



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 92 375 T5 2005.06.30**

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/078670**  
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 375.6**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/03108**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **14.03.2003**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.09.2003**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **30.06.2005**

(51) Int Cl.7: **C22B 3/00**  
**C22B 11/00, C22B 7/00, C22B 61/00**

(30) Unionspriorität:  
**2002-072848 15.03.2002 JP**  
**2002-196802 05.07.2002 JP**  
**2002-347546 29.11.2002 JP**  
**2003-006391 14.01.2003 JP**  
**2003-006392 14.01.2003 JP**

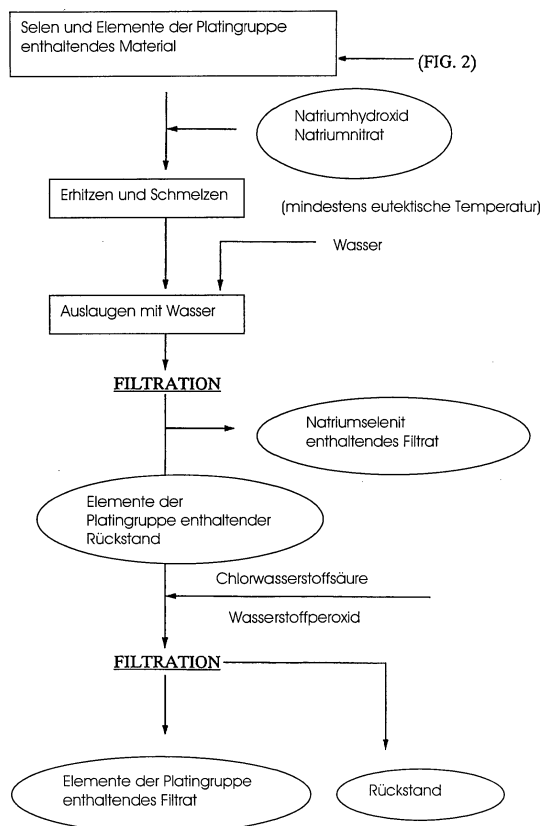
(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Materials Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos, 40593  
 Düsseldorf**

(72) Erfinder:  
**Okada, Satoshi, Saitama, Saitama, JP; Uno,  
 Takahiro, Saitama, Saitama, JP; Satou, Kazusuke,  
 Saitama, Saitama, JP; Ishiwata, Shoji, Saitama,  
 Saitama, JP**

(54) Bezeichnung: **Abtrennverfahren für Elemente der Platingruppe**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Abtrennung von Elementen der Platingruppe, umfassend:  
 eine Stufe (A) zur Behandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali,  
 eine Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur, und  
 eine Stufe (C) zum Trennen eines Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und einer Selen/Tellur-Lauge.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Behandlungsverfahren, das die wirksame Abtrennung von Selen, Tellur und Elementen der Platingruppe aus einem Material ermöglicht, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Abtrennverfahren, das die wirksame Ausfällung und Abtrennung von restlichem Gold aus einer Lösung, die Elemente der Platingruppe enthält, die erhalten wurde durch Behandeln des Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, ermöglicht. Ein Abtrennverfahren gemäß der Erfindung ist ideal für ein Verfahren zur Abtrennung und Wiedergewinnung von Selen, Tellur und Elementen der Platingruppe aus der Reduktionsschlacke, die erhalten wird durch Reduktionsbehandlung einer Flüssigkeit nach der Goldextraktion in einem Verfahren zur Wiedergewinnung von Edelmetallen aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse.

**[0002]** Erfindungsgemäß bedeutet ein Selen/Tellur-Gemisch ein Gemisch aus Selen und Tellur und beschreibt beispielsweise die Ausfällung, die erhalten wird durch Neutralisieren des Filtrats, das erhalten wird durch Filtrieren des Rückstands, der Elemente der Platingruppe enthält, aus einer Flüssigkeit nach der Goldextraktion, die aus einem entkupferten Schlamm erzeugt wird. Darüber hinaus bedeutet ein Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, ein Material, das mindestens eines von Selen und Tellur zusammen mit Elementen der Platingruppe enthält und der Ausdruck Selen/Tellur bedeutet Selen und/oder Tellur.

**[0003]** Bei dem Kupferelektrolyseverfahren, das während der Verhüttung von Kupfer durchgeführt wird, werden auch Verunreinigungen, die in dem Elektrolyt unlöslich sind, als restliches Nebenprodukt gebildet. Dieses Nebenprodukt enthält beträchtliche Mengen an Elementen der Platingruppe, wie Pt, Rh, Ir und Ru, sowie Selen, Tellur, Gold, Silber und Kupfer. Es wurden bereits zahlreiche Verfahren zur Abtrennung und Wiedergewinnung dieser Metalle vorgeschlagen. Beispielsweise werden Elemente der Platingruppe aus dem Schlamm der Silberanode, der während einer Raffinationsstufe für Silber gebildet wird und aus dem Schlamm, der bei Zusatz von Salpetersäure zu diesem Schlamm gebildet wird, wiedergewonnen, wobei die Metall-Komponenten, die von Gold unterschiedlich sind, ausgelaugt werden und anschließend der Rückstand reduziert wird. Konventionell wird zur Auflösung dieser Schlämme eine Auflösung in Königswasser, eine Auflösung in Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid oder eine Auflösung in Chlorwasserstoffsäure unter einem Chlorgasstrom durchgeführt.

**[0004]** Jedoch bilden im Falle von Materialien, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthalten, worin Selen und/oder Tellur zusammen mit den Elementen der Platingruppe vorliegen, bei Anwendung der Reduktion zur Bildung einer Ausfällung, die Elemente der Platingruppe Verbindungen mit dem Selen/Tellur, die schwierig in Königswasser oder Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid aufzulösen sind, was bedeutet, dass die Abtrennung und Wiedergewinnung unmöglich wird. Wasserstoffperoxid zersetzt sich an der Oberfläche von Seleniden und kann daher nicht als ein Oxidationsmittel wirken. Außerdem wurde ein Verfahren zum Rösten dieser Verbindungen zur Bewirkung einer Abtrennung von Selenoxid und Telluroxid im Dampfzustand vorgeschlagen, obwohl die Toxizität dieser Materialien zu signifikanten Umweltproblemen führt.

## Stand der Technik

**[0005]** Ein Verfahren zur Abtrennung von Elementen der Platingruppe und Selen/Tellur, die in einer Flüssigkeit nach der Extraktion von Gold aus einem Schlamm, der bei der Elektrolyse erhalten wird, erhalten sind, bei dem die Konzentration der Chlorionen in der Flüssigkeit bei nicht mehr als 1,5 Mol/L gehalten wird, während Schwefeldioxidgas mit einer Konzentration von 8 bis 12% durch die Flüssigkeit bei einer Temperatur von 60 bis 90°C geblasen wird, wobei die Elemente der Platingruppe reduziert und ausgefällt werden (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. 2001-316735), und ein Verfahren zur Gewinnung des Extraktionsrückstandes, der bei der Lösungsmittelextraktion von Gold und Elementen der Platingruppe aus einer Chlorwasserstoffsäure-Auslaugung erzeugt wird, die aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse erhalten wurde und anschließendes Einführen von Schwefeldioxid in diese Post-Extraktionsflüssigkeit, zur Reduktion und Ausfällung von Selen/Tellur (japanisches Patent Nr. 3 087 758 und japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. 2001-207223) sind bereits bekannt.

**[0006]** Jedoch ist bei diesen Verfahren die Steuerung schwierig, da eine große Anzahl von Parametern während der Reduktion von Selen, wie die Konzentration von Chlorwasserstoffsäure, die Temperatur und die Konzentration an Schwefeldioxidgas und die Schwefeldioxidgas-Fließgeschwindigkeit gesteuert werden müssen, was zu einer Verringerung der Ausbeute für die Elemente der Platingruppe und Selen/Tellur führt. Darüber hinaus ist die Durchführung der Stufen bei der zweistufigen Reduktionsbehandlung unter Verwendung von Schwefeldioxid äußerst schwierig und eine gewisse Einarbeitung von Selen-Tellur oder Elementen der Platingruppe in die Ausfällungen ist nicht vermeidbar, was bedeutet, dass eine Abtrennung, die lediglich auf der Reduktion durch Schwefeldioxid beruht, nicht zufriedenstellend

ist. Darüber hinaus ist die Abtrennung von Elementen der Platingruppe und Selen/Tellur unter Anwendung der Lösungsmittelextraktion ein kostspieliges Verfahren und die Wiedergewinnungsbehandlung, die im Anschluss an die Extraktion erforderlich ist, ist sowohl komplex als auch zeitraubend.

**[0007]** Es wurde auch ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem anstelle der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure und Schwefeldioxid der Schlamm der Kupferelektrolyse einer Auslaugbehandlung in einer Schwefelsäurelösung mit unter Druck stehendem, mit Sauerstoff angereichertem Gas (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Hei 5-311258) und ein Verfahren, bei dem im Anschluss an das Auslaugen des Schlammes der Kupferelektrolyse in einer Schwefelsäurelösung unter mit Sauerstoff unter Druck angereichertem Gas, wobei die Auslaugung durch Behandeln mit Chlorionen und einer Natriumthiosulfatlösung entsilbert wird und anschließend Kupfer zugegeben wird (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation, Nr. Hei 5-311264) ebenfalls vorgeschlagen, Jedoch sind diese Arten von Verfahren, die Kupfer unter Bedingungen von unter Druck stehendem mit Sauerstoff angereichertem Gas verwenden, schwierig durchzuführen und sehr kostspielig und daher nicht praktikierbar.

**[0008]** Andere bekannte Verfahren umfassen ein Verfahren, bei dem ein Oxidationsmittel verwendet wird, um metallisches Selen zu oxidieren und das resultierende Produkt wird anschließend mit einem Alkalimetallcarbonat oder -hydroxid neutralisiert, wobei ein Alkalimetallselenat gebildet wird (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Sho 60-176908), ein Verfahren, bei dem ein Selen enthaltendes Material mit einem Alkalimetallcarbonat umgesetzt wird, um eine wässrige Aufschlämmung zu bilden und diese Aufschlämmung anschließend in einer oxidierenden Atmosphäre unter Bildung von Pellets gebrannt wird, die anschließend mit Wasser ausgelaugt werden (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Sho 56-5306), ein Verfahren, bei dem ein Tellur enthaltender Schlamm in einer Mineralsäure in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gelöst wird, anschließend ein Alkali zu der Lösung zur Ausfällung und Abtrennung von Kupfer zugesetzt wird und die verbleibende Lösung dann zur Ausfällung des Tellurs neutralisiert wird (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Sho 56-84428) und ein Verfahren, bei dem ein Rohmaterial, wie der Schlamm der Kupferelektrolyse, mit einer starken Säure, wie Chlorwasserstoffsäure und auch mit einem Oxidationsmittel, wie Chlor, falls das Rohmaterial Verbindungen enthält, behandelt wird, worauf Butylcarbitol als Lösungsmittel zur Extraktion von Tellur verwendet wird (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. 2000-239753). Jedoch erfordern alle diese Verfahren eine große Anzahl von Stufen und die Wiedergewinnungsraten für

Selen/Tellur sind auch gering.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung löst die vorstehenden Probleme, die mit der üblichen Technologie einhergehen und hat als Ziel die Bereitstellung eines Abtrennverfahrens, das es ermöglicht Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe leicht und wirksam aus einem Material abzutrennen, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0010]** Darüber hinaus wird, wie vorstehend beschrieben, bei einem Abtrennverfahren, das auf der Verdampfung durch Rösten auf Selen basiert, ein großer Anteil des Selens sechswertig, was eine große Belastung für die anschließende Behandlung des Abwassers darstellt.

**[0011]** Dementsprechend wird durch die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Auflösung eines Materials bereitgestellt, das sowohl Elemente der Platingruppe als auch Selen enthält, und das geeignet ist, die vorstehenden Probleme zu lösen, die mit üblichen Verfahren einhergehen, durch Bereitstellung eines Auflösungsverfahrens, das eine wirksame Auslaugung von Selen ermöglicht, wodurch eine Abtrennung von Elementen der Platingruppe möglich wird.

**[0012]** Außerdem ist, wie vorstehend beschrieben, die Durchführung der Stufen einer zweistufigen Reduktionsbehandlung unter Verwendung von Schwefeldioxid äußerst schwierig und eine gewisse Einarbeitung von Selen oder Elementen der Platingruppe in die Ausfällungen lässt sich nicht vermeiden, was bedeutet, dass die Abtrennung, die lediglich auf der Reduktion durch Schwefeldioxid beruht, nicht zufriedenstellend ist. Darüber hinaus sind Verfahren, bei denen Elemente der Platingruppe durch Lösungsmittelextraktion entfernt und anschließend von Selen und/oder Tellur abgetrennt werden, kostspielig und die auf die Extraktion folgende erforderliche Behandlung zur Wiedergewinnung ist zeitaufwendig. Darüber hinaus beschreibt jedes dieser Verfahren die Abtrennung von Elementen der Platingruppe und Selen, die bereits innerhalb einer Lösung vorliegen und betreffen nicht die Auflösung einer Verfahrensausfällung, die Elemente der Platingruppe und Selen und dergleichen enthält.

