

Mitteilungen der Radium-Kommission der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

Die vorliegende Abhandlung bildet den Anfang der Publikationen, die das im Besitze der kaiserl. Akademie befindliche Radiummaterial betreffen. Bei dieser Gelegenheit erlaubt sich die unterzeichnete Kommission, auch an dieser Stelle für die vielseitige Förderung ihres Unternehmens, insbesondere seitens des hohen k. k. Ackerbauministeriums durch Überlassung der Rohmaterialien, seitens der Österreichischen Gasglühlicht- und Elektrizitätsgesellschaft, die bei der Aufbereitung derselben besonderes Entgegenkommen gezeigt hat durch Überlassung ihrer Fabrik in Atzgersdorf bei Wien, und der Herren Direktor L. Haitinger und Dr. K. Ulrich durch Leitung und Durchführung der umfangreichen chemischen Arbeiten ihren Dank auszusprechen.

**Die Radium-Kommission
der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.**

I.

Bericht über die Verarbeitung von Uranpfecherzrückständen

von

Ludwig Haitinger und Karl Ulrich.

Chemische Fabrik der Österreichischen Gasglühlicht- und Elektrizitätsgesellschaft.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. April 1908.)

Es wurden uns zur Verarbeitung übergeben 10.000 *kg* Rückstände der k. k. Uranfabrik in St. Joachimsthal, die, wie uns mitgeteilt ward, einer Menge von etwa 30.000 *kg* Uran-

pecherz mit einem Durchschnittsgehalt von 53·4% Uranoxyduloxyd entsprechen.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Rückstände, als Gewichtsverlust beim Trocknen bei 105° C. ermittelt, variierte beträchtlich und betrug bei der Sendung vom 26. April 1904 (2500 kg) 18·4%, bei der Sendung vom 28. November 1904 (2500 kg) 14·6% und bei der Sendung vom 31. August 1905 (5000 kg) 10·3%; daraus berechnet sich für die Gesamtmenge ein Wassergewicht von 1340 kg. Die Verarbeitung der Rückstände bis zur Gewinnung des Rohchlorides dauerte über zwei Jahre, zumal orientierende Versuche zu Beginn ziemlich viel Zeit in Anspruch nahmen; denn wenn auch der eingeschlagene Weg dem von Debierné¹ angegebenen folgte, so war doch erst die Ermittlung der notwendigen Reaktionszeiten, Konzentrationen usw. nötig, wie es für die Organisation eines fortlaufenden Betriebes erforderlich ist. Im folgenden soll der Prozeß beschrieben werden, wie er sich aus den bestehenden Raum- und Einrichtungsverhältnissen entwickelte. Er war für die jährliche Verarbeitung von 5000 kg Rückständen berechnet.

Die chemischen Operationen, denen die Rückstände bei der Verarbeitung unterworfen werden, bezwecken einerseits ein Aufschließen des Materials, andererseits die Überführung des schwerlöslichen Radiumsulfates in eine säurelösliche Verbindung und die Lösung der letzteren; dementsprechend werden die Rückstände mit ätzenden, respektive kohlen-sauren Alkalien gekocht und mit geeigneten Säuren behandelt.

Die erste Operation ist vorteilhaft ein Kochen mit Ätznatron, und zwar wurden je 100 kg Rückstände mit einer Lösung von 50 kg Ätznatron in 200 l Wasser gekocht, einen Arbeitstag lang; eine größere Konzentration der Kochlauge bewirkte nur eine wenig verbesserte Ausnützung des Alkalis, wie durch Titration des freien Alkalis festgestellt werden konnte. Es wurden durchschnittlich beim ersten Kochen 40% des Alkalis in Natriumsulfat, zum Teil in Silikat umgewandelt. Die Kochlauge enthält auch Radium, jedoch in so geringer Menge, daß der Radiumgehalt der gesamten Natronkochlauge, welche bei

¹ U. a. Chemical News, Vol. 88, No 2285, p. 136.

