Spectrums beobachtet werden konnte. $\lambda = 474.5$ gehört einem Nitrat an, welches, wie aus den Fractionirversuchen hervorgeht, ein Oxyd geringerer Basicität enthält, als jenes Nitrat, welchem $\lambda = 451.5$ zukommt. Letzteres scheint vollständig von Ersterem gesondert in relativ ziemlich grossen Mengen in Fraction XI, XII und XIII aus Euxenit von Arendal vorzukommen. Lecoq de Boisbaudran's Dy_{α} -, Dy_{β} - und Dy_{γ} -Linien gehören also drei verschiedenen Elementen an: Den Beziehungen der Dy_{γ} -Linie bei $\lambda = 756.5$ wurde bisher noch nicht weiter nachgeforscht, da zu meist bei künstlicher Beleuchtung (Lampenlicht) gearbeitet wurde.

Was die X-Linie bei $\lambda = 485.5$ anbetrifft, so wurde dieselbe, wenn auch schwach, so doch sicher im Spectrum des Brevigthorites, wie auch in denjenigen der bei der Ytterbinerdebereitung gewonnenen Mutterlaugen beobachtet, ohne dass die X- (oder Dy)-Linien bei $\lambda = 474.5$ und 451.5, bzw. bei $\lambda = 451.5$ und 428.5 gesehen werden konnten; auch die X-Linien $\lambda = 542.6$ und 536.3 waren im Brevigthoritspectrum unsichtbar, trotzdem $\lambda = 485.5$ beobachtet wurde. Wenn man schliesslich hinzunimmt, dass in den Fractionen VI bis IX

des Fergusonites von Arendal $\lambda = 485.5$ ziemlich stark auftrat, ohne dass $\lambda = 640.4$, 474.5 und 428.5 sichtbar waren, so ergibt sich hieraus, dass das Auftreten dieser X-Linie durchaus nicht von demjenigen irgend einer anderen X-Linie begleitet sein muss, und dass derjenige Körper, dessen Vorhandensein die Entstehung der Linie $\lambda = 485.5$ veranlasst, in den verschiedenen Mineralien und den untersuchten Fractionen zum Theil von den anderen Componenten der Erde X von Soret getrennt vorfindet.

In Bezug auf das Holmium, im engeren Sinne des Wortes, so liefert das Nitrat desselben nach Lecoq de Boisbaudran¹⁾ vornehmlich nur zwei Streifen bei $\lambda = 640.4$ und 536.3 . Auch dieses eigentliche Holmium muss zum Mindesten aus zwei Elementen bestehen, denn $\lambda = 640.4$ wurde in den Spectren des Thorites von Brevig, wie des Cerites von Bastnäs sicher, wenn auch schwach beobachtet, ohne dass $\lambda = 536.3$ vorhanden war; andererseits war in den Spectren der Yttererden aus Thorit von Arendal, in demjenigen des Wöhlerites, Fergusonites von Arendal in den ersten Fractionen aus Euxenit von Arendal die Linie $\lambda = 536.3$ zum Theil sogar stark sichtbar, ohne dass bei $\lambda = 640.4$ die geringste Andeutung für die Anwesenheit des $\lambda = 640.4$ entsprechenden Elementes in diesen Mineralien, bezw. Fractionen sich gezeigt hätte.

Schliesslich ergibt sich noch, dass die X-Linie bei $\lambda = 542.6$ beobachtet wurde, ohne dass:

- $\lambda = 428.5$ (siehe: Fergusonit von Arendal, Fraction V bis XI und Mutterlangen von Ytterbinerdebereitung, Serie 41—46),
- $\lambda = 453-449$ (siehe: Euxenit von Hitterö, Fraction I und II und Mutterlaugen von Ytterbinerdebereitung, Serie 41—46),
- $\lambda = 474.5$ (siehe: Fergusonit von Arendal, Fraction VI bis XI),
- $\lambda = 485.5$ (siehe: Yttererden aus Thorit von Arendal, Euxenit von Hitterö, Fraction I bis IV, Euxenit von Arendal, Fraction I und II),
- $\lambda = 536.3$ (siehe: Fergusonit von Arendal, Fraction X und XI, Euxenit von Arendal, Fraction XIII und XIV und Mutterlaugen von Ytterbinerdebereitung, Serie 41—46),
- $\lambda = 640.4$ (siehe: Yttererden aus Thorit von Arendal, Fergusonit und einige Fractionen des Euxenites von Arendal, Mutterlaugen von der Ytterbinerdebereitung, Serie 41—46),

in den aufgeführten Fällen zu gleicher Zeit im Spectrum sichtbar waren. Tritt die Linie $\lambda = 542.6$ wie zum Beispiel in den Fractionen des Euxenites von Hitterö oder wie im Spectrum des Holmiummaterials in der That zusammen mit allen anderen X-Linien auf, so erscheint sie im Verhältniss zu diesen immer sehr schwach.

