

241. Theodor Petersen: Ueber Nitro-Chlorphenole.

(Eingegangen am 24. October; verlesen in der Sitzung von Hrn. Wichelhaus.)

Vor einiger Zeit berichtete Hr. Baehr-Predari*) über Chlorphenolsulfosäuren. Hierzu trage ich zuerst ergänzend heute nach, dass nach unseren fortgesetzten Versuchen bei Einwirkung äquivalenter Mengen von Schwefelsäure und Orthochlorphenol auf einander grösstentheils oder ausschliesslich Orthochlorphenolmetasulfosäure (1, 2, 3), daneben unter günstigen Umständen, wenn die Einwirkung bei niederer Temperatur stattfindet, etwas Orthochlorphenolparasulfosäure (1, 2, 4) gebildet wird, die beiden anderen möglichen Isomeren (1, 2, 5 und 1, 2, 6) aber bislang nicht isolirt werden konnten, sich auch jedenfalls schwierig oder gar nicht bilden. Kekulé's Phenolmetasulfosäure geht bekanntlich beim Erwärmen oder selbst beim Umkrystallisiren ihrer Salze in Parasäure über. Hier ist offenbar mit der Parastellung (1, 4) in der symmetrischen Lagerung ein entschiedenerer Gleichgewichtszustand eingetreten als in der Metastellung (1, 3) vorhanden war. Bei dem substituirten Phenole ist aber die Metastellung (1, 2, 3) die natürliche, zumal bei Eintritt eines neuen Substitutes eine Anlagerung sehr gewöhnlich ist. Die mit Hrn. Baehr begonnenen Nitrirungsversuche habe ich inzwischen weiter geführt.

Die Beobachtung, dass die Kaliumsalze, selbst nahe verwandter nitrirter Phenole besonders charakteristisch und zumeist äusserlich leicht zu unterscheiden sind, veranlasste mich das aus dem Chlorphenolsulfosäurengemenge mittelst Eintragen in Salpetersäure von 1.40, Fällen und Reinigen mit Wasser erhaltene Nitroproduct in Kaliumsalze zu verwandeln, um das in kaltem Wasser sehr schwer lösliche Kaliumsalz des Dubois'schen Dinitrochlorphenols von etwa vorhandenen, leichter löslichen Salzen zu trennen. Es gelang diese fractionirte Krystallisation vollkommen. Nach häufigem Umkrystallisiren war neben der Hauptmasse des genannten feinnadelförmigen, schön hochrothen das ziemlich leicht lösliche, körnige ziegelrothe Kaliumsalz eines neuen Dinitrochlorphenols von 114° Schmelzpunkt und die noch leichter lösliche, in hochrothen flachen Nadelchen krystallisirende Kaliumverbindung eines neuen Mononitrodichlorphenols von 106° Schmelzpunkt isolirt.

Bei einer Nitrirung mit reiner Chlorphenolmetasulfosäure (kürzer als α Sulfosäure bezeichnet) konnte ich nur den Dubois'schen Körper beobachten. Derselbe entsteht aus der Para- (β) Sulfosäure.

Ich beschränkte mich indessen nicht auf diese Versuche, sondern trug das feste Sulfosäurengemenge (mit übrigens wenig oder gar keiner β Säure) in etwas schwächere Salpetersäure von 1.33 spec. Gewicht unter sehr guter Abkühlung ein. Anfangs erfolgte ruhige Auflösung, dann allmälige Ausscheidung eines gelben schwefelfreien Nitrokörpers

*) Diese Ber. 1869. S. 698.

wie früher; auch gab sich wieder der Geruch nach Chlorpikrin zu erkennen. Ich schied mit kaltem Wasser ab, wusch damit, verwandelte in Kaliumsalze und liess fractionirt krystallisiren. Das Resultat war ein neues Kaliumsalz (β) an Stelle des Dubois'schen (α), allein oder mit etwas von letzterem gemengt; aus den Mutterlaugen erfolgte wiederum und relativ ebenso viel wie früher von dem ziegelrothen Kaliumsalz, sowie ein wenig von dem leicht löslichen Mononitrodichlorphenolkalium. Das β Kaliumsalz ist schwer löslich, doch etwas leichter als α Salz. Es krystallisirt aus Wasser wie jenes wasserfrei, aber in braunrothen, blättrigen Krystallen, die bei auffallendem Lichte einen grünlichen und goldenen Glanz besitzen und besonders in der Flüssigkeit angeschossen, einen prachtvollen Anblick gewähren. Ich habe bei 100 Gramm dieses Salzes angesammelt, welches nach oftmaligem Umkrystallisiren immer schöner ausfiel.