**[0013]** Jedes der vorstehend beschriebenen Verfahren zur Gewinnung von Selen und Tellur stellt ein Verfahren dar, bei dem Selen und/oder Tellur oxidiert und gelöst werden, jedoch ermöglicht keines dieser Verfahren die Abtrennung von Elementen der Platingruppe von Selen in der Auflösungsstufe.

**[0014]** Außerdem ist bei der Gewinnung von Rhodium, das eines der Elemente der Platingruppe darstellt, Rhodium sehr leicht der Oxidation zugänglich, wobei sehr unlösliches Rhodiumoxid gebildet wird und es ist daher schwierig aufzulösen. Ein Verfahren

zur Abtrennung von Rhodium aus einer Schlacke, die Edelmetalle enthält, bei dem die Edelmetall enthaltende Schlacke mit einem auf Kohlenstoff basierenden Reduktionsmittel erwärmt wird und das resultierende Reduktionsprodukt mit einem Sulfatisierungsmittel behandelt wird, wobei Rhodiumsulfat gebildet wird, ist bekannt (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Hei 5-125461), obwohl dieses Verfahren den Nachteil geringer Ausbeuten und das Erfordernis einer Hoch-Temperaturbehandlung benötigt.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Lösungsbehandlung für ein Material bereit, das sowohl Elemente der Platingruppe als auch Selen enthält, das geeignet ist die vorstehenden Probleme üblicher Verfahren zu lösen, durch Bereitstellung eines Behandlungsverfahrens, bei dem Selen selektiv aufgelöst und wirksam von Elementen der Platingruppe abgetrennt wird und bei dem die in fester Fraktion verbleibenden Elemente der Platingruppe anschließend aufgelöst und gewonnen werden.

**[0016]** Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Verfahren umfassen bekannte Verfahren zur Gewinnung von Tellur ein Verfahren, bei dem ein Anodenschlamm, der während der Elektrolyse zur Raffination von Kupfer oder Nickel gebildet wird, einer Nassbehandlung unterworfen wird, um unlösliche Silber-Verbindungen abzutrennen, die anschließend mit Ammoniak oder dergleichen ausgelaugt werden, um das Silber abzutrennen, wobei der resultierende Rückstand, der Tellur enthält, mit Natriumcarbonat ausgelaugt wird (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. 2001-11547), und ein Verfahren, bei dem das Tellur enthaltende Filtrat, das während der Lösungsmittelextraktion von Gold reduziert wird, um Selen auszufällen und das verbleibende Filtrat anschließend unter Bedingungen zur Auslaugung unter Druck mit Schwefelsäure zum Auslaugen zu einer entkupferten Lauge zurückgeführt wird (Establishment of copper precipitate wet treatment technology, Journal of the Mining and Materials Processing Institute of Japan, Vol. 116, Seite 484, 2000). Jedoch leiden Verfahren zur Gewinnung von Tellur aus unlöslichen Silber-Verbindungen an geringen Tellurmigrationsraten. Darüber hinaus ist bei Verfahren, bei denen das Tellur enthaltende Filtrat zur Druckauslaugung zurückgeführt wird, die Rate der Auslaugung nicht zufriedenstellend, wenn das Tellur in metallischer Form vorliegt, was zu einem unerwünschten Anstieg des in dem Verfahren zu haltenden Volumens führt.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung löst diese Probleme, die mit den üblichen Behandlungsverfahren einhergehen, durch Bereitstellung eines Behandlungsverfahrens, bei dem ein Gemisch von Selen und Tellur mit Kupfer legiert wird, diese Legierung einer Kupferelektrolyse unterzogen wird, um Kupfer elektroly-

tisch zu gewinnen und einen Selen- und Tellurschlamm zu bilden, und anschließendes Auslaugen dieses Kupferelektrolyseschlammes zum Auslaugen von Tellur und zur Abtrennung des Selen, wodurch das Selen und das Tellur mit guter Wirksamkeit erhalten werden können.

**[0018]** Wie vorstehend erwähnt, werden bei einem Verfahren zur Kupferelektrolyse bei der Kupferverhüttung Verunreinigungen als Nebenprodukte gebildet, die in dem Elektrolyt unlöslich sind. Dieses Nebenprodukt enthält beträchtliche Mengen an Gold, Silber, Kupfer, Elementen der Platingruppe wie Pt, Rh und Ru sowie Se und Te. Es wurden bereits zahlreiche Verfahren zur Abtrennung und Gewinnung dieser Edelmetalle vorgeschlagen. Beispielsweise kann ein entkupferter Schlamm einer chlorierenden Auslaugung unterworfen werden, wobei Silber und Blei aus dem resultierenden Schlamm gewonnen werden und Gold aus der Lauge durch ein Lösungsmittelextraktionsverfahren gewonnen wird. Die restliche Flüssigkeit aus dieser Goldextraktion enthält Elemente der Platingruppe sowie Se und Te. Diese Flüssigkeit nach der Goldextraktion wird anschließend einer Reduktionsbehandlung unterworfen durch Einführen von Schwefeldioxidgas in das System, wobei die Ausgangs-Selenausfällung, die zuerst einer Destillation unterworfen wird, um hoch reines Selen zu gewinnen und der resultierende Destillationsrückstand einer Alkali-Schmelzbehandlung unterworfen werden, um eine Auftrennung in eine Selen enthaltende Lauge und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu bewirken, wobei Tellur, das durch weiteres Einführen von Schwefeldioxidgas in die vorstehende restliche Flüssigkeit ausgefällt wird, einer Alkaliauslaugbehandlung unterworfen wird, um eine Auftrennung in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält, und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu bewirken, worauf Selen und Tellur und die Elemente der Platingruppe aus dieser Lauge bzw. dem Rückstand gewonnen werden.

**[0019]** Bei diesem Typ des Gewinnungssystems für Edelmetalle verwendet das Verfahren zur Gewinnung von Gold üblicherweise ein bekanntes Lösungsmittelextraktionsverfahren unter Anwendung von Dibutylcarbitol (DBC) (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Sho 57-79135). Ein Verfahren, bei dem eine wässrige Lösung von Oxalsäure zu der extrahierten Lösung gefügt wird, um das Gold zu reduzieren und auszufällen, ist ebenfalls bekannt (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. 2001-316735). Jedoch verbleiben bei einem Lösungsmittelextraktionsverfahren unter Verwendung von DBC typischerweise etwa 0,3% des Lösungsmittels in der Post-Extraktionsflüssigkeit. Dieses restliche Lösungsmittel kann durch Destillation entfernt werden, jedoch besteht ein Bedürfnis nach einem Verfahren zur Gewinnung der geringen Menge an Gold, die in dem Lösungsmittel

verbleibt und nach einem Verfahren zur wirksamen Entfernung dieses Goldes während der anschließenden Stufen.

**[0020]** Darüber hinaus sind ein Verfahren, bei dem Oxalsäure zu der Chlorierungs-Auslaugung aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse gefügt wird und die resultierende Ausfällung mit Salpetersäure behandelt und durch Erwärmen geschmolzen wird (japanische geprüfte Patentanmeldung, zweite Publikation Nr. Sho 64-3930) und ein Verfahren, bei dem Bis(2-butoxyethyl)ether mit der Chlorierungs-Lauge eines Schlammes der Kupferelektrolyse vermischt wird, wobei das Gold in die organische Phase durch Zusatz von Ether extrahiert wird, diese organische Phase mit Chlorwasserstoffsäure gewaschen und anschließend Oxalsäure zur Reduktion verwendet wird (japanisches Patent Nr. 3 087 758) ebenfalls bekannt. Jedoch weisen Verfahren, bei denen Gold selektiv unter Verwendung von Oxalsäure reduziert wird, den Nachteil äußerst niedriger Reaktionsraten in solchen Fällen auf, bei denen die Chloridkonzentration der chlorierenden Auslaugung aus dem Schlamm der Kupferelektrolyse hoch ist, wodurch der Schritt der Reduktion von Gold praktisch unmöglich wird.

**[0021]** Andererseits sind auch ein Verfahren unter Verwendung von Hydroxylaminhydrochlorid, Salpetersäure oder Schwefeligersäure als Reduktionsmittel zur Extraktion von Gold aus Gold enthaltenden Materialien bekannt (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Hei 2-97626). Darüber hinaus wird ein Verfahren, bei dem ein Komplex bildendes Mittel während der Elektroplattierung eines Metallmaterials, das Palladium und Gold und dergleichen enthält, ebenfalls beschrieben (japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Publikation Nr. Hei 2-221392) ebenfalls beschrieben. Jedoch ist die Menge an Gold, die in der Flüssigkeit nach der Extraktion von Gold enthalten ist, die aus einem entkupferten Schlamm gewonnen wird, minimal und die Mengen an Selen, Tellur und Elementen der Platingruppe sind höher und dementsprechend wird, selbst wenn Hydroxylaminhydrochlorid oder ein Alkylhydroxylamin direkt zu der Flüssigkeit nach der Goldextraktion gefügt wird, eine wirksame Gewinnung von Gold unmöglich.

**[0022]** Erfindungsgemäß wird versucht, die vorstehenden Probleme zu lösen, die mit üblichen Verfahren zur Gewinnung aus Gold aus einem Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält und gebildet wird durch Behandeln der Chlorierungslauge aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse einhergehen, durch Bereitstellung eines Verfahrens, welches die wirksame Abtrennung und Gewinnung von Gold ermöglicht, das in einem derartigen Material enthalten ist, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

## Beschreibung der Erfindung

**[0023]** Um die vorstehenden Aufgaben zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung ein Abtrennverfahren für Elemente der Platingruppe bereit, welches umfasst: eine Stufe (A) zur Behandlung eines Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, mit Alkali, eine Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur und eine Stufe (C) zur Abtrennung des die Elemente der Platingruppe enthaltenden Laugenrückstands und der Selen/Tellur-Lauge.

**[0024]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren ist die Stufe (A) zur Behandlung eines Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält mit Alkali vorzugsweise ein Alkalischmelzverfahren, bei dem ein Schmelzmittel (Flux), das ein Gemisch aus Natriumhydroxid und Natriumnitrat enthält, zu dem Material gefügt wird, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, und das Gemisch geschmolzen wird durch Erwärmen auf eine Temperatur, die die eutektische Temperatur des Schmelzmittels übersteigt, die Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur ist vorzugsweise eine Wasserauslaugstufe zum Auslaugen der erhaltenen Schmelze mit Wasser und die Stufe (C) zur Abtrennung des Laugenrückstands, der die Elemente der Platingruppe enthält und der Selen/Tellur-Lauge ist vorzugsweise eine Stufe zur Durchführung einer Fest-Flüssig-Abscheidung unter Verwendung einer Auslaugung mit Wasser, wodurch das Gemisch in eine flüssige Fraktion, die Natriumselenit enthält und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt wird.

**[0025]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren liegt das Molverhältnis zwischen Natriumhydroxid und dem Natriumnitrat vorzugsweise in einem Bereich von 75 : 25 bis 85 : 15.

**[0026]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren werden Wasserstoffperoxid und Chlorwasserstoffsäure vorzugsweise zu dem Rückstand, der die Elemente der Platingruppe enthält, gefügt, um die Elemente der Platingruppe aufzulösen.

**[0027]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren ist das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material vorzugsweise eine Ausfällung eines Extrusionsrückstands eines Verfahrens, der nach einer Lösungsmittelextraktion verblieb, die angewendet wurde, um Gold aus der Chlorwasserstofflauge aus einem entkupferten Schlamm abzutrennen.

**[0028]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren ist das vorstehend genannte Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, vorzugsweise ein Destillationsrückstand, der erhalten wird durch Umwandeln eines entkupferten Schlammes in eine Aufschlammung, durch Zusatz von Chlorwasserstoff-

säure und Wasserstoffperoxid, Filtrieren dieser Aufschlammung, um eine Trennung in einen Laugenrückstand, der vorwiegend Silber enthält und eine Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthaltende Lauge zu bewirken, worauf die Flüssigkeitskriterien der Lauge eingestellt werden und eine Lösungsmittelextraktion zur Extraktion von Gold aus der Lauge durchgeführt wird, Schwefeldioxid zu der Post-Extraktionsflüssigkeit gefügt wird, um Selen und anschließend Tellur zu reduzieren und auszufällen und anschließend das ausgefällte Material, das Elemente der Platingruppe und Selen enthält, zum Konzentrieren der Elemente der Platingruppe erwärmt wird, während Selen abdestilliert und abgeschieden wird.

**[0029]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren werden die Stufe (A) zur Behandlung eines Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, mit Alkali, und die Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur vorzugsweise gleichzeitig als Alkaliauslaugverfahren durchgeführt, wobei das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material mit einem Alkali bei hoher Temperatur ausgelaugt wird, wobei Selen/Tellur in die Flüssigkeit wandern und eine Fest-Flüssig-Trennung anschließend durchgeführt wird, um das Gemisch in eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, und eine flüssige Fraktion, die Selen/Tellur enthält, zu trennen.