¹⁾ loc. cit.

Umsomehr müssten die anderen X-Linien, oder eine derselben auch stets sichtbar sein beim Auftreten von $\lambda = 542.6$, falls diese Linie zugleich mit einer anderen X-Linie durch die Absorption eines einheitlichen Körpers veranlasst würde. Da dieses jedoch nicht der Fall ist, das Auftreten von $\lambda = 542.6$ nach den oben angeführten Beispielen an die Sichtbarkeit keiner der anderen X-Linien gebunden ist, so müssen wir auch diese dem Nitrate eines besonderen Elementes zuschreiben, welches mit den anderen Componenten des Holmiums die gemeinsame Eigenschaft besitzt, dass auch das Nitrat dieses Körpers im Absorptionsspektrum nur eine Linie besitzt.

Was die Benennung der einzelnen Theile von Soret's Erde X anbetrifft, so nehmen wir davon Abstand, dieselben mit besonderen Namen zu belegen, sondern möchten sie bis auf weiteres auf andere Weise kennzeichnen. Den Namen »Dysprosium« lassen wir fallen, weil er nur einen zusammengesetzten Körper bezeichnete, aus gleichen Gründen »Holmium«, und zwar umsomehr noch, weil einerseits Cleve diesen Namen dem Gesamtkörper von Soret's X, später Lecoq de Boisbaudran nur dem einen Theile desselben verlieh. Die frühzeitige Benennung von Körpern, deren weitere Zerlegung nicht ausgeschlossen ist, mit Elementennamen kann mit der Zeit zu leicht zu Verwirrungen in der Bezeichnung seltener Elemente Anlass geben.

Deshalb möchten wir dem Beispiele Marignac's folgen, welcher bei Auffindung seines Y_α sagte: »Je ne juge pas nécessaire de donner encore un nom à cette nouvelle terre; il en sera temps lorsqu'on sera certain de l'avoir à l'état de pureté, et que l'on aura réussi à la préparer en quantité suffisante pour faire une étude un peu complète de ses sels«¹⁾. Demgemäss schlagen wir vor, die ursprüngliche Bezeichnung X für die Soret'sche Erde beizubehalten und in folgender Weise die einzelnen Componenten derselben zu kennzeichnen:

Zeichen des Elementes	Charakteristische Linie im Absorptionsspektrum seiner Nitratlösung
	λ
X_α	640.4
X_β	542.6
X_γ	536.3
X_δ	485.5
X_ϵ	474.5
X_ζ	451.5
X_η	428.5.

¹⁾ Bibliothèque universelle III, 3, 18.

In der Natur kommen vor im:

Minerale	die Elemente
Thorit von Brevig	$X_\alpha, X_\delta, X_\eta.$
Thorit von Arendal	$X_\beta, X_\gamma, X_\epsilon, X_\zeta, X_\iota.$
Wöhlerit von Brevig	$X_\gamma, X_\epsilon, X_\eta.$
Cerit von Bastnäs	$X_\alpha, X_\eta.$
Fergusonit von Arendal	$X_\beta, X_\gamma, X_\delta, X_\epsilon, X_\zeta, X_\eta.$
Fergusonit von Ytterby und Euxenite von Hitterö und Arendal . . . }	$X_\alpha, X_\beta, X_\gamma, X_\delta, X_\epsilon, X_\zeta, X_\eta.$

2. Ueber die Componenten des Erbiums.

Nachdem wir seit ungefähr zehn Jahren wissen, dass die Erbinerde im alten Sinne des Wortes ein complexer Körper ist, bezeichnet man mit Erbinerde, bezw. Erbium jetzt jenen Körper, dessen Nitratlösung, ausser einer grösseren Anzahl hauptsächlich im Violett und Ultraviolett liegenden Absorptionsstreifen, im sichtbaren Theile des Spectrums vornehmlich zwei Linien giebt: Er_α bei $\lambda = 523.1$ und Er_β bei $\lambda = 654.7$. $\lambda = 523.1$ wurde nach den bisherigen Angaben immer als ein etwas intensiverer Absorptionsstreifen als $\lambda = 654.7$ beobachtet; daher die Bezeichnung mit Er_α und Er_β . Im Folgenden sei nun eine kurze Zusammenstellung gegeben, mit welchen relativen Intensitäten diese beiden Erbiumlinien in den Spectren der untersuchten Mineralien bezw. ihrer Fractionen auftraten:

	Im Spectrum der Erden aus	wurden die relativen Intensitäten der Erbiumstreifen beobachtet für	
		$\lambda = 654.7$	$\lambda = 523.1$
1.	Thorit v. Arendal, Yttererden	ziemlich stark	stark
2.	Wöhlerit von Brevig . . .	ziemlich stark	stark
3.	Fergusonit { Fract. II und III	stark	sehr stark
	von { » VI, VII, VIII	ziemlich schwach	ziemlich stark
	Arendal { » XII . . .	—	sehr schwach
4.	Euxenit { Fract. I . . .	ziemlich stark	stark
	von { » IV bis VII	stark	sehr stark
	Arendal { » X bis XII	ziemlich stark	stark
5.	Holmiummaterial	schwach	schwach
6.	Thorit von Brevig	schwach	stark
7.	Fergusonit von Ytterby . . .	ziemlich stark	sehr stark
8.	Fract. I	äusserst schwach	äusserst stark
	Euxenit { » II bis VI . .	äusserst schwach	stark
	Hitterö { » VII bis XLIII	äusserst schwach	von » ziemlich stark » abnehmend bis » äusserst schwach ».
9.	Mutterlaugen v. d. Ytterbin- erdebereitung, Serie 54—60	sehr schwach sicht- bar	—

Aus Nummer 1—4 dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die relativen Intensitäten der beiden Erbiumstreifen in vielen Fällen ebenso beobachtet wurde, wie dieses bisher von anderen Autoren angegeben ist, indem $\lambda = 523.1$ immer etwas stärker als $\lambda = 654.7$ auftrat. Auffällig ist jedoch, dass einerseits bei Untersuchung des Holmiummaterials beide Streifen ungefähr gleich heil zu sehen waren, noch auffälliger ferner, dass in den Spectren des Thorites von Brevig, Fergusonites von Ytterby* und Euxenites von Hitterö die Differenz zwischen den Intensitäten der beiden Erbiumstreifen viel grösser ist als in den Spectren der zuerst aufgeführten Mineralien. Wenn in den Spectren der Fractionen IV bis VII des Euxenites von Arendal $\lambda = 523.1$ sehr stark und $\lambda = 654.7$ stark erscheint, so müsste im Spectrum der Fraction I aus Euxenit von Hitterö, in welcher $\lambda = 523.1$ »äusserst stark« sichtbar ist, auch $\lambda = 654.7$ stark, oder sehr stark zu erkennen sein, falls wir im Erbiumnitrat, welches die Linien $\lambda = 654.7$ und 523.1 liefert, das Nitrat eines einheitlichen Körpers, eines chemischen Elementes vor uns haben. Dieses ist nun in der That nicht der Fall, denn $\lambda = 654.7$ tritt in Fraction I aus Hitterö-euxenit nicht stark, sondern nur äusserst schwach auf. Wir dürfen das Erbium deshalb aus zum mindesten zwei Elementen zusammengesetzt annehmen; das Nitrat des einen liefert im Spectrum den Streifen $\lambda = 654.7$, dasjenige des anderen die Linie bei $\lambda = 523.1$. Ersteren Körper benennen wir bis auf weiteres analog der Bezeichnung der Holmiumcomponenten: Er_α ($\lambda = 654.7$), den anderen Bestandtheil des Erbiums: Er_β ($\lambda = 523.1$).

Das Oxyd von Er_α verhält sich beim fractionirten Abtreiben der Nitate anders als jenes von Er_β . Aus der Gesamtmenge der Erden aus Hitteröeuxenit gingen in die Fractionen I bis XLIII immer ziemlich gleiche, sehr geringe Mengen von Er_α über, denn es war in den Spectren aller Fractionen $\lambda = 654.7$ nur sehr schwach zu erkennen. Er_β war gemäss der Intensität von $\lambda = 523.1$ in diesen Spectren in Fraction I bis VI in verhältnissmässig grossen Mengen, in den letzten Hitteröeuxenitfractionen hingegen nur in sehr geringen Quantitäten zugegen. Dieses verschiedenartige Auftreten der beiden Streifen des bisherigen Erbiums in den Spectren dieser Euxenitfractionen scheint schon anzudeuten, dass sie nicht demselben Elemente angehören können. Noch weitere Belege für diese Ansicht lassen sich leicht bei Durchsicht des oben veröffentlichten Beobachtungsmateriales auffinden.

3. Ueber die Componenten des Thuliums.

Cleve¹⁾ benannte im Jahre 1879, die stärkste Base aller, ein Absorptionsspectrum gebender Erbinerden: Thulinerde. Vermöge seiner Basicität geht dieses Oxyd selbst nach mehreren Hunderten vorsichtiger

¹⁾ Compt. rend. 89, 1879.