Die aus diesem Kaliumsalz abgeschiedene Nitrosäure schmolz bei 69° . Sie erwies sich als Dinitrochlorphenol und ist höchst wahrscheinlich identisch mit demjenigen Dinitrochlorphenol, welches Engelhardt und Latschinoff kürzlich aus β Dinitrodichlorbenzol mit Natriumcarbonat erhielten und bei 70° schmelzend befanden. Ich bezeichne es wie jene als β Phenol.

Bevor ich nun die bis jetzt bekannten, gleichzeitig gechlorten und nitrirten Phenole in kurzem Zusammenhange vorzuführen mir erlaube, muss ich in eine Discussion der Frage eintreten, wie die Constitution des flüchtigen Nitrophenols aufzufassen sei, da zahlreiche weitere Schlüsse sich darnach modificiren.

In dem vorletzten Hefte dieser Berichte spricht sich Riess darüber aus. Er sieht das flüchtige Nitrophenol als Paraphenol an und stützt diese Ansicht auf die Thatsache, dass ein entschiedener Parakörper, die Methylparaoxybenzoësäure, beim Nitriren dasselbe Dinitrophenol liefere, wie die beiden bekannten Mononitrophenole, wobei doch wohl eine Nitrogruppe an Stelle der Carboxylgruppe getreten sein müsse. Ich erachte den letzteren Schluss für durchaus unstatthaft, denn bei der in Rede stehenden sehr energischen Reaction kann ebenso wohl CO_2 von seinem H abgespalten und ein anderes H nitriert worden sein. Eben dasselbe Dinitrophenol, resp. dessen Methylverbindung entsteht in der That beim Nitriren des Methyläthers der Salicylsäure, wodurch jener Schluss thatsächlich entkräftet wird. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen muss ich vielmehr das flüchtige Nitrophenol für eine Metaverbindung ansehen, hauptsächlich aus den folgenden Gründen.

1. Die beiden bekannten Nitrophenole haben bis jetzt nur ein Dinitrophenol geliefert, was mit der Stellung 1, 3 des flüchtigen Nitrophenols sehr gut harmonirt; wenn letzteres 1, 4 wäre, dürften gewiss einmal zwei Dinitrophenole entstanden sein. Aus den Arbeiten

von Körner, Brunck, Clemm u. A. folgt naturgemäss die Metastellung des flüchtigen Nitrophenols, wofür sich auch Körner entschieden aussprach.

Auch die Pikraminsäure geht durch Deamidirung in das gewöhnliche Dinitrophenol über und in der Pikraminsäure steht die Amidogruppe, wie mir scheint, wohl an Stelle 4; bei theilweiser Reduction des Dinitrophenols wird ja auch nach Körner die äussere Nitrogruppe amidirt.

2. Nitrophenolsulfosäure bereitete Kekule aus flüchtigem Nitrophenol, Kolbe und Gauhe aus Phenolparasulfosäure. Nach den über beide Producte vorliegenden Beschreibungen bin ich geneigt, sie für identisch und 1, 3, 4 gelagert anzusehen. Wie dem aber auch sei, die letztgenannten Herren sagen ausdrücklich *), dass nur die längere Zeit auf 100° erwärmte Sulfosäure, also Kekulé's Parasäure 1, 4 das nitrirte Phenol, die bei gewöhnlicher Temperatur bereitete Sulfosäure, d. i. Metasäure 1, 3 dagegen wenig oder gar nichts von Nitrophenolsulfosäure liefere. Dieses Verhalten wäre auffallend bei der Parastellung des flüchtigen Nitrophenols, ist aber bei Annahme der Metastellung wohl begreiflich.

3. Auch die gewöhnliche Nitrobenzoesäure ist, wie ich beiläufig zu bemerken mir erlaube, ein Metakörper, da aus derselben nach vorhergegangener Amidirung oder Azotirung Oxybenzoesäure entsteht, nach Meyer's**) schöner Beobachtung eine Metaverbindung. Ich mache noch darauf aufmerksam, dass Schmitt***) das Diazophenol, Jodphenol und Chlorphenol aus flüchtigem Nitrophenol augenscheinlich für Metakörper hält, ohne indessen den directen Nachweis davon gegeben haben. Auf ein weiteres Beweismittel komme ich weiter unten noch zu reden.