**[0030]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren wird vorzugsweise ein Oxidationsmittel zu der abgeschiedenen festen Fraktion gefügt, die bei der Fest-Flüssig-Trennung erhalten wird, unter sauren Bedingungen unter Verwendung von Chlorwasserstoffsäure, um so die Elemente der Platingruppe aufzulösen.

**[0031]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren wird das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material vorzugsweise mit Alkali bei einer hohen Temperatur ausgelaugt, wodurch Tellur in die Flüssigkeit mit dem Selen wandert, wobei eine Abtrennung von den Elementen der Platingruppe bewirkt wird.

**[0032]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren wird das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material vorzugsweise unter Verwendung von Alkali mit einer Konzentration von mindestens 1 Mol/L bei einer Temperatur von mindestens 60°C ausgelaugt.

**[0033]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren werden Chlorwasserstoffsäure und entweder Wasserstoffperoxid oder Chlorgas vorzugsweise zu der festen Fraktion aus der Fest-Flüssig-Abtrennung gefügt, die nach dem Auslaugen mit Alkali durchgeführt wird, um so die Elemente der Platingruppe zu lösen.

**[0034]** Bei dem vorstehenden Verfahren umfassen die Elemente der Platingruppe vorzugsweise eines oder mehrere von Rhodium, Ruthenium, Palladium und Platin.

**[0035]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren ist das Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, vorzugsweise eine Extraktionsrückstands-Verfahrensausfällung, die nach einer Lösungsmittelextraktion zurückblieb, die angewendet wurde, um Gold aus der Chlorwasserstofflauge aus einem entkupferten Schlamm abzutrennen.

**[0036]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren ist das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material vorzugsweise eine filtrierte Ausfällung, die erhalten wurde durch Umwandlung eines entkupferten Schlamms in eine Aufschlammung durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid, Filtrieren dieser Aufschlammung zur Bewirkung einer Auftrennung in einen Rückstand, der primär Silber enthält und eine Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthaltende Lauge, anschließendes Einstellen der Flüssigkeitscharakteristika der Lauge und Anwendung einer Lösungsmittelextraktion, um Gold aus der Lauge abzutrennen, Zusatz von Schwefeldioxid zu der Post-Extraktionsflüssigkeit, um entweder Selen oder Tellur auszufällen und anschließend Unterziehen dieser Ausfällung einer Fest-Flüssig-Trennung.

**[0037]** Das vorstehende Abtrennverfahren umfasst vorzugsweise:

ein Alkalischmelzverfahren (i), welches die Stufe des Zusatzes eines Schmelzmittels, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid und Natriumnitrat enthält, zu einem Rückstand aus der Destillationsbehandlung eines Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält und anschließendes Erwärmen auf eine Temperatur, die die Schmelz-Temperatur (eutectisch) des Gemischs überschreitet, wodurch das Selen/Tellur aufgelöst wird, als vorstehend erwähnte Stufe (A) zur Durchführung der Alkalibehandlung, eine Stufe zur Durchführung eines Auslaugens mit Wasser, als vorstehend genannte Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur und weiter die vorstehend genannte Stufe (C) zur Trennung des die Elemente der Platingruppe enthaltenden Laugenrückstands und der Selen/Tellur-Lauge umfasst, und ein Alkaliauslaugverfahren (ii), welches die Stufe des Auslaugens eines Materials, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, mit Alkali bei hoher Temperatur, wie die vorstehend genannte Stufe (A) umfasst zur Durchführung einer Alkalibehandlung und die vorstehende Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur und darüber hinaus die vorstehend genannte Stufe (C) umfasst, zur Trennung des die Elemente der Platingruppe enthaltenden Laugenrückstands und der Selen/Tellur-Lauge.

**[0038]** Beim vorstehenden Trennverfahren wird eine Lösung, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, vorzugsweise einer Reduktionsbehandlung unterworfen und der Rückstand, der bei Unterziehen eines Teils der resultierenden Reduktionsausfällung einer Destillationsbehandlung erhalten wird, wird anschließend einer Alkalischmelzbehandlung unterzogen, während die restliche Reduktionsausfällung einer Auslaugung mit Alkali unterworfen wird.

**[0039]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird Schwefeldioxidgas in eine Extraktionsflüssigkeit nach der Goldextraktion aus einem Edelmetall-Wiedergewinnungssystem für einen Kupferelektrolyseschlamm eingeführt, um eine Reduktionsbehandlung durchzuführen, und der durch Unterziehen der Selen-schlacke, die zuerst ausfällt, einer Destillation, um eine Trennung von hoch reinem Selen zu bewirken, vorzugsweise einer Alkalischmelzbehandlung unterzogen, wobei das Tellur, das als nächstes ausfällt, vorzugsweise einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird.

**[0040]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird die bei dem Auslaugen des Alkalischmelzverfahrens mit Wasser erhaltene Lauge vorzugsweise zu dem Alkaliauslaugverfahren zurückgeführt und einer Auslaugung mit Alkali zusammen mit dem Material unterzogen, welches Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0041]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird die bei dem Alkaliauslaugverfahren erhaltene Lauge vorzugsweise neutralisiert durch Zugabe zuerst von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure, wodurch Selen/Tellur ausgefällt wird.

**[0042]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird Chlorwasserstoffsäure vorzugsweise zu dem Laugenrückstand gefügt, der bei dem Alkaliauslaugverfahren und dem Alkalischmelzverfahren erhalten wird in Anwesenheit eines Oxidationsmittels, um so die Elemente der Platingruppe zu lösen.

**[0043]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird das Selen/Tellur-Gemisch vorzugsweise aus der vorstehend genannten Selen/Tellur-Lauge erhalten und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch wird anschließend in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu erzeugen, wobei diese Legierung einer Kupferelektrolyse unterzogen wird, um Kupfer elektrolytisch zu gewinnen, wobei sich Selen und Tellur in dem Kupferelektrolyseschlamm anhäufen und dieser Kupferelektrolyseschlamm wird anschließend einer Oxidations-Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen, wobei das Tellur gelöst und von dem Selen, das in dem Laugenrückstand verbleibt, abgetrennt wird.

**[0044]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird ein Selen/Tellur-Gemisch vorzugsweise erhalten durch Zusatz von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu der Selen/Tellur-Lauge, die erhalten wurde bei dem vorstehenden Alkaliauslaugverfahren, wodurch die Lauge neutralisiert und das Selen/Tellur-Gemisch ausgefällt wird und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch wird anschließend in ein Kupfer-Raffinationsverfahren eingeführt, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu erzeugen, diese Legierung wird einer Kupferelektrolyse unterzogen, um Kupfer elektrolytisch zu gewinnen, wobei Selen und Tellur innerhalb des Schlammes der Kupferelektrolyse akkumuliert werden und der Schlamm der Kupferelektrolyse wird anschließend einer oxidierenden Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen, wodurch das Tellur gelöst und von dem Selen, das in dem Laugenrückstand verbleibt, abgetrennt wird.

**[0045]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird vorzugsweise ein Selen/Tellur-Gemisch, das erhalten wurde, durch Zusatz der Selen/Tellur-Lauge, die aus dem vorstehend genannten Alkalischmelzverfahren stammt, zu dem Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, das in dem vorstehend genannten Alkaliauslaugverfahren verwendet wurde, wobei eine Alkaliauslaugung durchgeführt wird und anschließend Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu der resultierenden Lauge gefügt werden, um die Lauge zu neutralisieren und das Selen/Tellur-Gemisch auszufällen und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch anschließend in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt wird, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden, die Legierung einer Kupferelektrolyse zur elektrolytischen Gewinnung von Kupfer unterzogen wird, wobei Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angesammelt werden und dieser Schlamm der Kupferelektrolyse dann einer oxidativen Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen wird, wodurch das Tellur gelöst und von dem Selen, das in dem Laugenrückstand verbleibt, abgetrennt wird.

**[0046]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren ist das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material vorzugsweise eine Reduktionsausfällung, die erhalten wird durch Einführen von Schwefeldioxidgas in eine Flüssigkeit nach der Goldextraktion und Durchführen der Reduktionsbehandlung.

**[0047]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird im Anschluss an das Auslaugen von Tellur durch eine oxidierende Auslaugung des Schlammes der Kupferelektrolyse vorzugsweise mit metallischem Kupfer in Kontakt gebracht und das resultierende Kupfertellurid wird gewonnen.

**[0048]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird vorzugsweise Chlorwasserstoffsäure zu dem Elemente der Platingruppe enthaltenden erhaltenen

Rückstand in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt, eine Fest-Flüssig-Trennung wird durchgeführt und Hydroxylaminhydrochlorid wird anschließend zu der filtrierten die Elemente der Platingruppe enthaltenden Lösung gefügt, um Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen.

**[0049]** Bei dem vorstehenden Abtrennverfahren wird die Alkalibehandlung des Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials vorzugsweise bei hoher Temperatur durchgeführt.

**[0050]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird Chlorwasserstoffsäure vorzugsweise zu dem Elemente der Platingruppe erhaltenen Rückstand in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt, eine Fest-Flüssigkeits-Trennung wird durchgeführt und Hydroxylaminhydrochlorid wird anschließend zu der Elemente der Platingruppe enthaltenden Flüssigkeit gefügt, um das Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen.

**[0051]** Bei dem vorstehenden Trennverfahren wird eine Flüssigkeit nach der Goldextraktion eines Edelmetall-Gewinnungssystems für Kupferelektrolyseschlamm vorzugsweise als Material verwendet, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, und Schwefeldioxidgas wird in diese Post-Extraktionsflüssigkeit eingeführt, um eine Reduktionsbehandlung durchzuführen, und der Destillationsrückstand, der erzeugt wird durch Unterziehen des Selen, das zuerst ausfällt, wird destilliert, um eine Abtrennung von Selen mit hoher Reinheit zu bewirken und eine Alkalischmelzbehandlung wird durchgeführt, um den verbleibenden Elemente der Platingruppe enthaltenden Rückstand abzutrennen, wohingegen das Tellur, das beim weiteren Einführen von Schwefeldioxidgas in die Post-Extraktionsflüssigkeit ausfällt, einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird, um einen Rückstand abzutrennen, der Elemente der Platingruppe enthält, und diese Rückstände, die Elemente der Platingruppe enthalten, werden anschließend vereint und verwendet.

#### Ausführungsbeispiel

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0052]** [Fig. 1](#) stellt ein Prozessschema dar, das den Umriss eines Lösungsabtrennverfahrens gemäß der Erfindung zeigt, welches die Stufen zur Abtrennung von sowohl Selen/Tellur und Elementen der Platingruppe aus einem Material darstellt, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0053]** [Fig. 2](#) ist eine Verfahrensdarstellung, die das Schema der Stufen von der Behandlung eines entkupfernten Schlamms bis zum Abtrennungsverfahren, das in [Fig. 1](#) gezeigt wird, darstellt.

**[0054]** [Fig. 3](#) ist ein Verfahrensschema, das den Abriss eines Abtrennungsverfahrens gemäß der Erfindung darstellt, das andere Stufen zur Abtrennung von sowohl Selen/Tellur als auch Elementen der Platingruppe aus einem Material zeigt, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0055]** [Fig. 4](#) ist ein Verfahrensschema, das einen Umriss der Stufen zur Behandlung eines entkupfernten Schlamms durch das Abtrennungsverfahren der [Fig. 3](#) darstellt.

**[0056]** [Fig. 5](#) ist ein Verfahrensschema, das einen Umriss des Abtrennungsverfahrens gemäß der Erfindung darstellt, das andere Stufen zur Abtrennung von sowohl Selen/Tellur als auch Elementen der Platingruppe aus einem Material zeigt, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0057]** [Fig. 6](#) ist ein Verfahrensschema, das einen Abriss des Abtrennungsverfahrens der Erfindung darstellt, und die Stufen zur Abtrennung von Selen und Tellur aus einem Selen/Tellur-Gemisch zeigt.

**[0058]** [Fig. 7](#) ist ein Verfahrensschema, das den Abriss eines Abtrennverfahrens gemäß der Erfindung darstellt, welches die Stufen zur Abtrennung von restlichem Gold aus einer Lösung, die Elemente der Platingruppe enthält, darstellt.

**[0059]** [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#) und [Fig. 8C](#) sind Verfahrensschemata, die den Umriss eines Abtrennverfahrens gemäß der Erfindung darstellen und die Stufen einer bevorzugten Kombination des erfindungsgemäßen Abtrennverfahrens zeigen.