der Verarbeitung von 10.000 *kg* Rückständen erhalten wurden, nicht mehr betrug, als der Radiumgehalt von 10 *kg* Rückständen ausmacht (Messung von Mache). Infolgedessen wurden die Kochlaugen zum größten Teil verschüttet. Nach beendigtem Kochen setzen sich die Rückstände gut ab und die Lauge kann klar abgezogen werden. Es ist günstig, den Kesselinhalt ein- bis zweimal zu dekantieren, bevor man ihn zum weiteren Auswaschen in andere Gefäße überträgt; es waren dies Tonschalen, welche zwei Partien von je 100 *kg* faßten, mit einem Filtereinsatz versehen waren und mit einem Tubus an der tiefsten Stelle, in welchen mittels eines Kautschukstopfens ein entsprechend langes, enges Bleirohr eingesetzt war; da diese Schalen auf einem Podium 3 *m* hoch aufgestellt waren, so wirkte die Wassersäule im Bleirohr als Saugvorrichtung. Ein vollständiges Auswaschen der löslichen Schwefelsäure ist diesmal überflüssig, deshalb wurde auch nur so lange gewaschen, bis die Hauptmenge derselben entfernt war. Das derart vorbereitete Produkt wurde dann auf einem Wasserbade mit dem anderhalbfachen Gewicht roher Salzsäure 1:1 digeriert und nach Abziehen der sauren Flüssigkeit noch ein zweitesmal mit Wasser in der Wärme ausgezogen. Diese zweite, weniger saure Lauge diente zum Anrühren der Extraktionssäure für die nächste Arbeitspartie, so daß die Rückstände in diesem Stadium zweimal ausgezogen wurden und die Flüssigkeit zweimal verwendet werden konnte.

Bei längerem Stehen und Erkalten scheidet die Lauge einen weißen Körper ab, der, auf der photographischen Platte geprüft, keine Aktivität zeigt; er wurde jedoch gesammelt und aufbewahrt; er trägt die Bezeichnung »Gips+Chlorblei« (*F*). Der Rohsalzsäureauszug enthält nur äußerst geringe Spuren von Radium, jedoch die Hauptmenge von Wismuth-Polonium und Actinium. Zur Anreicherung dieser beiden Körper und auch um das Ausgangsmaterial für deren Darstellung leichter aufbewahren zu können, wurden diese Auszüge mit Ammoniak gefällt. Polonium und Actinium befinden sich in der Fällung, welche »Hydrat« (*E*) bezeichnet wurde. Das Filtrat davon enthält keinen radioaktiven Körper und wurde weggegossen, das Hydrat ist aufbewahrt. Aus einem kleinen Teile desselben

sind die seltenen Erden (*N, O, P*) abgeschieden worden und aus diesen konnten sowohl nach dem von Demarçay¹ für die Trennung der seltenen Erden angegebenen Verfahren der Magnesiumdoppelnitratkrystallisation als auch nach dem Auer-schen »Oxydverfahren« stark wirksame Actiniumpräparate erhalten werden.

Anschließend an das Ausziehen mit roher Salzsäure werden die Rückstände mit einer Sodalösung gekocht; es wurde die praktische schwefelsäurefreie Ammoniak-soda verwendet, und zwar pro 100 kg Rückstände 50 kg Soda, gelöst in 200 l Wasser. Bei diesem Prozeß wird schon ein großer Teil des Radium-sulfates in Carbonat umgesetzt; es war deshalb notwendig, einerseits die gekochten Rückstände so lange zu waschen, bis im Waschwasser keine Spur Schwefelsäure mehr nachweisbar war und andererseits das Auslösen der Carbonate mit chemisch reiner Salzsäure vorzunehmen.

Das Kochen mit Soda und das Ausziehen der vollständig gewaschenen Rückstände mit Salzsäure wurde mit jeder Menge von Rückständen dreimal durchgeführt; erst dann waren sie an Radium nahezu erschöpft (*C*); nach einer Messung von Mache enthielten sie nur mehr 2% vom ursprünglichen Radiumgehalt. Die Sodakochlaugen (*D*) sind wie die Ätznatronkochlaugen praktisch radiumfrei (Meyer).

Der untenstehende Auszug aus dem Betriebsbuch gibt beispielsweise die Reihenfolge und Zeitdauer der einzelnen Prozesse bei gleichzeitiger Verarbeitung von 2600 kg Rückständen. Es ist daraus ersichtlich, daß jedes Quantum ungefähr 6 Monate in Bearbeitung stand und daß das Waschen nach dem Kochen mit Soda die zeitraubendste Operation war, welche jedesmal 4 bis 6 Wochen dauerte.

¹ C. r. de l'Acad. des sciences, 130, 1019.