Somit nehme ich für das flüchtige Nitrophenol die Metastellung an, werde indessen directe Versuche zur Entscheidung dieser wichtigen Frage in Kürze vornehmen. Gegenwärtig muss ich aber auch das Paranitroisobutylanisol von Riess****) als Metaanisole ansprechen. Der gleichzeitig gechlorten und nitrirten Phenole sind nun 9 resp. 11 aufzuführen.

Mononitromonochlorphenole.

Es ist nur eines von 86—87° Schmelzpunkt bekannt, welches Faust und Saame sowohl durch vorsichtiges Nitriren von Orthochlorphenol als auch durch Einführen von Cl in flüchtiges Nitrophenol darstellten, nach meiner Auffassung 1, 2, 3, d. i. α Orthochlornitrophenol. Bei weiterem Nitriren wird Dubeis' Dinitrochlorphenol erhalten.

*) Ann. Chem. Pharm. CXLVII. 72.

**) Diese Ber. 1870. S. 114.

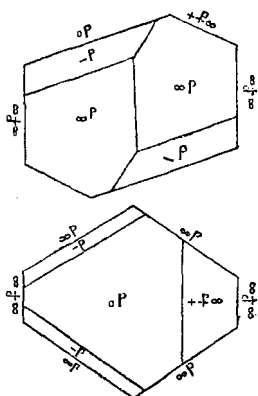
***) Diese Ber. 1868. S. 70 und 1869. S. 51.

****) Diese Ber. 1870. S. 780.

Dinitromonochlorphenole.

1. Dinitrochlorphenol von $80^{\circ}.5$ Schmelzpunkt, von Dubois aus Orthochlorphenol, von Faust und Saame auch aus flüchtigem Nitrophenol durch Chloriren und darauf folgendes Nitriren, von Engelhardt und Latschinoff aus α Dinitrodichlorbenzol mit Natriumcarbonat, ausserdem, wie bemerkt, aus den Orthochlorphenolsulfosäuren dargestellt, ist offenbar 1, 2, 3, 4 oder α Orthochlordinitrophenol.

Ich habe mich mit diesem Nitrokörper etwas eingehender beschäftigt, beschränke mich indessen hier auf eine Notiz über seine Krystallform. Sie ist, wie aus den Messungen, welche Hr. F. Hesseberg mit wohl ausgebildeten, aus Chloroform gewonnenen Krystallen anzustellen so freundlich war, monoklin und zwar berechnet sich der schiefe Axenwinkel C zu $109^{\circ} 30'$. Es wurden die Formen



OP. — P. + P ∞ . ∞ P. ∞ P ∞

beobachtet, zwei und mehrere Individuen häufig nach dem Orthopinakoïd, wonach auch Spaltbarkeit vorhanden, verwachsen.

2. Mein Dinitrochlorphenol von 59° Schmelzpunkt, womit das isomere von Engelhardt und Latschinoff mit einem angeblichen Schmelzpunkte von 70° identisch zu sein scheint, geht durch Auflösen in Salpetersäure, ja schon in Schwefelsäure bei gelindem Erwärmen in α Phenol von $80^{\circ}.5$ Schmelzpunkt über, muss also wohl eine dem letzteren genähere Lagerung besitzen. Ich halte nun dafür, dass in diesem Falle die beiden Nitrogruppen zunächst neben die Gruppe HSO_3 traten und dann erst SO_3 sich abspaltete und gewässert wegwanderte, die Constitution dieses Phenols, welches ich β Orthochlordinitrophenne, daher 1, 2, 4, 5 ist. Weitere Consequenzen sind noch, das α und β Dichlordinitrobenzol, welche nach Jungfleisch ebenfalls leicht in einander übergehen und welche durch Austausch von HO gegen Cl die α und β Phenole geben, mit 1, 2, 3, 4 und 1, 2, 4, 5 zu bezeichnen und das Dichlorbenzol von 53° Schmelzpunkt, den Mutterkörper, welcher ja Orthochlorphenole liefert, als 1, 2 aufzufassen. Dem entgegen besitzt das feste Dibrombenzol nach den neuesten Beobachtungen von Meyer*) die Parastellung, und da Mayer**) aus Monobromphenol und PBr_5 dasselbe Dibrombenzol erzeugte, so muss auch das aus Brom und Phenol resultirende Monobromphenol Paraphenol enthalten, — eine Annahme, welche schon Kekulé in seinem Lehrbuche gemacht hat, — ausserdem Metabromphenol, denn Körner hat daraus Oxyben-

*) Diese Ber. 1870. S. 753.