#### Beste Durchführungsform der Erfindung

**[0060]** Im folgenden wird eine detailliertere Beschreibung des erfindungsgemäßen Abtrennverfahrens gegeben.

**[0061]** Ein erstes erfindungsgemäßes Abtrennverfahren wird unter Verwendung der [Fig. 1](#) beschrieben. Wie in der Figur dargestellt, ist das erste erfindungsgemäße Abtrennverfahren ein Lösungs-Verfahren für ein Material, das Selen und Elemente der Platingruppe enthält, bei dem ein Schmelzmittel, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid und Natriumnitrat enthält, zu dem Material gefügt wird, das Selen und Elemente der Platingruppe enthält, das Gemisch wird durch Erwärmen auf eine Temperatur, die die eutektische Temperatur des Schmelzmittels übersteigt, geschmolzen und die resultierende Schmelze wird mit Wasser ausgelaugt, um eine Fest-Flüssig-Trennung zu ergeben, wodurch das Gemisch in eine flüssige Fraktion, die Natriumselelenit und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt wird.



**[0062]** Das Selen und Elemente der Platingruppe enthaltende Material kann beispielsweise den Extraktionsrückstand verwenden, der im Anschluss an die Lösungsmittelextraktion von Gold aus dem Auslaugen mit Chlorwasserstoffsäure aus einem entkupferten Schlamm erhalten wird. Dieser entkupferte Schlamm enthält große Mengen an wertvollen Metallen, wie Gold, Silber, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur. Das Behandlungsverfahren für den Schlamm wird in der [Fig. 2](#) dargestellt. Wie in der Figur gezeigt, wird der entkupferte Schlamm in eine Aufschlammung überführt durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid und diese Aufschlammung wird anschließend filtriert, um eine Trennung in einen primär Silber enthaltenden Auslaugrückstand und eine Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthaltende Lauge zu ergeben. Im Anschluss an die Einstellung der Flüssigkeitsscharakteristika der Lauge wird ein Lösungsmittel zur Extraktion von Gold aus der Lauge verwendet. Der flüssige Extraktionsrückstand enthält die restlichen Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur. Anschließend wird zu dieser Post-Extraktionsflüssigkeit Schwefeldioxid gefügt, um Selen und anschließend Tellur sequenziell zu reduzieren und auszufällen. Tellur hat ein geringeres Reduktionspotential als Selen und Tellur fällt aus nach der Ausfällung von Selen und dadurch können Tellur und Selen voneinander getrennt werden. Durch diese Reduktion werden Elemente der Platingruppe zusammen mit Selen ausgefällt und die Elemente der Platingruppe und Selen enthaltende Ausfällung kann erwärmt werden, um die Elemente der Platingruppe zu konzentrieren und das Selen abzudestillieren. Der auf die Destillation und Abtrennung von Selen folgende Rückstand enthält Elemente der Platingruppe und nicht destilliertes Selen.

**[0063]** Materialien, die Selen und Elemente der Platingruppe enthalten, wie der vorstehende Destillationsrückstand, werden mit einem Schmelzmittel vermischt, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid (NaOH) und Natriumnitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) enthält und das erhaltene Gemisch wird geschmolzen durch Erwärmen auf eine Temperatur, die die eutektische Temperatur des Schmelzmittels übersteigt. Dieses Erwärmen und Schmelzen wandelt das Selen in einen hauptsächlich vierwertigen Zustand um, wodurch Natriumselenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) gebildet wird, das sich anschließend auflöst. Der Grund für die Verwendung eines Gemischs von Natriumhydroxid und Natriumnitrat als Schmelzmittels liegt darin, dass, wenn allein Natriumhydroxid verwendet wird, die Zufuhr von Sauerstoff aus der Atmosphäre inadäquat ist, was zur Erzeugung von Natriumselenid ( $\text{Na}_2\text{Se}$ ) führt und das Natriumselenid wandelt sich in metallisches Selen um und fällt während des Auslaugens mit Wasser aus, was bedeutet, dass die Elemente der Platingruppe und Selen nicht physikalisch getrennt werden können. Wenn darüber hinaus nur Natriumnitrat als

Schmelzmittel verwendet wird, wird die Oxidationskraft sehr stark, was zu einem Ansteigen des Anteils an unerwünschtem sechswertigem Selen führt.

**[0064]** Um die Reduktion bei der Schmelz-Temperatur zu ermöglichen, ist die Zusammensetzung der Schmelze vorzugsweise nahe einer eutektischen Zusammensetzung. Speziell liegt das Verhältnis von Natriumhydroxid Natriumnitrat, vorzugsweise im Bereich von 75 : 25 bis 85 : 15 (Mol-Verhältnis).

**[0065]** Darüber hinaus muss die Erwärmungstemperatur mindestens die eutektische Temperatur des Schmelzmittels ( $258^\circ\text{C}$ ) sein und da diese Schmelzmittel eine adäquate Fluidität haben muss und geeignet sein muss die Selenid-Materialien auszulaugen, ist eine Temperatur im Bereich von  $350$  bis  $450^\circ\text{C}$  bevorzugt. Bei Temperaturen innerhalb dieses Bereiches erzeugt das Natriumnitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) Sauerstoff, die Wahrscheinlichkeit der  $\text{NO}_x$ -Erzeugung ist jedoch geringer, wohingegen, wenn die Temperatur den vorstehenden Bereich überschreitet, der Anteil der Bildung von  $\text{NO}_x$  vergrößert wird und die Oxidationskraft ebenfalls zunimmt, wodurch der Anteil an sechswertigem Selen ansteigt.

**[0066]** Im Anschluss an die Zugabe der vorstehenden Schmelze zu dem Selen und Elemente der Platingruppe enthaltendem Material und anschließendes Erwärmen, um das Schmelzmittel aufzuschmelzen, wird das Produkt mit Wasser ausgelaugt, um eine Fest-Flüssig-Trennung zu bewirken. Natriumselenit löst sich in Wasser, wohingegen die Elemente der Platingruppe in dem Rückstand verbleiben und dementsprechend kann durch Durchführung eines Auslaugens der vorstehenden Schmelze mit Wasser und anschließendes Filtrieren das Gemisch in ein Filtrat, das Natriumselenit enthält und einen festen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt werden. Das Filtrat enthält im wesentlichen keine Elemente der Platingruppe, was eine wirksame Abtrennung von Selen von den Elementen der Platingruppe zeigt. Die Elemente der Platingruppe, die in dem festen Rückstand enthalten sind, werden durch Zusatz eines Oxidationsmittels, wie Wasserstoffperoxid, zusammen mit Chlorwasserstoffsäure ausgelaugt. Das resultierende Gemisch wird dann filtriert, um die Gewinnung eines Filtrats zu ermöglichen, das die Elemente der Platingruppe enthält.

**[0067]** Dementsprechend kann gemäß einem ersten Abtrennverfahren gemäß der Erfindung das Material vom Typ Elemente der Platingruppe-Selenid, das im wesentlichen in üblichen industriellen Nass-Verfahren unlöslich ist, fast vollständig aufgelöst werden und die Erzeugung von sechswertigem Selen, die ein Problem bei Trocken-Verfahren bleibt, kann auf einen niedrigen Gehalt unterdrückt werden. Darüber hinaus wird nur Wasser zur Auflösung des Selens und zu seinem Auslaugen aus der Schmelze

verwendet, was bedeutet, dass die Behandlungskosten verringert werden können.

**[0068]** Es folgt eine Beschreibung einer zweiten bevorzugten Trennverfahrensweise gemäß der Erfindung unter Verwendung der [Fig. 3](#). Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ist dieses zweite Trennverfahren der Erfindung ein Trennverfahren, bei dem das Material, das Selen und Elemente der Platingruppe enthält, mit Alkali bei hoher Temperatur ausgelaugt wird, wodurch das Selen und dergleichen in die Flüssigkeit wandern und eine Fest-Flüssig-Trennung wird anschließend durchgeführt, um das Gemisch in eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, und eine flüssige Fraktion, die Selen und dergleichen enthält, zu trennen.

**[0069]** Eine andere Form des zweiten Trennverfahrens der Erfindung umfasst darüber hinaus das Auflösen und Abtrennverfahren von Elementen der Platingruppe, bei dem Chlorwasserstoffsäure und ein Oxidationsmittel zu der abgetrennten festen Fraktion, die durch Auslaugen mit Alkali erzeugt wird, gefügt wird, wodurch die Elemente der Platingruppe aufgelöst werden. Darüber hinaus umfasst das zweite Trennverfahren auch ein Verfahren, bei dem das Auslaugen mit Alkali bei hoher Temperatur dazu führt, dass sowohl Selen als auch Tellur in die flüssige Phase wandern, wodurch eine Abtrennung von den Elementen der Platingruppe erfolgt, und ein Verfahren, bei dem die Elemente der Platingruppe eines oder mehrere von Rhodium, Ruthenium, Palladium und Platin umfassen. Erfindungsgemäß bezieht sich ein Material, das Selen und Elemente der Platingruppe enthält, auf ein Material, das Elemente der Platingruppe, wie Rhodium, zusammen mit Selen und dergleichen enthält. Außerdem bedeutet der Ausdruck „Selen und dergleichen“ Selen und/oder Tellur.

**[0070]** Wie vorstehend beschrieben, kann das Selen und Elemente der Platingruppe enthaltende Material beispielsweise die Verfahrensausfällung eines Extraktionsrückstands verwenden, der auf die Lösungsmittelextraktion von Gold aus der Chlorwasserstofflauge eines entkupferten Schlammes gebildet wird. Dieser entkupferte Schlamm enthält große Mengen an wertvollen Metallen, wie Gold, Silber, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur. Das Behandlungsverfahren für den Schlamm ist in der [Fig. 4](#) dargestellt. Wie in der Figur gezeigt, wird der entkupferte Schlamm in eine Aufschlammung überführt durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid und diese Aufschlammung wird anschließend filtriert, um eine Auftrennung in einen primär Silber enthaltenden Rückstand und eine Lauge, die Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthält, zu bewirken. Im Anschluss an die Einstellung der Flüssigkeitscharakteristika der Lauge erfolgt eine Lösungsmittelextraktion zur Abtrennung von Gold aus der Lauge. Die Post-Extraktionsflüssigkeit

enthält die restlichen Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur. Anschließend wird in diese Post-Extraktionsflüssigkeit Schwefeldioxid gefügt, um die Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur auszufällen, die als Verfahrensausfällung gewonnen werden.

**[0071]** Während der Reduktion und Ausfällung von Selen und Tellur aus der vorstehenden Post-Extraktionsflüssigkeit durch Zusatz von Schwefeldioxid, kann, da Tellur ein niedrigeres Reduktionspotential als Selen aufweist, Tellur nach der Ausfällung von Selen ausgefällt werden und dementsprechend können die beiden Elemente durch Abfiltrieren der Selenausfällung und anschließenden Zusatz von weiterem Schwefeldioxid zu dem Filtrat zur Ausfällung von Tellur, abgetrennt und gewonnen werden. Während dieses Reduktionsverfahrens fallen die Elemente der Platingruppe sowohl mit dem Selen als auch mit dem Tellur aus. Die vorliegende Erfindung kann die Ausfällung von Selen oder Ausfällung von Tellur als Startmaterial, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, verwenden.

**[0072]** Das Auslaugen des Selen und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali wird typischerweise unter einer Alkalikonzentration von mindestens 1 Mol/Liter durchgeführt und Konzentrationen im Bereich von 5 Mol/Liter bis 8 Mol/Liter sind bevorzugt. Wenn sichergestellt wird, dass die Alkalikonzentration mindestens 1 Mol/Liter beträgt, wird eine stark alkalische Umgebung von mindestens pH 14 erzeugt, was zu einer Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potentials von Selen und Tellur führt, was bedeutet, dass Selen und Tellur in der alkalischen Lösung bei normalem Druck gelöst werden können, ohne ein Oxidationsmittel anwenden zu müssen. Da das Fortschreiten der Auflösungsreaktion von Selen und Tellur bei Raumtemperatur langsam erfolgt, wird das Auslaugen typischerweise bei einer Temperatur von mindestens 60°C und vorzugsweise bei einer Temperatur von etwa 80°C durchgeführt.

**[0073]** Das Auslaugen mit Alkali bewirkt das Auflösen von Selen und Tellur in der Alkalilösung, wo sie in kolloidaler Form dispergiert werden. Im Gegensatz dazu werden Elemente der Platingruppe, wie Rhodium und Palladium nicht gelöst und verbleiben in der festen Phase. Durch Filtrieren des resultierenden Gemisches wird es möglich, in eine Dispersion, die Selen und/oder Tellur enthält und eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, zu trennen.