Abtreibungen gemischter Erdnitrate als Nitrat noch in Lösung, und reichert sich so zusammen mit Ytterbium in den Mutterlaugen an. Thulium frei von Ytterbium zu erhalten, gelang bisher nicht, jedoch stellte Thalén¹⁾ unter Eliminierung der Ytterbiumlinien das Funkenspectrum des Thuliums fest. Das Thuliumoxyd giebt ferner in einer Flamme zum Glühen gebracht, ohne dass es verdampft, ein discontinuirliches Spectrum mit zwei Banden bei $\lambda = 684.0$ und $\lambda = 476.0$; schliesslich zeigen die Thuliumsalze nach Thalén²⁾ im durchgehenden Lichte zwei Absorptionsstreifen bei $\lambda = 684.0$ und $\lambda = 465.0$. Ersterer wurde mit grösserer Intensität gesehen als die Linie $\lambda = 465.0$. Wir wollen im Folgenden die Intensitäten der beiden Thuliumlinien in den von uns beobachteten Fällen mittheilen.

	Im Spectrum der Erdnitrate aus	wurden die relativen Intensitäten der Thuliumlinien beobachtet für	
		$\lambda = 684.0$	$\lambda = 465.0$
1.	Thorit von Brevig	äusserst schwach	—
2.	Euxenit von Hitterö, Fraction I bis IX	schwach	—
3.	Euxenit Fraction III, IV u. V	{ schwach bis zieml. schwach	—
4.	von „ VIII		—
5.	Arendal „ IX bis XIV		—
6.	Mutterlaugen Serie 41 bis 46	stark	ziemlich stark
7.	von der „ 47 bis 53	stark	schwach
8.	Ytterbinerdebereitung „ 54 bis 60	ziemlich schwach	äusserst schwach
9.	Fergusonit von Arendal, Fraction VIII und IX. . . .	ziemlich stark	—!
10.	Thorit v. Arendal, Yttererden	ziemlich stark	—!

In den Fällen 1, 2, 3, 6, 7 und 8 dieser Tabelle war $\lambda = 684.0$ immer etwas stärker sichtbar als $\lambda = 465.0$ oder es konnte letztere Linie kaum mehr oder nicht mehr beobachtet werden, falls erstere schwächer auftrat. Die Beobachtung dieser Spectren lässt noch keine Zweifel an der Einheit des Thuliums aufkommen. Solche stellen sich jedoch ein, wenn wir die Resultate der Untersuchung des Arendal-euxenites mit denjenigen der bei der Ytterbinerdebereitung gewonnenen Mutterlaugen vergleichen.

Fraction VIII bis XIV des Euxenitmateriales lassen $\lambda = 465.0$ gar nicht erscheinen, während zugleich $\lambda = 684.0$ ziemlich stark oder

¹⁾ Compt. rend. 91, 1880.

²⁾ loc. cit.

stark zu sehen war. Gleich stark erschien letztere Linie in den Mutterlaugen, Serie 41 bis 46 und doch wurde $\lambda = 465.0$ hier ziemlich stark beobachtet.

Das relativative Verhältniss der Absorptionen in den beiden Thuliumstreifen ist also in diesen beiden Fällen nicht das gleiche; dieses müsste der Fall sein, falls Thulium ein einheitlicher Körper, ein chemisches Element ist. Das dasselbe zum Mindesten aus zwei Elementen besteht, geht ferner aus einem Vergleich der Spectren der Mutterlaugen, Serie 54—60, mit denjenigen der Fraction VIII und IX von Fergusonit von Arendal und der Yttererdefraction aus Thorit von Arendal hervor. In den Mutterlaugen ist, trotzdem $\lambda = 684.0$ ziemlich schwach auftritt, $\lambda = 465.0$ deutlich erkennbar. Um so stärker müsste letztere Linie in den Spectren des Fergusonit-, oder Thoritmateriales von Arendal sichtbar sein, da in ihnen $\lambda = 684.0$ nicht nur ziemlich schwach, sondern sogar ziemlich stark zu erkennen ist. Der Körper, dessen Nitrat ein Absorptionsspectren mit der Linie $\lambda = 465.0$ besitzt, scheint im Fergusonit und Thorit von Arendal gar nicht vorzukommen.

In Bezug auf die Bezeichnung der Componenten des Thuliums schlagen wir bis auf Weiteres vor mit

Tm_{α} jenes Element zu bezeichnen, dessen Nitratlösung im Spectrum den Streifen $\lambda = 684.0$ erzeugt, während

Tm_{β} die Linie $\lambda = 465.0$ unter gleichen Bedingungen zukommt.