**) Ann. Chem. Pharm. CXXXVII. 221.

zoësäure gewonnen; endlich scheint mir daneben das Orthobromphenol nicht zu fehlen, wie aus anderen Reactionen folgt. Bei einmaliger directer Einführung von Cl, Br, J, NO₂ und SO₃ in Phenol ist die Reaction eben jedesmal verschieden, jeder substituierende Theil geht seinen besonderen Weg, und zwar entstehen regelmässig zwei, vielleicht zuweilen alle drei Isomere neben einander, bald das eine, bald das andere in überwiegender Menge je nach den äusseren Umständen, nämlich bei

Cl	Br	J	NO ₂	SO ₃
1, 2	1, 2; 1, 3	1, 2	1, 2	1, 3
1, 4	1, 4	1, 3	1, 3	1, 4.

Dass Cl und NO₂ bei der Substitution in einem und demselben Körper verschiedene Plätze einnehmen, zeigten auch Beilstein und Kuhlberg für das Toluol.

Wenn aber das gewöhnliche Dithlorbenzol 1, 2 und das gewöhnliche Dibrombenzol 1, 4 ist, so müssen sich danach im Benzol zwei Chloratome mehr anziehen, wie zwei Bromatome.

Das β Orthochlordinitrophenol krystallisirt aus Wasser, worin es nicht ganz so schwer löslich als sein isomeres α , und mit dessen Dämpfen es flüchtig ist, in feinen Nadeln. Aus Chloroform, worin es äusserst leicht löslich, krystallisirt es in Folge dessen weniger gut wie das α Phenol.

3. Die früher mit dem Chlorphenol ausgeführten Kalischmelzen reagirten nie auf Brenzcatechin, doch deuteten mehrere Thatsachen, namentlich die wiederholt beim Vermischen mit Eisenchlorid im ersten Augenblick beobachtete Violettfärbung darauf hin, dass neben dem reichlich gebildeten Hydrochinon etwas Resorcin vorhanden, dem Orthochlorphenol also ein wenig Parachlorphenol anhängend gewesen. Das Dinitrochlorphenol des ziegelrothen Kaliumsalzes von 114° Schmelzpunkt ist ferner nicht zufällig, sondern bei mehreren Nitrirungen in relativ gleicher, wenn auch geringer Menge erhalten worden. Es verwandelt sich beim Erwärmen mit Salpetersäure nicht in α Orthochlordinitrophenol, sondern bleibt unverändert, einmal wurde auch Pikrinsäure beobachtet. Ich bin daher geneigt, dieses Phenolderivat von Parachlorphenol abzuleiten und α Parachlordinitrophenol 1, 2, 3, 4 zu nennen. Es krystallisirt aus Wasser, worin es löslicher, als seine beiden vorgenannten Isomeren, in gelben Blättchen oder flachen Nadelchen, aus Chloroform in netten quadratischen Tafeln und ist mit Wasserdämpfen flüchtig.

4. Faust und Saame erhielten aus einem Rückstande, der beim Abdestilliren von flüchtigem Chlornitrophenol mit Wasserdämpfen zurückgeblieben war, durch weiteres Nitriren ein Dinitrochlorphenol von 111° Schmelzpunkt [ihr β], aus Wasser in gelben Blättchen, aus Chloroform in unregelmässig sechseitigen Tafeln krystallisirend; Sei-

fart eben dasselbe aus, freilich wohl dinitrophenolhaltigem, Orthonitrophenol durch Chloriren und Nitriren. Ich war anfangs geneigt, dieses Phenol mit meinem vorerwähnten für möglicherweise identisch zu halten. Aber auch die von Faust und Saame beschriebenen Salze differiren wesentlich von den meinigen. Ich habe mir nun die Ansicht von der Constitution dieses Nitrokörpers gebildet, dass Cl auf der einen und 2NO_2 auf der anderen Seite von HO stehen, wonach das Derivat als γ Orthochlordinitrophenol 1, 2, 5, 6 aufzufassen wäre.