Je 200 kg Rückstände	Partie Nr.		
	1	6	12
Kochen mit Ätznatron, waschen	27./I.	9./II.	28./II.
Ausziehen mit roher Salzsäure	16./II.	13./III.	9./IV.
Erstes Kochen mit Soda, waschen	5./III.	20./III.	17./IV.
Erstes Ausziehen mit reiner Salzsäure	20./IV.	5./V.	19./V.
Zweites Kochen mit Soda, waschen	24./IV.	9./V.	23./V.
Zweites Ausziehen mit reiner Salzsäure	30./V.	8./VI.	23./VI.
Drittes Kochen mit Soda, waschen	5./VI.	12./VI.	26./VI.
Drittes Ausziehen mit reiner Salzsäure	2./VII.	11./VII.	10./VIII.

Aus den reinsalzsaurigen Auszügen, welche die ganze Radiumausbeute enthalten, fällt man dasselbe zur weiteren Konzentration mit Schwefelsäure als Sulfat aus. Mit dem Radium zusammen fallen die alkalischen Erden, hauptsächlich Calcium, viel Blei, welches Radioblei enthält, und eine kleine Menge seltener Erden, welche Actinium führen und als Natriumdoppelsulfate in den Niederschlag gehen. Die ganze Fällung, das »Rohsulfat«, betrug für 100 kg Rückstände beim ersten Auszug 1 bis 2, beim zweiten und dritten $\frac{1}{2}$ bis 1% vom Gewicht der Rückstände. Die Überführung des Rohsulfates in eine zur weiteren Konzentration des Radiums geeignete Form, Chlorid oder Bromid, bedingt wiederum die Umwandlung der Sulfate in Carbonate. Die Umwandlung wurde durch mehrmaliges Kochen des Rohsulfates mit jedesmal neuen Mengen konzentrierter Sodalösung im mehrfachen Überschuß bewirkt, jedoch war die Umwandlung niemals eine vollständige; denn trennte man das Carbonat von seiner Kochlauge und wusch es vollständig aus, so war es niemals ganz in Salzsäure löslich; abgesehen von den großen Mengen von Bleichlorid, welche man nach Entfernung des radiumhaltigen Filtrates durch heißes Wasser in Lösung bringen konnte, bleibt immer ein kleiner Teil als »nicht umgesetzt« zurück; er wurde der nächsten Partie Rohsulfat zugesetzt. Das Bleichlorid wurde durch Umkrystallisieren möglichst vom Radium befreit und gesammelt, im ganzen 60 kg als Material für Radiobleigewinnung (I).

Der im salzsauren Wasser leicht lösliche Anteil der Carbonate ex Rohsulfat, welcher das gesamte Radium enthält, wurde mit Schwefelwasserstoff von den geringen Mengen gelösten Bleies (*L*) befreit, dann zur Trockene eingedampft und aus dem Trockenrückstande wurde schließlich die Hauptmenge des vorhandenen Chlorcalciums durch konzentrierte Salzsäure, in welcher Radiumchlorid noch unlöslicher ist als Bariumchlorid, ausgezogen. Der restierende Körper, hauptsächlich neben Radium aus Bariumchlorid bestehend, das sogenannte Rohchlorid, enthält noch Strontium- und Calciumchlorid und nur geringe Mengen anderer Körper (*K*), welche sich jedoch beim systematischen Krystallisieren in den letzten Mutterlaugen ansammeln. Vom Rohchlorid, welches das Material für die systematische Krystallisation bildet, wurden im ganzen 20 kg, feuchtes Salz gewonnen. Von den Körpern, welche sich im Rohchlorid vorfinden, ist das Radium selbst der am schwersten lösliche und die erste Fraktion ist demnach immer die an Radium reichste.

Zwei Gesichtspunkte waren bei der Durchführung dieser Arbeiten zu berücksichtigen; erstens möglichst viel Bariumchlorid, welches möglichst wenig Radium enthält, aus der Krystallisationsreihe auszuschneiden, und zweitens die erste Fraktion immer entsprechend groß zu halten. Das letztere kann man erreichen, wenn man die erste Fraktion, sobald sie der Menge nach nur mehr 1 oder 2⁰/₀ vom Gesamtgewicht der Fraktionen ausmacht, so lange abstellt, bis die zweite Fraktion annähernd gleichwertig geworden ist und mit der ersten vereinigt werden kann, was ungefähr nach vier bis fünf Reihen der Fall ist; leider fehlt es an einer Methode, die Aktivität der einzelnen Fraktionen rasch zu bestimmen, um den Verlauf der Krystallisation kontrollieren zu können.