**[0074]** Im Anschluss an die vorstehende Fest-Flüssig-Trennung werden ein Oxidationsmittel, wie Wasserstoffperoxid und Chlorwasserstoffsäure zu der filtrierten festen Fraktion gefügt, wodurch die Elemente der Platingruppe, wie Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium gelöst werden. Die Elemente der Platin-

gruppe werden durch Wasserstoffperoxid oxidiert und bilden dann Chloridkomplexe mit den Chlorionen, wodurch sie in der wässrigen Phase stabilisiert und gelöst werden können. Das Wasserstoffperoxid wird in einer Menge zugefügt, die erforderlich ist, um die Elemente der Platingruppe in Ionen mit stabilen Oxidationszahlen umzuwandeln, nämlich die Menge, die erforderlich ist, um Platin in die vierwertige Form, Palladium in eine zweiwertige Form und Rhodium und Ruthenium in dreiwertige Formen umzuwandeln. Die Menge an Chlorwasserstoffsäure, die verwendet wird, reicht aus, um  $\text{PtCl}_6^-$ ,  $\text{PdCl}_4^-$ ,  $\text{RhCl}_6^{3-}$  und  $\text{RuCl}_6^{3-}$  zu erzeugen, sowie mindestens 2 Mol/L freie Chlorwasserstoffsäure zu hinterlassen. Die Reaktionstemperatur liegt typischerweise bei mindestens  $60^\circ\text{C}$ , um die Reaktion zu beschleunigen und beträgt typischerweise nicht mehr als  $80^\circ\text{C}$ , um eine Zersetzung des Wasserstoffperoxids zu vermeiden, und eine Temperatur von etwa  $70^\circ\text{C}$  ist bevorzugt. Die Auflösungsbehandlung ermöglicht es eine Chlorwasserstoffsäurelösung zu erhalten, die Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium gelöst enthält.

**[0075]** Gemäß dem zweiten Trennverfahren der Erfindung durch Unterziehen eines Selen und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials einem Auslaugen mit Alkali bei einer Behandlungstemperatur im Bereich von  $60$  bis  $80^\circ\text{C}$  können Selen und Tellur aufgelöst und von den Elementen der Platingruppe bei Normaltemperatur und ohne Verwendung eines Oxidationsmittels abgetrennt werden. Dementsprechend können Selen und Tellur leicht von einer Prozessausfällung abgetrennt werden, die Selen und Tellur sowie Elemente der Platingruppe enthält und die Elemente der Platingruppe selektiv mit einer Ausbeute von 95 oder höher gewonnen werden. Da darüber hinaus die Elemente der Platingruppe während des Auslaugens mit Alkali nicht oxidiert werden, werden stark unlösliche Oxide, wie Rhodiumoxid und Rutheniumoxid nicht gebildet, was bedeutet, dass die Elemente der Platingruppe anschließend leicht gelöst werden können. Die Elemente der Platingruppe können bei dem Auslaugen des Rückstands mit Alkali anschließend in Anwesenheit von Chlorwasserstoffsäure oxidiert werden, um so Chloridkomplexe und eine Lösung von Elementen der Platingruppe zu bilden. Das gelöste Selen und Tellur werden in kolloidaler Form dispergiert und können als Metalle durch Neutralisieren der Lauge ausgefällt werden und dementsprechend können diese beiden Metalle auch leicht gewonnen werden. Übliche Auslaugverfahren mit Alkali, die ein Oxidationsmittel verwenden, führen das Auslaugen unter Druck durch und da sie Natriumselenat und/oder Natriumselenit erzeugen, ist die anschließende Gewinnung von Selen zeitraubend. Im Gegensatz hierzu wird es durch das erfindungsgemäße Verfahren möglich, Selen und Tellur aufzulösen und es wird möglich, diese Elemente von den Elementen der Platingruppe abzutrennen, und zwar bei Normaldruck ohne Anwendung

eines Oxidationsmittels, was bedeutet, dass die Steuerung des Verfahrens und die Gewinnungsbehandlung wesentlich erleichtert sind.

**[0076]** Im folgenden wird eine dritte bevorzugte Trennverfahrensweise der Erfindung unter Verwendung von [Fig. 5](#) beschrieben. Wie in der Figur gezeigt, ist dieses dritte Trennverfahren der Erfindung ein Verfahren zur Abtrennung von sowohl Selen als auch Elementen der Platingruppe aus einem Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, welches ein Alkaliauslaugverfahren (ii) umfasst, wobei das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material einer Alkalibehandlung bei hoher Temperatur unterzogen wird, wodurch das Material in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Laugenrückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt wird, sowie ein Alkalischmelzverfahren (i) unter Zusatz eines Gemischs von Natriumhydroxid und Natriumnitrat zu einem Rückstand aus der Destillationsbehandlung eines Materials, das Selen und Elemente der Platingruppe enthält, anschließendes Erwärmen auf eine Temperatur, die die Schmelztemperatur (eutektisch) des Gemisches übersteigt, wodurch Selen/Tellur aufgelöst werden und anschließendes Auslaugen mit Wasser, um das Gemisch in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Laugenrückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu trennen.

[Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltendes Material]

**[0077]** Wie vorstehend beschrieben, kann als Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, beispielsweise verwendet werden, die Ausfällung eines Reduktionsverfahrens eines Extraktionsrückstands, der auf die Lösungsmittelextraktion von Gold erfolgt, aus der Chlorwasserstoffsäure-Lauge eines entkupferten Schlamms. Dieser entkupferte Schlamm enthält große Mengen an wertvollen Metallen, wie Gold, Silber, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur. Speziell erhält man das Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, durch Behandeln des entkupferten Schlamms auf folgende Weise. Zuerst wird der entkupferte Schlamm in eine Aufschlammung überführt durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid und die Aufschlammung wird dann filtriert, um in einen Rückstand, der primär Silber enthält aus einer Lauge zu trennen, die Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthält. Anschließend an die Einstellung der Flüssigkeitscharakteristika der Lauge wird eine Lösungsmittelextraktion unter Verwendung von DBC oder dergleichen angewendet, um Gold aus der Lauge abzutrennen. Die Post-Extraktionsflüssigkeit enthält die Elemente der Platingruppe sowie Selen und Tellur. Schwefeldioxid und insbesondere Schwefeldioxidgas werden dann in diese Post-Extraktionsflüssigkeit in einer ausreichenden Menge eingeführt,

um die Selen-Konzentration in der Flüssigkeit bei einem Wert von 3 g/Liter oder höher zu halten, wodurch das Selen reduziert und ausgefällt wird und die Abtrennung von der verbleibenden Post-Extraktionsflüssigkeit erfolgt. Weiter wird Schwefeldioxid in die verbleibende Post-Extraktionsflüssigkeit eingeführt, aus der das Selen abgetrennt wurde, wodurch das restliche Selen reduziert und ausgefällt wird, zusammen mit Tellur, das durch anschließende Filtration abgetrennt werden kann.

**[0078]** Das dritte erfindungsgemäße Trennverfahren kann die Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit verwenden, die vorstehend beschrieben wurde, als Flüssigkeit, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält. Darüber hinaus kann bei dem Abtrennverfahren die Reduktionsausfällung der vorstehenden Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit oder der Destillationsrückstand, der bei der anschließenden Destillation erzeugt wird, als Material verwendet werden, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält. Es können zusätzlich auch Abwasser einer Platinherstellung oder andere Lösungen, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthalten, wie das Schmelzabwasser, ebenfalls als Material verwendet werden, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe flüssig enthält.

**[0079]** Bei der Reduktionsbehandlung der vorstehenden Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit können, da Selen und Tellur reduziert und ausgefällt werden, da Tellur ein niedrigeres Reduktionspotential als Selen aufweist, fällt das Tellur nach der Ausfällung von Selen aus und anschließend durch Abfiltrieren der Selenausfällung und anschließend können durch Zusatz von weiterem Schwefeldioxid zu dem Filtrat zur Ausfällung des Tellurs, die beiden Elemente getrennt und gewonnen werden. Während dieses Reduktionsverfahrens fallen die Elemente der Platingruppe sowohl mit Selen als auch mit dem Tellur aus.

**[0080]** Die Materialien, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthalten, die auf diese Weise erhalten werden, werden in einem anschließenden Alkaliauslaugverfahren und einem Alkalischemelzverfahren behandelt. In diesem Falle wird das Selen, das zuerst bei der Reduktion des Extraktionsrückstands ausfällt, vorzugsweise einer Destillation unterzogen, um die Gewinnung von hoch reinem Selen zu ermöglichen, und der Rückstand (Destillationsrückstand) wird einer Alkalischemelzbehandlung unterzogen, wohingegen das Tellur, das ausgefällt wird, anschließend vorzugsweise einer Alkaliauslaugbehandlung unterworfen wird. Der Destillationsrückstand umfasst Verbindungen, wie Palladiumselenid und ist stabil und dementsprechend kann Selen durch Auflösen mit Alkali nicht erzielt werden. Durch Schmelzbehandlung des Destillationsrückstands kann das Selen wirksam verarbeitet werden. Im Gegensatz hierzu haben das in die Tellurausfällung ein-

gearbeitete Rhodium und Ruthenium einen relativ höheren Gehalt als das in der Selenausfällung enthaltene und wenn dementsprechend die Tellurausfällung einer Alkalischemelze unterzogen wird, können unlösliche Oxide entstehen, wodurch der anschließende Auslaugungsschritt mit Chlorwasserstoffsäure erschwert wird. Dementsprechend wird die Tellurausfällung vorzugsweise mit Alkali ausgelaugt.

[Alkalischemelzverfahren]

**[0081]** Das vorstehende, Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material, wie die Selenausfällung oder der vorstehende erwähnte Destillationsrückstand, werden einer Alkalischemelzbehandlung unterzogen. Bei dieser Alkalischemelzbehandlung wird ein Schmelzmittel bzw. ein Flux, der ein Gemisch von Natriumhydroxid (NaOH) und Natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) enthält, zu der Selenausfällung oder dem Selendestillationsrückstand gefügt und das resultierende Gemisch wird durch Erwärmen auf eine Temperatur, die den Schmelzpunkt (eutektische Temperatur) des Schmelzmittels übersteigt, erwärmt. Dieses Erwärmen und Schmelzen wandelt das Selen in einen hauptsächlich vierwertigen Zustand um, wodurch Natriumselenit (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) gebildet wird, das sich anschließend auflöst. Der Grund für die Verwendung eines Gemischs von Natriumhydroxid und Natriumnitrat als Schmelzmittel liegt darin, dass, wenn allein Natriumhydroxid verwendet wird, die Zufuhr von Sauerstoff aus der Atmosphäre inadäquat ist, was zur Erzeugung von Natriumselenid (Na<sub>2</sub>Se) führt und dieses Natriumselenid wandelt sich in metallisches Selen um und fällt während des Auslaugens mit Wasser aus, was bedeutet, dass die Elemente der Platingruppe und Selen nicht physikalisch getrennt werden können. Wenn darüber hinaus nur Natriumnitrat als Schmelzmittel verwendet wird, wird die Oxidationskraft zu stark, was zu einem Ansteigen des Anteils an unerwünschtem sechswertigem Selen führt.

**[0082]** Um die Schmelz-Temperatur zu verringern, liegt die Zusammensetzung des Schmelzmittels vorzugsweise nahe einer eutektischen Zusammensetzung. Speziell liegt das Verhältnis von Natriumhydroxid : Natriumnitrat vorzugsweise im Bereich von 75 : 25 bis 85 : 15 (Mol-Verhältnis). Darüber hinaus muss die Erwärmungstemperatur mindestens die eutektische Temperatur des Schmelzmittels (258°C) sein und da das Schmelzmittel eine adäquate Fluidität haben muss und geeignet sein muss, die Selenidmaterialien auszulaugen, ist eine Erwärmungstemperatur im Bereich von 350 bis 450°C bevorzugt. Bei Temperaturen innerhalb dieses Bereichs erzeugt das Natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) Sauerstoff, erzeugt jedoch weniger NO<sub>x</sub>, wohingegen, wenn die Temperatur den vorstehenden Bereich überschreitet, der Anteil der NO<sub>x</sub>-Bildung ansteigt und die Oxidationskraft ebenfalls zunimmt, wodurch der Anteil an sechswertigem Selen

steigt.

**[0083]** Im Anschluss an die Zugabe des vorstehenden Schmelzmittels zu dem Selen und Elemente der Platingruppe enthaltenden Material und anschließendes Erwärmen zum Schmelzen des Mittels wird das geschmolzene Produkt mit Wasser ausgelaugt, um eine Fest-Flüssig-Trennung zu bewirken, Natriumsele-nit löst sich in Wasser, wohingegen die Elemente der Platingruppe in dem Rückstand verbleiben und dementsprechend kann durch Auslaugen der vorstehenden Schmelze mit Wasser und anschließendes Filtrieren das Gemisch in ein Filtrat, das Natriumsele-nit enthält und einen festen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt werden. Das Filtrat enthält im wesentlichen keine Elemente der Platin-gruppe, was eine wirksame Trennung von Selen von den Elemente der Platingruppe anzeigt. Die Elemente der Platingruppe, die in dem festen Rückstand ent-halten sind, werden durch Zusatz von Chlorwasser-stoffsäure zusammen mit einem Oxidationsmittel, wie Wasserstoffperoxid, gelöst. Das resultierende Ge-misch wird dann filtriert, um ein Filtrat zu gewinnen, das die Elemente der Platingruppe enthält.