4. Ueber die Componenten des Didyms.

Vor zwei Jahren zerlegte Auer von Welsbach¹⁾ das Didym durch fractionirte Krystallisation der Ammoniumdoppelnitrate aus stark salpetersaurer Lösung in zwei Bestandtheile, die er Praseodym und Neodym benannte. »Die Absorptionsspectren der Verbindungen dieser Elemente sind Theile des für das Didym bisher als charakteristisch geltenden Absorptionsspectrums. Werden diese Elemente in gewissem Percentsatz vereinigt, so tritt sowohl die Farbe der Lösung, wie das ursprüngliche Spectrum des Didyms unverändert wieder auf.«

Hierdurch, sowie durch die Untersuchungen von Cleve ist unzweifelhaft erwiesen, dass das Didym ein zusammengesetzter Körper ist. Leider war es uns unmöglich, aus der Auer'schen Abhandlung, deren Resultate sich auch auf spectroscopische Untersuchungen der verschiedenen Fractionen stützen, in dieser Hinsicht Näheres über die Bestandtheile des Didyms zu ersehen. Allerdings sind der Abhandlung schön ausgeführte Zeichnungen der einzelnen Spectren beigelegt; da in

¹⁾ l. c. Monatshefte der Chemie VI, 477.

diesen jedoch die Lage der einzelnen Linien nur in Bezug auf eine willkürliche Scala angegeben ist, und Hilfswerthe zur Reduction auf Wellenlängen nicht mitgetheilt sind, so haben diese Mittheilungen fast ausschliesslich nur für den Autor jener Abhandlung Interesse.

Aus Folgendem ist ersichtlich, dass das Didym aus mehr als zwei Componenten besteht. Da das Spectrum des Didymnitrates aus einer ziemlich grossen Anzahl von Linien besteht, so ist auch das Studium, welches darauf gerichtet ist, aus der Beschaffenheit der Didymspectren in den verschiedenen Mineralien und Fractionen die Anzahl der Componenten des Didyms zu folgern, ein mühsameres. Um dasselbe zu erleichtern, nehmen wir zunächst davon Abstand, die Zugehörigkeit mehrerer Linien, welche überall nur schwach oder sehr schwach zu sehen waren, zu anderen Didymlinien festzustellen. Was die relative Intensität der stärker sichtbaren Absorptionsstreifen anbetrifft, so trägt es hier wegen der grösseren Anzahl der Linien zur besseren Uebersicht bei, wenn wir die in obigen Tabellen durch Worte ausgedrückten relativen Intensitäten durch Zahlenwerthe ersetzen. Es sei

- 1 = sehr stark,
- 2 = stark,
- 3 = ziemlich stark,
- 4 = ziemlich schwach,
- 5 = schwach und
- 6 = sehr schwach.

(Siehe Tabelle auf Seite 2165)

Vergleicht man die Intensitäten zunächst immer einer der Didymlinien in den verschiedenen beobachteten Fällen mit den Intensitäten aller anderen Linien in den entsprechenden Fällen, so sieht man dass die relativen Intensitäten fast aller Didymlinien in den verschiedenen Spectren wechselnde sind.

Die Intensitäten von $\lambda = 728.3$: $\lambda = 679.4$ verhalten sich im Euxenit (Hitterö)- Spectrum, Fraction I, wie 2 : 2, im Holmiummaterial jedoch wie 3 : —. $\lambda = 728.3$ und $\lambda = 679.4$ können deshalb nicht demselben Körper angehören; derjenige, dessen Nitrat $\lambda = 679.4$ erzeugt, kommt im Holmiummateriale nicht vor. Bei analogem Vergleich der Intensitäten der anderen Linien mit denjenigen von $\lambda = 728.3$ in den verschiedenen Fällen ergibt sich, dass $\lambda = 728.3$ mit keiner der anderen Didymlinien zusammen einem einheitlichen Körper angehört, dass ihre Gegenwart im Spectrum immer die Anwesenheit eines besonderen Elementes in der untersuchten Substanz andeutet.

Vergleicht man nun die Intensitäten der anderen Streifen mit denjenigen aller anderen aufgeführten Didymlinien, so kann man nach Durchsicht obiger Tabelle zu der Ansicht kommen, dass höchstens $\lambda = 679.4$ und $\lambda = 512.2$, sowie $\lambda = 579.2$ und $\lambda = 575.4$ zusammen-

In den Spectren vom	besitzen die angegebenen Didymlinien folgende relative Intensitäten gemäss den Intensitätswerten										
	$\lambda=728.8$	$\lambda=679.4$	$\lambda=579.2$	$\lambda=575.4$	$\lambda=521.5$	$\lambda=512.2$	$\lambda=482.0$	$\lambda=469.0$	$\lambda=445.1$	$\lambda=444.7$	
Thorit von Brevig . .	3	5	4	5	6	5	6	4	1	1	1
Thorit von Arendal, K_2SO_4											
Niederschlag . . .	1	5	1	1	2	5	2	2	2	2	2
Wöhlerit von Brevig .	2	5	2	3	2	6	3	2	2	1	1
Cerit von Bastnäs . .	2	3	1	1	1	5	2	2	—	1	1
Samariummaterial . .	—	—	5	6	6	—	—	—	—	2	2
Praseodymmaterial . .	2	6	2	3	3	5	4	3	—	1	1
Fergusonit von Arendal, Fraction I	2	6	1	2	2	5	—	6	—	5	5
Fergusonit von Ytterby	3	6	1	2	2	5	—	6	—	6	6
Euxenit von Hitterö, Frac- tion I	2	2	1	1	2	1	1	2	—	1	1
Holmiummaterial . . .	3	—	—	—	5	—	6	6	—	—	—
Euxenit von Arendal, Fraction I	2	6	1	2	3	4	3	—	—	3	3