Durch sukzessives Abscheiden der starken Fraktionen am oberen und der schwächsten am unteren Ende der Reihe wurden die Mittelfraktionen, welche zu Beginn die größten sind, immer kleiner, bis die ganze Menge des Radiumbariumgemenges in zwei Teile zerlegt war: einen Teil, ungefähr 2 kg im Gewicht, welcher nahezu das gesamte Radium enthielt, und einen zweiten von ungefähr 11 kg (*G*), welcher nur sehr wenig

davon enthielt. Die 2 kg bilden das Material für die Darstellung von reinem Radium.

Die Krystallisationen wurden, um die Säuren des Schwefels, welche bei der Verbrennung von Leuchtgas sich bilden, auszuschließen, auf einem Dampfbad ausgeführt; das Trocknen der Präparate zur Atomgewichtsbestimmung geschah in einem mittels einer Berzeliuslampe geheizten Trockenschrank (120°C.).

Nach ungefähr 30 Reihen wurde die Krystallisation unterbrochen, die Glieder von 2 bis 10 in drei Gruppen (6, 7, 8) vereinigt und nur die erste Fraktion, ungefähr 9 g, weiter krystallisiert. Sie wurde noch vorher einer Reinigung durch Schwefelwasserstoff unterzogen, da die Anwesenheit von durch Schwefelwasserstoff fällbarem Körper bemerkt worden war; es handelte sich wahrscheinlich um Blei, welches aus den Glasgefäßen stammte. Das so gereinigte Produkt wurde von da ab nur mehr in Quarzschalen krystallisiert. Die Fraktion wurde gelöst, mit Salzsäure angesäuert und eingedampft; nach erfolgter Krystallisation wurde die Lauge abgegossen und abgestellt. Mit den Krystallen wurde derselbe Vorgang noch dreimal wiederholt und so schließlich eine Kopffraktion erhalten, bezeichnet »Kopf«, und vier Laugen, welche, mit der stärksten beginnend, die Bezeichnung haben: *M* III (Mutterlauge III), *M* II, *M* I und A. G. (wurde mit kleinen Resten der oberen Fraktionen vereinigt, war daher tatsächlich etwas radiumreicher als *M* I). Von den Fraktionen A. G., *M* III und »Kopf« wurden Atomgewichtsbestimmungen ausgeführt, von A. G. zwei, von den anderen je eine. Die angewendete Methode war die von T. W. Richards¹ für die Atomgewichtsbestimmung des Bariums angewendete, bei welcher das bis zur Gewichtskonstanz getrocknete wasserfreie Chlorid in Wasser gelöst wird und mit der wahrscheinlichen Menge genau gewogenen reinen Silbers, das in Salpetersäure gelöst ist, versetzt wird; nach dem Absetzen des lange geschüttelten Niederschlages läßt eine Probe der klaren überstehenden Flüssigkeit, einerseits mit Salzsäure, andererseits mit äquivalenter Menge ganz verdünnter Silberlösung versetzt, aus der relativen Stärke der Opaleszenz er-

¹ Zeitschrift für anorganische Chemie, 3, 441; 6, 89.

kennen, ob Chlorid oder Silber im Überschuß vorhanden ist. Durch sukzessives Zufügen des Fehlenden erreicht man den Endpunkt. Die beiden von A. G. ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen stimmen überein, was für die Anwendbarkeit dieser Methode auf ein Radiumbariumgemenge spricht.

A. G.

1. 0·3165 *g* wasserfreies Chlorid erforderten 0·3191 *g* Silber, daraus folgt Atomgewicht = 143·2.
2. 0·3985 *g* wasserfreies Chlorid erforderten 0·4015 *g* Silber, daraus folgt Atomgewicht = 143·2.

M III.

0·3682 *g* wasserfreies Chlorid erforderten 0·3103 *g* Silber, daraus folgt Atomgewicht = 185·2.

»Kopf«.

0·5358 *g* wasserfreies Chlorid erforderten 0·3909 *g* Silber, daraus folgt Atomgewicht = 225.

Dieser mit dem von M. Curie gefundenen¹ übereinstimmende Wert würde auf ein sehr reines Präparat schließen lassen; auch die verhältnismäßig große Differenz zwischen »Kopf« und *M III* hat nichts Unmögliches an sich. Sie wird im Gegenteil durch Aktivitätsbestimmungen an den Präparaten bestätigt. Diese wurden von den Herren Dr. Stephan Meyer und Prof. Egon v. Schweidler ausgeführt und haben uns die beiden Herren, welche über ihre Untersuchungen demnächst ausführlich berichten werden, die folgenden Zahlen freundlichst mitgeteilt.