[Alkaliauslaugverfahren]

**[0084]** Das Selen/Tellur und Elemente der Platin-gruppe enthaltende Material wird einer Auslaugbe-handlung mit Alkali unterworfen. Das Auslaugen mit Alkali erfolgt typischerweise unter einer Alkalikonzentration von mindestens 1 Mol/Liter, und Konzentrationen im Bereich von 5 Mol/Liter bis 8 Mol/Liter sind bevorzugt. Wenn sichergestellt ist, dass die Alkalikonzentration mindestens 1 Mol/Liter beträgt, wird eine stark alkalische Umgebung von mindestens pH 14 er-halten, was eine Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potentials von Selen und Tellur bewirkt, was bedeutet, dass Selen und Tellur in der alkalischen Lö-sung bei Normaldruck gelöst werden können, ohne dass ein Oxidationsmittel verwendet werden muss. Da das Fortschreiten dieser Auflösungsreaktion von Selen und Tellur bei Raumtemperatur langsam er-folgt, wird typischerweise bei einer Temperatur von mindestens 60°C und vorzugsweise bei einer Tempe-ratur von etwa 80°C ausgelaugt.

**[0085]** Das Auslaugen mit Alkali bewirkt das Lösen von Selen und Tellur in der Alkalilösung, wo sie in kol-loidaler Form dispergiert werden. Im Gegensatz hier-zu werden die Elemente der Platingruppe, wie Rhodi-um und Palladium, nicht gelöst und verbleiben in der festen Phase. Durch Filtrieren des resultierenden Gemischs wird eine Trennung in eine Lauge, die Se-len und/oder Tellur enthält und eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, ermöglicht.

**[0086]** Wenn im Anschluss an die vorstehende Fest-Flüssig-Trennung Schwefelsäure oder Chlor-wasserstoffsäure zu dem Selen/Tellur enthaltenden

Filtrat zur Neutralisation gefügt werden, entwickelt sich ein schwarz gefärbter Niederschlag aus metalli-schem Selen und/oder metallischem Tellur und die Farbe der Lösung hellt sich allmählich von tief purpur-farben auf, bis die Flüssigkeit bei etwa pH 7 transpa-rent wird. Die Ausbeute dieser Selenausfällung und/oder Tellurausfällung liegt typischerweise bei 99% oder darüber, wodurch metallisches Selen und/oder metallisches Tellur mit hoher Qualität ge-wonnen werden können. Wenn anstelle von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure Salpetersäure verwendet wird, bewirkt die Oxidationskraft der Salpetersäure die Oxidation und Auflösung von Se-len/Tellur, wodurch die Ausfällung nicht möglich wird. Darüber hinaus ist die Temperatur der Flüssigkeit vorzugsweise 60 bis 80°C. Wenn die Neutralisation bei einer Flüssigkeitstemperatur innerhalb dieses Be-reichs durchgeführt wird, kann metallisches Selen mit guter Filtrierbarkeit erhalten werden.

**[0087]** Ein Oxidationsmittel, wie Wasserstoffperoxid und Chlorwasserstoffsäure werden zu der filtrierten festen Fraktion, die die Elemente der Platingruppe enthält, gefügt, wodurch es möglich wird, die Elemente der Platingruppe, wie Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium zu lösen. Die Elemente der Platin-gruppe werden durch Wasserstoffperoxid oxidiert und bilden dann Chloridkomplexe mit den Chloridion-en, wodurch sie stabil in der flüssigen Phase stabili-siert und gelöst werden können. Das Wasserstoffper-oxid wird in einer Menge zugefügt, die erforderlich ist, um die Elemente der Platingruppe in Ionen mit stabilen Oxidationszahlen umzuwandeln, nämlich die Menge, die erforderlich ist, um Platin in die vierwertige Form, Palladium in eine zweiwertige Form und Rhodium und Ruthenium in dreiwertige Formen um-zuwandeln. Die Menge an Chlorwasserstoffsäure, die verwendet wird, reicht vorzugsweise aus, um  $\text{PtCl}_6^-$ ,  $\text{PdCl}_4^-$ ,  $\text{RhCl}_6^{3-}$  und  $\text{RuCl}_6^{3-}$  zu bilden, sowie mindestens 2 Mol/Liter freie Chlorwasserstoffsäure zu hinterlassen. Die Reaktionstemperatur liegt typi-scherweise bei mindestens 60°C, um die Reaktion zu beschleunigen und beträgt typischerweise nicht mehr als 80°C, um eine Zersetzung des Wasserstoffper-oxids zu vermeiden, und eine Temperatur von etwa 70°C ist bevorzugt. Die Auflösungsbehandlung er-möglicht es eine Chlorwasserstoffsäurelösung zu er-halten, die gelöstes Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium enthält.

**[0088]** Wie vorstehend erwähnt, können durch Be-handeln eines Selen und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials durch Auslaugen mit Alkali bei einer Behandlungstemperatur im Bereich von 60 bis 80°C Selen und Tellur gelöst und von den Elementen der Platingruppe bei Normaldruck abgetrennt werden, ohne Verwendung eines Oxidationsmittels. Dementsprechend können Selen und Tellur leicht von einer Prozessausfällung abgetrennt werden, die Selen und Tellur sowie Elemente der Platingruppe

enthält, und die Elemente der Platingruppe können selektiv mit einer Ausbeute von 95% oder höher gewonnen werden. Da darüber hinaus die Elemente der Platingruppe während dieses Auslaugens mit Alkali nicht oxidiert werden, werden stark unlösliche Oxide, wie Rhodiumoxid und Rutheniumoxid nicht erzeugt, was bedeutet, dass die Elemente der Platingruppe anschließend leicht gelöst werden können. Die Elemente der Platingruppe können bei dem Auslaugen des Rückstands mit Alkali anschließend in Anwesenheit von Chlorwasserstoffsäure oxidiert werden, um so Chloridkomplexe und eine Lösung von Elementen der Platingruppe zu bilden. Das gelöste Selen und Tellur wird in kolloidaler Form dispergiert und kann als Metalle durch Neutralisieren der Lauge ausgefällt werden entweder mit Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure und dementsprechend können diese beiden Metalle ebenfalls leicht gewonnen werden. Übliche Alkali-Auslaugverfahren, die ein Oxidationsmittel verwenden, erfordern das Auslaugen unter Druck und es bildet sich Natriumselenat und/oder Natriumselenit und die Anwesenheit von sechswertigem Selen bedeutet, dass die Entfernung von Selen aus dem Abwasser schwierig wird. Im Gegensatz wird es durch das erfindungsgemäße Verfahren möglich, Selen und Tellur aufzulösen und die Abtrennung dieser Elemente von Elementen der Platingruppe kann bei Normaldruck durchgeführt werden, ohne Anwendung eines Oxidationsmittels, was bedeutet, dass die Steuerung des Verfahrens und die Gewinnungsbehandlung ohne Erzeugung von sechswertigem Selen durchgeführt werden können.

**[0089]** Wie vorstehend beschrieben, werden bei dem Alkalischesmelzverfahren Selen und/oder Tellur in Wasser in der Form von Natriumselenit oder Natriumtellurit gelöst und anschließend aus dem Laugenrückstand, der die Elemente der Platingruppe enthält, abgetrennt. Jedoch kann die abgetrennte Wasserlauge noch geringe restliche Mengen an Elementen der Platingruppe zusätzlich zu Selen/Tellur enthalten und daher wird die wässrige Lauge vorzugsweise in den vorstehenden Alkaliauslaugprozess zurückgeführt und einem Auslaugen mit Alkali unterzogen, zusammen mit dem Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Material. Diese Recyclisierungsbehandlung konzentriert Selen/Tellur.

**[0090]** Andererseits wird der Auslaugrückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, der bei dem Alkalischesmelzverfahren erhalten wird, mit einem Oxidationsmittel, wie Wasserstoffperoxid zusammen mit Chlorwasserstoffsäure kombiniert in gleicher Weise wie der Rückstand aus dem Alkaliauslaugverfahren, wodurch die Elemente der Platingruppe, wie Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium gelöst werden. Die Elemente der Platingruppe werden durch Wasserstoffperoxid oxidiert und bilden anschließend mit den Chlorionen Chloridkomplexe, wodurch sie stabil in der flüssigen Phase gelöst werden können. Diese

Auflösungsbehandlung ermöglicht eine Chlorwasserstoffsäurelösung, die gelöstes Platin, Palladium, Rhodium und Ruthenium enthält. Diese Chlorierungsbehandlung wird bevorzugt zusammen mit dem Auslaugrückstand durchgeführt, der bei dem Alkaliauslaugverfahren erhalten wurde.

**[0091]** Gemäß dem dritten Trennverfahren der Erfindung wird das Selen/Tellur unter Elemente der Platingruppe enthaltende Material behandelt unter Verwendung einer Kombination eines Alkaliauslaugverfahrens, bei dem ein Alkaliauslaugen bei hoher Temperatur durchgeführt wird und eines Alkalischesmelzverfahrens, bei dem ein Gemisch von Natriumhydroxid und Natriumnitrat zugesetzt wird und das Gemisch wird geschmolzen durch Erwärmen auf eine Temperatur, die die Schmelztemperatur (eutektisch) übersteigt, um das Selen/Tellur aufzulösen und als Ergebnis können Selen/Tellur und die Elemente der Platingruppe konzentriert und fast vollständig gewonnen werden, wodurch es möglich wird, eine leicht zu raffinierende Chlorwasserstoffsäurelösung in die anschließende Raffinationsstufe einzuführen, wodurch Elemente der Platingruppe und Selen/Tellur einfach und wirksam getrennt werden können, bei niedrigen Kosten, aus einem Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

**[0092]** Im folgenden wird ein viertes bevorzugtes Trennverfahren gemäß der Erfindung unter Hinweis auf [Fig. 6](#) beschrieben.

**[0093]** Das nachstehend beschriebene vierte Trennverfahren ist ein Behandlungsverfahren für Selen/Tellur, bei dem ein Selen/Tellur-Gemisch in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt wird, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden, diese Legierung wird einer Kupferelektrolyse unterzogen, um Kupfer elektrolytisch zu gewinnen, wohingegen Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angesammelt werden und dieser Schlamm der Kupferelektrolyse wird anschließend einem oxidativen Auslaugen mit Schwefelsäure unterzogen, um Tellur zu lösen, wodurch das Tellur von dem Selen abgetrennt werden kann, das in dem Laugenrückstand verbleibt.

**[0094]** Wie in der [Fig. 6](#) gezeigt, wird insbesondere ein vorstehend genanntes Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, als Selen/Tellur-Gemisch verwendet, und wie vorstehend beschrieben, durchläuft dieses Material zuerst ein Alkaliauslaugverfahren, bei dem das Gemisch einem Auslaugen mit Alkali bei hoher Temperatur unterzogen wird, um eine Auftrennung in eine Selen/Tellur-enthaltende Lauge und einen Laugenrückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu bewirken. Anschließend wird Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu der Lauge zur Neutralisation der Lauge und Ausfällung des Selen/Tellur-Gemischs gefügt

und dieses Gemisch wird in ein Kupferraffinationsverfahren eingebracht, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden. Diese Legierung wird einer Kupferelektrolyse zur Gewinnung von elektrolytischem Kupfer unterzogen, wobei Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angereichert werden und dieser Schlamm der Kupferelektrolyse wird anschließend einem oxidierenden Auslaugen mit Schwefelsäure unterzogen, um das Tellur zu eluieren, wodurch es möglich wird Tellur von dem Selen, das in dem Laugenrückstand verbleibt, abzutrennen.

[Selen/Tellur-Gemisch]

**[0095]** Bei dem erfindungsgemäßen vierten Trennverfahren kann als Selen/Tellur-Gemisch ein Behandlungsmaterial verwendet werden, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, aus einem Kupferverfahren. Speziell kann dieser Materialtyp, der Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, der sein, der in dem ersten bis dritten Trennverfahren verwendet wurde.

**[0096]** Dieses Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material wird anschließend einem Alkaliauslaugverfahren und einem Alkalischmelzverfahren, wie nachstehend beschrieben, unterzogen. Wie im Falle der vorstehenden Trennverfahren wird bei dem vierten Trennverfahren das Selen, das bei der ersten Reduktion der Post-Extraktionsflüssigkeit erhalten wird, vorzugsweise der Destillation unterzogen, um Selen mit hoher Reinheit zu gewinnen und der Rückstand (Destillationsrückstand) wird einer Alkalischmelzbehandlung unterzogen, wohingegen das Tellur, das anschließend ausfällt, vorzugsweise einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird. Der Destillationsrückstand umfasst Verbindungen, wie Palladiumselenid und ist stabil und dementsprechend kann ein Lösen von Selen durch Auslaugen mit Alkali nicht erzielt werden. Durch Destillieren der Schlacke der Alkalischmelzbehandlung kann das Selen wirksam verarbeitet werden. Im Gegensatz hierzu ist das Rhodium und Ruthenium, das in die Tellurausfällung eingearbeitet ist, von relativ höherer Menge als das in der Selenausfällung sein und wenn dementsprechend die Tellurausfällung einer Alkalischmelze unterworfen wird, kann die Ausfällung unlösliche Oxide bilden, wodurch der anschließende Auslaugschritt mit Chlorwasserstoffsäure erschwert wird. Dementsprechend wird die Tellurausfällung vorzugsweise einem Auslaugen mit Alkali unterzogen.