gehören; alle anderen Didymlinien müssen durch die Lichtabsorption von Nitraten verschiedener Elemente entstanden sein, denn das Verhältnis ihrer Intensitäten ist ein sehr wechselndes. Es würde zu weit führen alle relativen Intensitäten der einzelnen Linien hier noch ausführlicher zu besprechen; aus obiger Tabelle ist das wechselnde Verhältniss derselben zur Genüge ersichtlich.

Was die Linien $\lambda = 679.4$, 512.2 , 579.2 , und 575.4 anbetrifft, so ersieht man aus den oben ausführlich mitgetheilten Aufzeichnungen über die verschiedenen Spectren, dass das Verhältniss der Intensitäten von $\lambda = 579.2$ und $\lambda = 575.4$ immer das gleiche ist. $\lambda = 575.4$ ist immer zu sehen, wo die Linie $\lambda = 579.2$ auftritt und zwar ist diese immer etwas stärker sichtbar, als jene. Wir haben deshalb keinen Grund daran zu zweifeln, dass $\lambda = 579.2$ und 575.4 durch die Absorption des Nitrates eines einheitlichen Körpers hervorgerufen werden.

In Bezug auf die eventuelle Zusammengehörigkeit von $\lambda = 679.4$ und 512.2 verweisen wir auf die Spectren der ersten Fractionen des Arendalfergusonites; $\lambda = 679.4$ nimmt von Fraction I—III an Stärke zu, während $\lambda = 512.2$ von Fraction I zu II schnell an Intensität abfällt. Die Oxyde, deren Nitratlösung $\lambda = 679.4$ und 512.2 erzeugen, verhalten sich also beim Abtreiben ihrer Nitrates verschieden. Hiernach erscheint es nicht möglich, die Linien $\lambda = 679.4$ und $\lambda = 512.2$ ein und demselben Element zuschreiben zu dürfen.

Zu Ende des vorigen Jahrzehntes haben wir das »alte« Didym zerfallen sehen in das Samarium und das eigentliche Didym und aus Obigem scheint hervorzugehen, dass auch dieses Didym aller Wahrscheinlichkeit nach aus nicht weniger als neun Elementen besteht. Zugleich ist ersichtlich, dass Auer v. Welsbach's Neodym und Praseodym zusammengesetzte Körper sind; ferner hat es nach den Zeichnungen der Spectren der Auer'schen Componenten des Didyms den Anschein, als ob in Auer's Didymmaterial noch jener Körper enthalten gewesen wäre, welchen wir aber mit X_7 bezeichnet haben.

Hiernach sind wir auch genöthigt, die Bezeichnungen Neodym und Praseodym fallen zu lassen¹⁾, und bezeichnen der Einheit der Nomenclatur wegen die Componenten des Didyms durch das Zeichen Di mit angehängten Indices des griechischen Alphabetes:

Zeichen des Elementes	Charakteristische Linien im Absorptionsspectrum seiner Nitratlösung
	λ
Di_α	728.3
Di_β	679.4
Di_γ	579.2 und 575.4
Di_δ	521.5

¹⁾ Was bedeutet »dym«?

Zeichen des Elementes	Charakteristische Linie im Absorptionsspektrum seiner Nitratlösung
	λ
Di ₂	512.2
Di ₇	482.0
Di ₇	469.0
Di ₈	445.1
Di ₁	444.7

Was die Zugehörigkeit der bei $\lambda = 708.2$, $= 626.1$, $= 591.5$, $= 531.3$, $= 530.0$, $= 514.6$ beobachteten Didymlinien anbetrifft, so konnte dieselbe bis jetzt noch nicht festgestellt werden, da diese Streifen fast immer nur sehr schwach auftraten. Wir schlagen deshalb vor, diese Linien wie bisher mit dem allgemeinen Zeichen »Di« zu belegen.

Schliesslich möchten wir noch daran erinnern, dass bei Untersuchung eines Didymmaterials aus Cerit von Bastnäs, sowie von Cleve's Didym¹⁾ sich die Existenz eines Körpers herausgestellt hatte, welcher mit keiner der anderen Componenten des Didyms identisch ist. Der Nitratlösung dieses Elementes kommen im Absorptionsspektrum Streifen bei $\lambda = 690.5$, $\lambda = 525.2$ und $\lambda = 434.0$ zu und wir möchten dasselbe mit dem Zeichen Di belegen.

.5. Ueber die Componenten des Samariums.