Setzt man die Aktivität der »Kopf«-Fraktion gleich $27\cdot2 \times 10^6$, so ist jene von *M III* $17\cdot0 \times 10^6$ und von A. G. $3\cdot1 \times 10^6$. Betrachtet man diese Zahlen als die Relativzahlen der in den Fraktionen enthaltenen Mengen Radiumchlorid und nimmt man an, daß außer diesem nur Bariumchlorid zugegen ist, berechnet unter Zugrundelegung eines Atomgewichtes von 225 (der für »Kopf« gefundenen Zahl) für Radium, das Durchschnittsatomgewicht, so erhält man:

¹ Indessen hat M. Curie die Atomgewichtsbestimmung wiederholt und einen ungefähr um eine Einheit höheren Wert gefunden.

	»Kopf«	<i>M</i> III	A. G.	
Aktivitätszahl	27·2	17·0	3·1	
entsprechend	100·0	62·5	11·4	Teilen RaCl ₂ in 100 Teilen
und	0·0	37·5	88·6	Teilen BaCl ₂ in 100 Teilen.
Dem RaCl ₂ entsprechen	—	47·52	8·67	Teile Radium in 100 Teilen,
dem BaCl ₂ entsprechen	—	24·74	58·44	Teile Barium in 100 Teilen,
somit in Summe	—	<u>72·26</u>	<u>67·11</u>	Teile Erdmetall in 100 Teilen.
Dem RaCl ₂ entsprechen	—	14·98	2·73	Teile Chlor in 100 Teilen,
dem BaCl ₂ entsprechen	—	12·76	30·16	Teile Chlor in 100 Teilen,
somit in Summe	—	<u>27·74</u>	<u>32·89</u>	Teile Chlor in 100 Teilen.
Atomgewicht aus der Relation				
(Ra Ba)Cl ₂ , aktinometrisch				
gefunden	—	184·69	144·67	
auf chemischem Wege gefunden	225	185·2	143·2	

Die Differenzen zwischen den chemisch und aktinometrisch gefundenen Atomgewichten sind ziemlich geringfügig und bestätigen die Voraussetzung, daß die Aktivität in der Tat an das Bariumhomologe geknüpft ist. Diese Voraussetzung, so wahrscheinlich sie auch scheint, bedarf immerhin eines strikten Beweises, denn die Vermutung ist gewiß statthaft, daß das bei der Fraktionierung des isomorphen Salzgemisches naturgemäß an den Kopf der Krystallisationsreihe gehenden »Überbariums« nur mehr weniger zufällig von einem eben dahingehenden Etwas, dem die »Aktivität« zukommt, begleitet wird.¹

¹ Aber auch dann, wenn durch weitere Untersuchungen an den Gliedern einer und derselben Fraktionsreihe die Übereinstimmung der Radiumbestimmung durch Atomgewicht und durch Aktivität auf schärfste bestätigt wird, erscheint es nicht ausgeschlossen, daß ein aus ganz anderen Materialien erzeugtes Ra-Ba-Salz eine solche Übereinstimmung nicht zeigt. Dieses wäre dann möglich, wenn in einem gegebenen Substanzgemisch die »Aktivität« sich in toto an ein vorhandenes »Überbarium« heftet (nicht im Sinne einer stöchiometrischen Verbindung) und sich dann parallel mit diesem in der Fraktionsreihe verteilt. H.