[Alkaliauslaugverfahren]

**[0097]** Wie in dem vorstehenden Trennverfahren beschrieben, wird das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material einer Auslaugung mit Alkali unterzogen. Das Auslaugen mit Alkali wird typischerweise bei einer Alkalikonzentration von mindestens 1 Mol/Liter durchgeführt und Konzentrationen im Bereich von 5 Mol/Liter bis 8 Mol/Liter sind bevorzugt. Wenn die Alkalikonzentration mindestens 1 Mol/Liter beträgt, wird eine stark alkalische Umgebung von mindestens pH 14 erzielt, was zu einer Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potentials von Selen und Tellur führt, was bedeutet, dass Selen und Tellur in der alkalische Lösung bei Normaldruck gelöst werden können, ohne dass es notwendig ist, ein Oxidationsmittel einzusetzen. Da die Auflösereaktion dieses Selen und Tellurs langsam bei Raumtemperatur fortschreitet, wird das Auslaugen typischerweise bei einer Temperatur von mindestens 60°C und vorzugsweise bei einer Temperatur von etwa 80°C durchgeführt.

**[0098]** Das Auslaugen mit Alkali führt zu einem Lösen von Selen und Tellur in der alkalischen Lösung, wo sie in kolloidaler Form dispergiert werden. Im Gegensatz hierzu werden die Elemente der Platingruppe, wie Rhodium und Palladium nicht gelöst und verbleiben in der festen Phase. Durch Filtrieren des resultierenden Gemischs wird eine Trennung in eine Lauge, die Selen und/oder Tellur enthält und eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, möglich.

**[0099]** Das vorstehende Auslaugen mit Alkali kann auch an einer Kombination des Materials durchgeführt werden, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält und der Lauge, die erhalten wurde, durch Unterziehen des Rückstands von der vorstehenden Destillationsbehandlung einer Alkalischmelzbehandlung. Die durch Reduktionsbehandlung des Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe erhaltene Selenausfällung oder der aus der Destillationsbehandlung dieser reduzierten Selenausfällung erhaltene Rückstand werden mit einem Schmelzmittel kombiniert, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid (NaOH) und Natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) enthält und das resultierende Gemisch wird durch Erwärmen auf eine Temperatur, die den Schmelzpunkt (eutektische Temperatur) des Schmelzmittels überschreitet, geschmolzen. Das Erwärmen und Schmelzen führt das Selen in einen hauptsächlich vierwertigen Zustand über, wodurch Natriumselenit (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) gebildet wird, das sich anschließend auflöst. Diese Alkalischmelzbehandlung bewirkt die Auflösung von Selen/Tellur und anschließend wird mit Wasser ausgelaut, um das Gemisch in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Auslaugrückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu trennen. Diese Lauge kann zu dem Alkaliauslaugverfahren von Materialien, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthalten, gefügt werden, und wie vorstehend beschrieben, einer Auslaugung mit Alkali unterzogen werden. Durch Verwenden der Lauge, die aus diesem Alkalischmelzverfahren erhalten wird, wird es möglich, die Gesamtausbeute an Selen/Tellur für das gesamte Behandlungsverfahren zu verbessern.

**[0100]** Anschließend an die vorstehende Fest-Flüssig-Trennung beim Auslaugen mit Alkali entwickelt sich, wenn Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu den Selen/Tellur-enthaltendem Filtrat zur Neutralisation gefügt werden, eine schwarz gefärbte Ausfällung von metallischem Selen und/oder metallischem Tellur und die Farbe der Lösung hellt sich allmählich von tief purpurfarben auf, bis die Flüssigkeit bei etwa pH 7 transparent wird. Durch Durchführen einer Fest-Flüssig-Trennung kann ein Gemisch von metallischem Tellur und metallischem Selen gewonnen werden. Die Ausbeute dieser Selen/Tellur-Gemischs liegt typischerweise bei 99% oder darüber, wodurch es möglich wird metallisches Selen und/oder metallisches Tellur hoher Qualität zu gewinnen. Wenn anstelle von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure Salpetersäure verwendet wird, bewirkt die Oxidationskraft der Salpetersäure die Oxidation und das Auflösen von Selen/Tellur, was bedeutet, dass eine Ausfällung nicht möglich ist. Die Temperatur der Flüssigkeit liegt vorzugsweise bei 60 bis 80°C. Wenn die Neutralisation bei einer Flüssigkeitstemperatur innerhalb dieses Bereichs durchgeführt wird, kann ein Selen/Tellur-Gemisch erhalten werden, das gut filtrierbar ist.

**[0101]** Bei dem erfindungsgemäßen vierten Trennverfahren wird das vorstehende Selen/Tellur-Gemisch in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden und dieses legierte Kupfer (rohes Kupfer) wird anschließend elektrolysiert, um elektrolytisches Kupfer zu erhalten, wobei Selen und Tellur innerhalb des Schlammes der Kupferelektrolyse angesammelt werden zusammen mit anderen unlöslichen Komponenten. Die Kupferelektrolyse kann unter normalen Bedingungen für die Kupferelektrolyse durchgeführt werden. Die Elektrolyse von Kupfer führt zu einem elektrolytischen Kupfer hoher Reinheit, wohingegen Selen und Tellur einen Schlamm der Kupferelektrolyse zusammen mit anderen unlöslichen Komponenten bilden, die in dem Rohkupfer enthalten waren. Wenn dieser Schlamm der Kupferelektrolyse einer Luftoxidation in Schwefelsäure unterworfen wird und eine Auslaugbehandlung (Auslaugen zur Kupferentfernung) durchgeführt wird, kann der Hauptanteil des Kupfers und Tellurs, die in dem Schlamm vorhanden sind, gelöst werden. Der Schwefelsäure-Elektrolyt kann als Schwefelsäure für diese Stufe eingesetzt werden. Wird die gelöste Kupferlauge, die Tellur enthält, in Kontakt mit metallischem Kupfer gebracht, so bildet sich Kupfertellurid, was bedeutet, dass das Tellur als Kupfertellurid gewonnen werden kann. Vom industriellen Gesichtspunkt her, wird die Tellur enthaltende gelöste Kupferlauge vorzugsweise durch einen mit Kupferchips gepackten Turm geleitet, um das Kupfertellurid zu gewinnen. Andererseits verbleibt das Selen in dem Laugenrückstand (entkupfter Schlamm) und dementsprechend kann dieses Auslaugen zum Entfernen

von Kupfer zur Trennung von Selen und Tellur verwendet werden.

**[0102]** Im Anschluss an das vorstehende Auslaugen zum Entfernen von Kupfer wird die Lauge, die Kupfer und Selen enthält, in die Elektrolysestufe des Kupfers zurückgeführt und Kupfer wird als elektrolytisches Kupfer gewonnen. Wie vorstehend beschrieben, reichert sich das Selen im Schlamm der Kupferelektrolyse an und dementsprechend wird durch Wiederholen des oxidierenden Auslaugens mit Schwefelsäure (Auslaugen zur Entfernung von Kupfer) des Schlammes der Kupferelektrolyse das Selen innerhalb des entkupferten Schlammes konzentriert. Darüber hinaus enthält dieser entkupferte Schlamm auch große Mengen an Edelmetallen, wie Gold, Silber, Elemente der Platingruppe und Blei und dementsprechend können durch ein chlorierendes Auslaugen entkupferten Schlammes durch Einbringen eines Oxidationsmittels, wie Wasserstoffperoxid, Chlorgas zusammen mit Chlorwasserstoffsäure oder dergleichen, diese Edelmetalle aufgelöst werden und anschließend unter Anwendung eines Behandlungsverfahrens, das zur Gewinnung jedes dieser Edelmetalle geeignet ist, gewonnen werden.

**[0103]** Gemäß einem Beispiel für das Verfahren zur Gewinnung von Edelmetallen werden das in dem Schlamm enthaltene Silber und Blei durch die vorstehende Chlorierungsauslaugung in unlösliche Chloride umgewandelt, wobei Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur in der Lauge gelöst werden, und eine Fest-Flüssig-Trennung wird anschließend durchgeführt, um eine Trennung in ein Laugenfiltrat, das Gold und Elemente der Platingruppe und dergleichen enthält und einen Laugenfilterrückstand, der Silber und Blei enthält, zu bewirken und das vorstehend beschriebene Behandlungsverfahren wird anschließend angewendet, um Silber und Blei aus diesem Silber und Blei enthaltenden Rückstand zu trennen. Außerdem kann eine Lösungsmittelextraktion verwendet werden, um Gold aus dem Laugenfiltrat, das Tellur und Elemente der Platingruppe und dergleichen enthält, zu extrahieren und anschließend wird eine Reduktion durchgeführt, um das Gold zu gewinnen, wohingegen die Post-Extraktionsflüssigkeit einer Destillationsbehandlung unterzogen werden kann, das Selen und das Tellur werden reduziert und die resultierende Reduktionsausfällung wird verwendet, um die erfindungsgemäße Behandlung zu wiederholen, wodurch es möglich wird Selen und Tellur zu konzentrieren und mit guter Wirksamkeit zu gewinnen.

**[0104]** Gemäß dem vierten erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Selen/Tellur-Gemisch in ein Kupferaffinationsverfahren eingeführt, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden und diese Kupferlegierung wird elektrolysiert, um hoch reines elektrolytisches Kupfer zu gewinnen, wohingegen



gen das Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angehäuft werden und anschließend wird dieser Schlamm der Kupferelektrolyse einer oxidierenden Auslaugung mit Schwefelsäure (Auslaugen zum Entfernen von Kupfer) unterzogen, das Tellur kann in der Lösung gelöst und von dem Selen abgetrennt werden und das gelöste Tellur kann abgetrennt und gewonnen werden durch Kontakt mit metallischem Kupfer, um Kupfertellurid zu bilden. Darüber hinaus kann das in dem Rückstand der Kupferlauge verbleibende Selen abgetrennt und gewonnen werden durch Reduktionsbehandlung im Anschluss an die Durchführung eines Edelmetallgewinnungsverfahrens, wie eines Gold-Extraktionsverfahrens.

**[0105]** Es folgt eine Beschreibung eines fünften bevorzugten Trennverfahrens gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#). Wie in der [Fig. 7](#) gezeigt, handelt es sich bei dem fünften Trennverfahren um ein Behandlungsverfahren zur Abtrennung von Gold aus einer Elemente der Platingruppe enthaltenden Lösung, wobei ein Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, einer Alkalibehandlung unterzogen wird, um eine Trennung in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, zu bewirken, Chlorwasserstoffsäure wird zu diesem Elemente der Platingruppe enthaltenden Rückstand in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt, eine Fest-Flüssig-Trennung wird durchgeführt und Hydroxylaminhydrochlorid wird anschließend zu der filtrierten Lösung, die Elemente der Platingruppe enthält, gefügt, um Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen.

**[0106]** Auch bei diesem fünften Trennverfahren der Erfindung kann ein Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltendes Material, das bei einem Kupferschmelzverfahren erhalten wurde, in ähnlicher Weise wie für das erste Trennverfahren beschrieben, verwendet werden.

[Alkalibehandlung]

**[0107]** Das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material wird einer Alkalibehandlung unterzogen und in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt. Wie vorstehend beschrieben, kann diese Alkalibehandlung entweder ein Alkaliauslaugverfahren oder ein Alkalischmelzverfahren oder beide Verfahren umfassen. In solchen Fällen, wenn sowohl das Alkaliauslaugverfahren als auch das Alkalischmelzverfahren durchgeführt werden, wird das Selen, das zuerst bei der Reduktion der vorstehenden Post-Extraktionsflüssigkeit ausfällt, vorzugsweise einer Destillation unterworfen, um hoch reines Selen gewinnen zu können, und der Rückstand (Destillationsrückstand) wird einer Alkalischmelzbehandlung unterzogen, wohingegen das Tellur, das anschließend ausfällt, vorzugsweise einem Aus-

laugen mit Alkali unterzogen wird. Der Destillationsrückstand umfasst Verbindungen, wie Palladiumselenid, und ist stabil und dementsprechend kann ein Auflösen von Selen durch Auslaugen mit Alkali nicht erzielt werden. Durch Unterziehen des Destillationsrückstands einer Alkalischmelzbehandlung kann Selen wirksam verarbeitet werden. Im Gegensatz hierzu sind das in der Tellurausfällung enthaltende Rhodium und Ruthenium von relativ höherer Menge als das in der Selenausfällung enthaltene und wenn dementsprechend die Tellurausfällung einem Schmelzen mit Alkali unterzogen wird, kann sie unlösliche Oxide bilden, wodurch ein anschließendes Auslaugen mit Chlorwasserstoffsäure erschwert wird. Dementsprechend wird die Tellurausfällung vorzugsweise einem Auslaugen mit Alkali unterworfen.