Der Name Samarium wurde von Lecoq de Boisbaudran²⁾ eingeführt für ein Element, welches sich identisch erwies mit Marignac's Y₃³⁾; dieses war zugleich ein Bestandtheil des »alten« Didyms. Das Samariumnitrat besitzt nach Messungen, welche von Thalèn an einem Cleve'schen Samariumpräparat ausgeführt wurden, in gut sichtbarem Theile des Spectrums vornehmlich sieben Absorptionsstreifen. In Bezug auf einen Streifen, welcher bei $\lambda = 445-437$ beobachtet wurde, so ist die Absorption desselben wohl identisch mit derjenigen der in obigen Tabellen mit $\lambda = 445.1$ und $\lambda = 444.7$ aufgeführten, etwas unsymmetrischen Linien. Diese wurden dem Didym zugeschrieben, da sie in den Spectren vieler Materialien, welche reich an Bestandtheilen des Didyms waren, sehr stark auftraten, ohne dass sonst Samariumlinien sichtbar waren.

Was die relative Intensität der anderen Sm-linien von Thalèn in den wichtigsten von uns beobachteten Fällen anbetrifft, so ist dieselbe aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

¹⁾ Siehe oben.

²⁾ Compt. rend. 89, 212—214 und 516—517.

³⁾ Compt. rend. 87, 578—581 und 90, 899—903.

Im Spectrum der Erden aus	wurden die relativen Intensitäten der Samariumlinien beobachtet für				
	$\lambda = 559-556$	$\lambda = 501.5-497$	$\lambda = 477.7$ ($\lambda = 486-472$)	$\lambda = 463.2$ ($\lambda = 466-460$)	$\lambda = 416.7$ $\lambda = 409$
Thorit von Brevig	—	—	schwach	schwach	stark
Thorit von Arendal, Ytterenden- fraction	—	—	—	—	zieml. stark
Wöhlerit	—	—	schwach	sehr schwach	sehr schwach
Cerit von Bastnäs	—	—	schwach	sehr schwach	schwach
Samariummaterial	schwach	zieml. stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark
Fergusonit { Fraction I . .	—	—	—	sehr schwach	sehr stark
von Arendal { » III, IV	—	—	—	—	zieml. stark
(» V . .	—	—	—	—	zieml. schwach
Fergusonit von Ytterby . .	—	—	—	sehr schwach	stark
Fraction I . .	—	—	stark	stark	sehr stark
Euxenit { » IV . .	—	—	schwach	stark	sehr stark
von { » VII . .	—	—	sehr schwach	zieml. stark	zieml. stark
Hitterö { » VIII . .	—	—	—	schwach	zieml. stark
» { » X-XI	—	—	—	—	schwach
Holmiummaterial	—	—	—	—	sehr stark
Euxenit { Fraction I . .	—	—	—	zieml. schwach	stark
von Arendal { » III . .	—	—	—	—	stark

Beobachten wir zunächst $\lambda = 416.7$, so tritt diese Linie in vielen Fällen ungefähr gleich stark, wie z. B. $\lambda = 477.7$ und $\lambda = 463.2$ auf. Ueberraschend ist jedoch, dass in den Spectren des Thorites von Arendal, Euxenits vom gleichen Fundorte — Fraction III, — sowie des Holmiummaterialies $\lambda = 416.7$ ziemlich stark, stark und sogar sehr stark zu sehen ist, ohne dass eine andere Sm-Linie im Spectrum sichtbar ist. In diesen Erdgemischen befindet sich also ein Körper, dessen Nitrat im Spectrum nur die Linie $\lambda = 416.7$ erzeugt und den wir mit Sm_α benennen wollen; alle anderen aufgeführten Samariumlinien müssen wir einem Sm_β zuschreiben, da aus dem vorliegenden Beobachtungsmateriale keine sicheren Schlüsse auf die Zusammensetzung dieses Körpers gezogen werden können.