Der weitaus größte Teil des aus den Pecherzrückständen gewonnenen Rohbariums wurde in der früher geschilderten Weise als Chlorid fraktioniert. Ein kleiner Teil jedoch, nachdem durch einige Krystallisationen eine Anreicherung an Radium erzielt war, in Bromid verwandelt und in analoger Weise bearbeitet. Nur der »Kopf« dieser Reihe wurde aufbewahrt, während alle anderen Anteile wieder in Chlorid zurückverwandelt und der Hauptreihe einverleibt wurden. Dieser Bromidkopf im ursprünglichen Gewicht von etwa 0·5 g hat nach mehr als einjähriger Aufbewahrung sein Gewicht auf 0·389 g vermindert. Herr Brill im Laboratorium Ramsay's (laut privater brieflicher Mitteilung) hat mit diesem Präparat einige Versuche gemacht. Er fand, daß es nur wenig löslich in Wasser ist, beim Erhitzen 5·4% seines Gewichtes verliert, dagegen bei Umwandlung in wasserfreies Bromid durch Erhitzen im Bromwasserstoffstrom bis zur Gewichtskonstanz im Verhältnis von 38·21 zu 44·78 (also um 17·2%!) zunimmt. Es hat somit beim Aufbewahren einen erheblichen Teil seines Bromgehaltes verloren. Der aktinometrische Vergleich mit einem sehr reinen Radiumchlorid, das zu Atomgewichtsbestimmungen gedient hatte, ergab Herrn Brill unter Zugrundelegung von $Ra = 225$ ein Atomgewicht des im Bromid enthaltenen Erdmetalles von 196, während durch die direkte Bestimmung 190 gefunden wurde. Die Gesamtmenge der Bromidfraktion enthält aktinometrisch gemessen 179·2 mg Ra, was etwa 236 mg wasserfreiem Chlorid entsprechen würde. Der Umstand, daß sich Radiumbromid so leicht zersetzlich erweist, ist unseres Wissens nicht sehr bekannt und fordert gar sehr zur Vorsicht heraus, wenn es sich um ziffermäßige Bestimmung der physikalischen Konstanten, respektive seiner Wirksamkeit handelt.

Alle dargestellten Radiumbariumpräparate wurden dem II. physikalischen Institut der Universität Wien übergeben und von den Herren Dr. Meyer und Prof. v. Schweidler aktinometrisch gemessen. Die folgende Tabelle gibt deren Menge und relative Aktivität und aus dem Produkte beider Aufschluß über die Verteilung der gesamten gewonnenen Mengen Radiums in den einzelnen Fraktionen.

Signatur	Gewicht	Relative Aktivität nach Bestimmungen von St. Meyer und Schweidler	Produkt aus Gewicht und Aktivität
1. »Kopf«	1·05	27,200.000	28,560.000
2. <i>M</i> III.	0·4	17,000.000	6,800.000
3. <i>M</i> II	1·06	6,100.000	6,466.000
4. <i>M</i> I	1·3	2,500.000	3,250.000
5. A. G.	5·47	3,100.000	16,957.000
6. <i>E</i> = (II, III) . . .	243·0	60.400	14,677.200
7. <i>D</i> = (IV, V) . . .	556	3.040	1,690.240
8. <i>C</i> = (VI, VII) . .	1.252	223	279.196
9. BaCl ₂	10.918	182	1,987.046
			<hr/> 80,666.682

Dividiert man die Summe der Zahlen der letzten Kolumne durch die Aktivitätszahl der Kopffraktion, so erhält man rund 3, d. h. in den Fraktionen 1 bis 8 zusammengenommen ist etwa so viel Radium als in 3 g eines Radiumchlorides vom Reinheitsgrade der ersten Fraktion enthalten ist. Hiezu kommt noch die Bromidfraktion, die nach den Zahlen von Herrn Brill 0·236 g wasserfreiem Radiumchlorid entspricht.

Von der Gesamtverarbeitung restieren folgende radiumarme Produkte und Nebenprodukte:

- A. 200 kg unverarbeitete Rückstände;
- B. 60 kg Rückstände, teilweise verarbeitet;
- C. 4500 kg Rückstände der Verarbeitung (mit Ätznatron, Salzsäure und Soda);
- D. zirka 250 kg eingedampften Sodakochlaugenrückstand;
- E. zirka 2400 kg »Hydrat« (sehr feucht);
- F. zirka 130 kg »Gips + Chlorblei«;
- G. zirka 30 kg Sulfide durch Schwefelwasserstoff ex Hydrat;
- H. zirka 1000 l konzentriertes Filtrat von der Rohsulfatfällung;
- I. zirka 58 kg Bleichlorid, davon 10 kg in Acetat umgewandelt;
- K. zirka 60 l letzte Rohchloridlaugen, hauptsächlich Chlorcalcium, teils mit, teils ohne seltene Erden;

- L.* zirka 600 *g* Sulfide, durch Schwefelwasserstoff aus Rohchloridlösung gefällt;
 - M.* zirka 30 *g* aus Rohchloridlösungen abgeschiedene Trübung, aus Schwefel, Kieselsäure und Sulfaten bestehend;
 - N.* zirka 3 *kg* Magnesiumdoppelnitrate von seltenen Erden;
 - O.* zirka 585 *g* Oxyde der seltenen Erden, actiniumhaltig;
 - P.* mehrere kleine Fraktionen actiniumreicher seltener Erden;
 - Q.* zirka 2 *kg* Urannitrat, dargestellt aus den Rückständen.
-