5. Griess beschrieb schon vor längerer Zeit ein Dinitrochlorphenol von 103° Schmelzpunkt, welches er aus ziemlich stark gechlortem, offenbar Di- oder selbst Trichlorphenol enthaltendem Phenol bereitete. Stenhouse erhielt eben dasselbe aus Pikrinsäure und Chlorjod. Wenn Pikrinsäure 1, 2, 3, 4 ist, so bleibt bei Berücksichtigung des Voranstehenden nur übrig, hier Cl an Platz 3 anzunehmen, diese Substanz daher als α Metachlordinitrophenol 1, 2, 3, 4 zu bezeichnen.

Dichlormononitrophenole.

Sind im Phenol bereits zwei Wasserstoffplätze von Cl eingenommen, so wird ein weiteres H leicht nitriert, auf die letzten beiden Wasserstoffplätze konnte die Nitrirung bis jetzt nur ausnahmsweise ausgedehnt werden. Spielt das dritte Acetylen im Benzol vielleicht eine besondere Rolle?

Dichlornitrophenole kann ich drei aufführen.

1. Aus Orthonitrophenol entsteht nach Seifart leicht durch Chlor-Einwirkung digechlortes Orthonitrophenol, nach meinem Dafürhalten 1, 2, 3, 4; es mag α Orthonitrodichlorphenol heissen. Schmelzpunkt 125° . Nach erfolgter Amidirung und Azotirung liefert es Dichlorphenol von 65° Schmelzpunkt und $218 - 220^\circ$ Siedepunkt, welches ich als 1, 3, 4 auffasse.

2. In reines digechlortes Phenol von 43° Schmelzpunkt und 210° Siedepunkt führte Fischer einmal die Nitrogruppe ein, umgekehrt in flüchtiges Nitrophenol Faust und Saame zweimal Chlor. Diese Körper zeigten dieselben Eigenschaften, Schmelzpunkt $121 - 122^\circ$. Wenn flüchtiges Nitrophenol 1, 3, so ist dieses Derivat augenscheinlich 1, 2, 3, 4 und als α Metanitrodichlorphenol zu bezeichnen. Schmitt und Glutz erhielten dieselbe Verbindung durch Chloriren von Nitrophenolsulfosäure (s. o.), wobei SO_3 leicht abgespalten wird. Auch diese Bildungsweise spricht für meine Ansicht. Dichlorphenol von 43° Schmelzpunkt würde daher 1, 2, 4 sein, welcher Ansicht meines Wissens auch Kekulé ist. Dahingegen ziehen sich in der digechlorten Benzoësäure zwei Chloratome an, sie ist, wie wir jetzt wissen 1, 3, 4 und zwar geben nach Beilstein und Kuhlberg Chlorbenzoësäure (1, 3 nach Demby, Meyer) und Parachlorbenzoësäure (1, 4) eine und dieselbe Dichlorbenzoësäure (1, 3, 4).

Aus der Bildung des in Rede stehenden Dichlornitrophenols folgt auch die vom genannten Dichlorphenol verschiedene Lagerung des gewöhnlichen Dinitrophenols (1, 2, 3, s. o.) und weiter, unter Berücksichtigung auch noch des folgenden Absatzes, ein neuer Beweis für die Metastellung des flüchtigen Nitrophenols.

4. Das aus dem Chlorphenolsulfosäuregemenge durch Nitriren in geringer Quantität gewonnene Dichlornitrophenol von 106° Schmelzpunkt verdankt seine Entstehung augenscheinlich einem Dichlorphenol, welches dem angewandten Chlorphenol in geringer Menge anhaftete. Dieser Körper ist hell schwefelgelb von Farbe, in der Kälte fast geruchlos, äusserst wenig löslich in Wasser und mit dessen Dämpfen erheblich flüchtig. Aus wässrigem Weingeist wurde er in Blättchen, aus Alkohol in kurzen Nadeln erhalten. Bei Vergleichung mit den beiden vorstehenden Isomeren erweist er sich als verschieden von jenen. Bemerkenswerth ist, dass bei Einwirkung von concentrirter Salpetersäure in der Wärme daraus α Dinitrochlorphenol entsteht. Ich muss danach die Ansicht vertreten, dass sich dieser Körper von einem noch unbekanntem Dichlorphenol 1, 2, 3 ableitet, welches bei dem sehr vorsichtigen Chlor-Einführen in das erkältete Phenol in geringer Menge neben Orthochlorphenol sich gebildet hatte (woher auch die etwas zu hohen Chlorbestimmungen kamen) und anhängend geblieben war und dass er als α Paranitrodichlorphenol 1, 2, 3, 4 aufzufassen ist.