Nach obigen Auseinandersetzungen hätten wir an Stelle des Erbiums, Holmiums, Thuliums, Didyms und Samariums die Existenz von mehr denn zwanzig Elementen anzunehmen. Ebenso wie die Summe des Samariumspectrums, zusammen mit denjenigen der Auer'schen Neodym- und Praseodymkörper gleich dem Spectrum der Verbindungen des »alten« Didyms ist, so ist auch die Summe der Spectren der oben aufgeführten Componenten der verschiedenen seltenen Erden gleich dem Spectrum der Letzteren selbst. Es ist in obiger Abhandlung nach den gleichen Principien gerechnet, nach welchen sich auf dem Wege der Absorptionsspectralanalyse Verbindungen des Samariums von denen des Praseo- und Neodyms unterscheiden lassen; es ist nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse über Samarium- und Didymverbindungen nicht daran zu zweifeln, dass sie Verbindungen zweier verschiedener Körper sind. Wollte man annehmen, dass die Entstehung der drei verschiedenen Spectren des Samariums, Neodyms und Praseodyms nicht der Existenz dreier vollständig verschiedener Körper entspräche, sondern hervorgerufen würde durch drei verschiedene Combinationen von nur zwei selbstständigen Substanzen, so müsste man sich unter Zuhülfenahme vieler Hilfsannahmen zu weit vom Boden des Thatsächlichen entfernen. Das Gleiche könnte der Fall sein, falls wir die Annahme machen wollten, dass z. B. das Holmium nicht aus sieben, sondern nur aus zwei Componenten besteht, welche in sieben ganz bestimmten, von einander verschiedenen Modificationen, oder Combinationen in Nitratlösung immer nur einen der sieben Holmiumstreifen im Spectrum erzeugen. Derartige Hypothesen würden etwas sehr gezwungenes an sich haben, und die Aufrechterhaltung derselben, wie gesagt, vieler Hilfsannahmen bedürfen; deshalb haben wir uns in obiger Abhandlung von denselben, einfacheren Anschauungen leiten lassen, welche im letzten Jahrzehnt bei Arbeiten

über Trennung und Zerlegung der Gadolinit- und Ceriterden so fruchtbringend gewirkt haben.

Die obigen ausführlichen Mittheilungen der Spectren der verschiedenen Erdgemische geben vielleicht Fingerzeige, in welchen Mineralien diese oder jene seltene Erde in verhältnissmässig grösserer Menge zu suchen ist. Um eine möglichst einheitliche Benennung der einzelnen Erden, sowie der verschiedenen Absorptionslinien anzustreben, wollen wir im Folgenden alle bei obigen Untersuchungen in den Spectren der Nitratlösungen seltener Erden beobachteten 40 Linien zusammenstellen:

Wellenlängen der Dunkelheitsmaxima in den Linien der Absorptionsspectren von Nitratlösungen seltener Erden	Zeichen des Elementes	Bemerkungen
728.3	Di_{α}	{ Beobachtet in den Spectren der Mutterlaugen (Ytterbinerdebereitung) und des Euxenites von Arendal, Fract. VIII—XIV.
716.4	?	
708.0	Di	
690.5	Di_{α}	
684.0	Tm_{α}	
679.4	Di_{β}	
654.7	Er_{α}	
640.4	X_{α}	
626.1	Di	
591.5	Di	
579.2	Di_{γ}	{ Beobachtet in den Spectren des Holmiummaterials, der Erden aus Wöhlerit und Thorit von Brevig
575.4	Di_{γ}	
558.6	Sm_{β}	
542.6	X_{β}	
539.9	?	
536.3	X_{γ}	
533.6	?	
531.3	Di	
530.0	Di	
525.2	Di_{α}	
523.1	Er_{β}	{ Beobachtet in den Spectren der Erden aus Wöhlerit und Thorit von Arendal.
521.5	Di_{δ}	
514.6	Di	
512.2	Di_{ϵ}	
500.4	Sm_{β}	
488.8	?	
485.5	X_{δ}	
482.0	Di_{ζ}	
477.7	Sm_{γ}	

Wellenlängen der Dunkelheitsmaxima in den Linien der Absorptionsspectren von Nitratsösungen seltener Erden	Zeichen des Elementes	Bemerkungen
474.5	X _t	
469.0	Di _η	
465.0	Tm _β	
463.2	Sm _β	
452.6	X _z	
445.1	Di _g	
444.7	Di _t	
434.0	Di _x	
428.5	X _η	
416.7	Sm _α	
409.0	Sm _β	

Was die Stellung der Elemente der seltenen Erden im periodischen System anbetrifft, so ist man nach den bisherigen Untersuchungen der Ueberzeugung, dass dieselben zumeist den mittleren Reihen angehören; vielleicht ist man in einiger Zeit gezwungen, die Anzahl dieser Reihen zu vergrössern. Es wäre dieses vollkommen im Sinne Mendelejeff's; nach ihm sollen in der Mitte des Systemes einander in vieler Hinsicht ähnliche Elemente zu stehen kommen, »und zwar stehen die nächsten Analoga am Nächsten zusammen«¹⁾.

Weitere Speculationen an obige Mittheilung knüpfen zu wollen, wäre verfrüht. Wir schliessen dieselbe hier ab und geben zum Schluss nur noch der Hoffnung Ausdruck, dass mancher Arbeitsgenosse sich finden möge, um dieses für die Wissenschaft so interessante Capitel der Chemie der seltenen Erden ebenfalls zu bearbeiten, ein Gebiet, das zu seiner vollen Beleuchtung und Auseinandersetzung einerseits die vereinigten Kräfte vieler Arbeitenden erfordert, andererseits ein bedeutendes Arbeitsmaterial als Ausgangspunkt voraussetzt.

¹⁾ Ann. Chem. Pharm., Suppl. 8, 158.