Trichlornitrophenole und Trichlordinitrophenole.

Faust erhielt aus dem Aethyläther des bei 67—68° schmelzenden Trichlorphenols (wohl 1, 2, 3, 4) durch Nitriren mit Salpeter-Schwefelsäure eine Verbindung, welche er als das Aethylsals eines Trichlormononitrophenols ansieht, aber nicht näher untersuchte, ferner die Aethylverbindung des Trichlordinitrophenols, welches ich als α Trichlordinitrophenol, (NO₂ bei 5 und 6), auffasse.

Unter den, zumeist von Körner und Brunck beschriebenen Nitrobromphenolen correspondiren mehrere, ihrer Entstehung gemäss, mit bestimmten Nitrochlorphenolen, dazu differiren dann die Schmelzpunkte nur um wenige Grade, woraus man fast die Gesetzmässigkeit folgern könnte, dass die Nitrochlorphenole einen um beiläufig 3—4° höheren Schmelzpunkt, wie die gleich gelagerten Nitrobromphenole besitzen. Nach meiner Auffassung sind zu bezeichnen:

	Schm.		Schm.	1	2	3	4
Dichlorphenol,	43°.	Dibromphenol.	40°.	HO	Cl (Br)		Cl (Br)
Trichlordinitrophenol,	80°.	Bromdinitrophenol,	78°.	HO	Cl (Br)	NO ₂	NO ₂
Trinitrochlorphenol,	114°.	Dinitrobromphenol,	110°.	HO	NO ₂	NO ₂	Cl (Br)
Trichlornitrochlorphenol,	121°.	Bromnitrobromphenol,	117°.	HO	Cl (Br)	NO ₂	Cl (Br)

Die Untersuchungen über substituirte, insbesondere nitrirte Phenole werde ich fortsetzen, zunächst directe Versuche anstellen über die Stellung der Nitrogruppe im flüchtigen Nitrophenol, sodann aus Dichlorbenzoesäure Dichlorbenzol 1, 2 abzuscheiden versuchen, was indessen seine Schwierigkeiten haben dürfte, nebenbei auch eine Chlornitrophenolsulfosäure aus Chlornitrophenol zu bereiten unternehmen.

Frankfurt a. M., 22. October 1870.

242. C. Rammelsberg: Ueber den Yttrocerit.

(Vorgetragen vom Verf.)

Yttrocerit nannte Berzelius ein Mineral aus der Nähe von Fahlun (Finbo), welches mit Gadolinit, Topas, tantalhaltigem Zinnstein und Flussspath auf einem Quarzgang im Gneis vorkommt. Es ist derb, von blauer oder violetter Farbe, nach dem Oktaëder spaltbar, härter als Flussspath, und hat ein V.G. = 3,447.

Aus den Versuchen, welche Berzelius im Jahre 1816 anstellte, ergab sich, dass der Yttrocerit aus den Fluorüren von Ca, Ce und Y besteht. Wiewohl das Verhältniss dieser Elemente in zwei Analysen nahe dasselbe war, liess Berzelius es doch unentschieden, ob das Ganze eine Verbindung oder vielleicht ein Gemenge von Flussspath mit den Fluorüren von Ce und Y sein möchte.

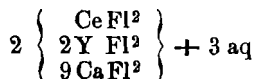
Einige Versuche mit dem Yttrocerit von Finbo, welche ich neuerlich angestellt habe, sprechen doch für seine Selbstständigkeit. Ich erhielt

	I.	II.
Kalk	47,27	49,32
Ceroxyoxydul	9,35	} 16,14
Yttererde	14,87	
Glühverlust	2,52.	

Das V.G. habe ich = 3,363 gefunden.

Berzelius hatte 47,6—50,0 Kalk, 18,2—16,4 Ceroxyoxydul, und nur 9,1—8,1 Yttererde gefunden; den Glühverlust scheint er nicht bestimmt zu haben, denn er hat das Pulver vor dem Wägen geglüht.

Wenn die als Ce und Y bezeichneten Körper als Elemente mit den Atomgewichten 92 und 64 betrachtet werden, so folgt aus meinem ersten Versuch, dass (Ce, Y) : Ca = 1 : 3, und Ce : Y = 1 : 2 sind und das Ganze als



erscheint.