[Alkalischmelzen]

**[0108]** Bei dem Auslaugen mit Alkali wird die Selenausfällung, die durch Reduktionsbehandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials, oder der Rückstand, der aus der Destillationsbehandlung dieser reduzierten Selenausfällung erhalten wird, mit einem Schmelzmittel kombiniert, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid (NaOH) und Natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) enthält und das resultierende Gemisch wird geschmolzen unter Erwärmen auf eine Temperatur, die den Schmelzpunkt (eutektische Temperatur) des Schmelzmittels übersteigt. Dieses Erwärmen und Schmelzen führt das Selen hauptsächlich in den vierwertigen Zustand über, wodurch Natriumselenit (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) gebildet wird, das sich anschließend auflöst. Diese Alkalischmelzbehandlung bewirkt die Auflösung von Selen/Tellur und ein Auslaugen mit Wasser wird anschließend angewendet, um das Gemisch in eine Lauge, die Selen/Tellur enthält und einen Laugenrückstand, der die Elemente der Platingruppe enthält, zu trennen. Diese Lauge kann zu dem Alkaliauslaugverfahren von Materialien, die Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthalten, zurückgeführt und einer Auslaugung mit Alkali, wie vorstehend beschrieben, unterzogen werden. Durch Verwenden der Lauge, die aus diesem Alkalischmelzverfahren erhalten wird, wird es möglich, die Gesamtausbeute an Selen/Tellur für das gesamte Behandlungsverfahren zu verbessern.

[Auslaugen mit Alkali]

**[0109]** Die Auslaugbehandlung des Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali wird typischerweise unter Alkalikonzentration von mindestens 1 Mol/L durchgeführt und Konzentrationen im Bereich von 5 Mol/L bis 8 Mol/L sind bevorzugt. Wenn sichergestellt ist, dass die Alkalikonzentration mindestens 1 Mol/L beträgt, so erzielt man eine stark alkalische Umgebung von mindestens pH 14, was eine Verringerung des Oxidati-

ons-Reduktions-Potentials von Selen und Tellur bewirkt, was bedeutet, dass Selen und Tellur in der alkalischen Lösung bei Normaldruck ohne Anwendung eines Oxidationsmittels gelöst werden können. Das dieses Auflösungsverfahren für Selen und Tellur bei Raumtemperatur langsam fortschreitet, wird das Auslaugen typischerweise bei einer Temperatur von mindestens 60°C und vorzugsweise bei einer Temperatur von etwa 80°C durchgeführt.

**[0110]** Das Auslaugen mit Alkali führt zu einem Auflösen von Selen und Tellur in der alkalischen Lösung, wo sie in kolloidaler Form dispergiert werden. Im Gegensatz hierzu verbleiben die Elemente der Platingruppe, wie Rhodium und Palladium in der festen Phase und werden nicht gelöst. Durch Filtrieren des resultierenden Gemischs wird es möglich, eine Selen und/oder Tellur enthaltende Lauge und eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält, zu trennen.

**[0111]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Hydroxylaminhydrochlorid zu der Lösung gefügt, die Elemente der Platingruppe enthält und erhalten wurde durch Alkalibehandlung wie vorstehend beschrieben, um Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen. Vorausgesetzt, dass Hydroxylaminhydrochlorid als Reduktionsmittel verwendet wird, kann Gold selektiv reduziert und ausgefällt werden, selbst wenn die Lösung der Elemente der Platingruppe Chlorwasserstoffsäure ist. Die Menge an zugesetztem Hydroxylaminhydrochlorid liegt typischerweise im Bereich von 1,3 bis 1,6 Äquivalenten, bezogen auf die Menge an Gold. Wenn die Menge weniger als 1,3 Äquivalente beträgt, so ist die Reduktion des Goldes nicht zufriedenstellend, wohingegen, falls die Menge 1,6 Äquivalente übersteigt, die Elemente der Platingruppe, und insbesondere Palladium, zusammen mit dem Gold reduziert werden, was bedeutet, dass Gold nicht selektiv gewonnen werden kann. Die Reduktionstemperatur beträgt vorzugsweise mindestens 60°C. Bei Temperaturen von weniger als 60°C ist die Reduktionsreaktion langsam, wodurch das Verfahren industriell ungeeignet wird.

**[0112]** Daher kann gemäß diesem erfindungsgemäßen Trennverfahren restliches Gold, das in einer Lösung von Elemente der Platingruppe enthalten ist, die erhalten wurde durch Behandeln eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials, ausgefällt und mit hohem Wirkungsgrad abgetrennt werden. Daher ist das erfindungsgemäße Trennverfahren ideal zur Anwendung bei einem Verfahren, bei dem Edelmetalle aus einem Schlamm der Kupferanalyse gewonnen werden und es wird zur Entfernung von Gold während der Trennstufe und Gewinnungsstufe von Selen/Tellur und Elementen der Platingruppe aus der Reduktionsausfällung, die während der Reduktion einer Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit erhalten wird, zu entfernen.

**[0113]** Die [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#) und [Fig. 8C](#) sind Verfahrensschemata, die das erfindungsgemäße Trennverfahren darstellen, und die Stufen innerhalb einer bevorzugten Kombination der ersten bis fünften Trennverfahren gemäß der Erfindung zeigen.

**[0114]** Wie in der [Fig. 8](#) gezeigt, ist es ersichtlich, dass durch Kombination der vorstehend beschriebenen bevorzugten Trennverfahren, Selen, Tellur, Elemente der Platingruppe und Gold und dergleichen leicht aus einem entkupferten Schlamm abgetrennt werden können und insbesondere aus einem Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält, das aus einem entkupferten Schlamm abgetrennt wurde.

**[0115]** Speziell entspricht das erste Trennverfahren im wesentlichen den Stufen in der [Fig. 8B](#) von der NaOH-Schmelze bis zum Auslaugen mit Wasser und Filtrieren und das zweite Trennverfahren entspricht im wesentlichen den Stufen vom Eluieren mit NaOH bis zum Filtrieren. Darüber hinaus entsprechen die Stufen des Eluierens mit NaOH bis zum Filtrieren und die Stufen vom Schmelzen mit NaOH bis zum Auslaugen mit Wasser und Filtrieren auch im wesentlichen dem dritten Trennverfahren. Das vierte Trennverfahren entspricht den Stufen von der Kupfer-schmelze bis zur Entfernung von Tellur in der [Fig. 8C](#). Das fünfte Trennverfahren entspricht im wesentlichen den Stufen in der [Fig. 8B](#) vom Auslaugen mit NaOH bis zum Filtrieren und den Stufen bei denen die Selen/Tellur enthaltende Lauge, erhalten bei den Stufen von der NaOH-Schmelze bis zum Auslaugen mit Wasser und Filtrieren, einem Chlorieren, Filtrieren und anschließendem Entfernen von Gold und Filtrieren, unterworfen wird.

**[0116]** Im folgenden sind Beispiele und Vergleichsversuche für die vorliegende Erfindung angegeben. Falls nicht anders angezeigt, beziehen sich die Einheiten% auf Gewichtsprozent (Gew.-%).

#### Beispiel 1

**[0117]** Unter Verwendung von 20 g eines Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials, das Palladiumselenid als Hauptbestandteil enthielt, als Ausgangsmaterial, wurden 21,7 g Natriumhydroxid und 11,5 g Natriumnitrat mit dem Rohmaterial vermischt und das Gemisch wurde 2 Stunden auf 400°C unter Bildung einer Schmelze erhitzt. Im Anschluss an das Kühlen der Schmelze wurden 500 ml Wasser zugesetzt und das Gemisch wurde 1 Stunde gerührt und anschließend filtriert. 97,4% des Selen aus dem vorstehenden Rohmaterial wurden in das Filtrat ausgelaut. Darüber hinaus wurden Platin und Palladium in dem Filtrat nicht festgestellt. Die Menge an sechswertigem Selen in dem Filtrat war weniger als 10%. In der Zwischenzeit wurde der filtrierte Rückstand erneut mit 3N Chlorwasserstoffsäure versetzt und an-

schließend mit Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst. Als Ergebnis wurden 95% des Palladiums und 99% oder mehr des Platin in die Lösung ausgelaugt.

#### Beispiel 2

**[0118]** Mit Ausnahme der Verwendung von 20,3 g Natriumhydroxid und 14,4 g Natriumnitrat wurde die gleiche Methode wie in Beispiel 1 verwendet, um 20 g Material, das Elemente der Platingruppe enthielt, welches Palladiumselenid als primäre Komponente umfasste, zu erwärmen und zu schmelzen und anschließend wurde diese Schmelze mit Wasser ausgelaugt und filtriert. Die Auslaugungsmenge an Selen in dem Filtrat betrug 98,2%. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in dem Filtrat weniger als 10%. Wenn der filtrierte Rückstand mit 3N Chlorwasserstoffsäure versetzt und anschließend in Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst wurde, betrug die Auslaugmenge an Palladium in die Lösung 95% und die Auslaugmenge von Platin war 99% oder mehr.

#### Beispiel 3

**[0119]** Mit Ausnahme der Verwendung von 23,0 g Natriumhydroxid und 8,6 g Natriumnitrat wurde in gleicher Weise gearbeitet wie in Beispiel 1 unter Erwärmen und Schmelzen von 20 g Material, das Elemente der Platingruppe enthielt, und als Haupt-Komponente Palladiumselenid enthielt und anschließend wurde diese Schmelze mit Wasser ausgelaugt und filtriert. Die Auslaugungsmenge an Selen in dem Filtrat betrug 97,2 %. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in dem Filtrat weniger als 10%. Wenn die filtrierte Schlacke mit 3N Chlorwasserstoffsäure versetzt und anschließend mit Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst wurde, betrug die Auslaugmenge an Palladium in die Lösung 95% und die Auslaugmenge von Platin war 99% oder mehr.

#### Beispiel 4

**[0120]** 5 kg entkupferter Elektrolyseschlamm wurden in 5 L Chlorwasserstoffsäure und 2 L Wasser aufgenommen, Wasserstoffperoxid wurde allmählich zu dem Gemisch gefügt und die Temperatur der Flüssigkeit wurde bei 70°C gehalten, um ein oxidierendes Auslaugen zu bewirken. Anschließend wurde gekühlt und der Auslaugungsrückstand der Chlorierung wurde filtriert, die Säurekonzentration des Filtrats wurde eingestellt und das Filtrat wurde mit 1,5 L Dibutylcarbitol vermischt, wodurch das Gold in das Dibutylcarbitol extrahiert wurde. Die jeweilige Konzentration innerhalb der Post-Extraktionsflüssigkeit war 30 mg/L Gold, 58,9 g/L Selen, 15 mg/L Platin und 172 mg/L Palladium. Schwefeldioxidgas wurde durch diese

Flüssigkeit zur Reduktion von Selen bei einer Flüssigkeitstemperatur von 80°C geblasen und anschließend wurde gekühlt und die Flüssigkeit filtriert. 901 g dieser Selenausscheidung wurden in der Atmosphäre bei 750°C zur Abtrennung von Selen destilliert und bei Erhalt von 6,9 g Destillationsrückstand wurde untersucht und es wurde ein Gehalt von 45,2 Palladium, 4,2% Platin, 15,3% Gold und 34,2% Selen gefunden. 5,7 g Natriumhydroxid und 3,0 g Natriumnitrat wurden zu dem Destillationsrückstand gefügt und es wurde anschließend die gleiche Verfahrensweise wie im Beispiel 1 verwendet, um das Gemisch zu erwärmen und zu schmelzen und anschließend wurde diese Schmelze mit Wasser ausgelaugt und filtriert. Die Auslaugmenge an Selen in dem Filtrat betrug 98,4%. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Außerdem betrug der Anteil an sechswertigem Selen in dem Filtrat weniger als 10%. Wenn die filtrierte Schlacke mit 3N Chlorwasserstoffsäure versetzt und anschließend in Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst wurde, betrug die Auslaugmenge an Palladium in der Lösung 95% und die Auslaugmenge an Platin war 99% oder mehr.

#### Vergleichsversuch 1

**[0121]** Mit Ausnahme des Ersatzes des Gemischs an Natriumhydroxid und Natriumnitrat durch 27 g von lediglich Natriumhydroxid wurde die gleiche Verfahrensweise wie in Beispiel 1 angewendet, um das Elemente der Platingruppe enthaltende Material, das Palladiumselenid als Haupt-Komponente enthielt, zu erwärmen und aufzuschmelzen und anschließend wurde diese Schmelze mit Wasser ausgelaugt und filtriert. Die Auslaugungsmenge an Selen in dem Filtrat betrug 33,6%, wesentlich geringer als der im Beispiel 1 erhaltene Wert. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in dem Filtrat weniger als 10%. Wenn der filtrierte Rückstand mit 3N Chlorwasserstoffsäure versetzt und anschließend in Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst wurde, betrug die Auslaugrate an Palladium in die Lösung 95% und die Auslaugrate von Platin war 99 oder mehr.

#### Vergleichsversuch 2

**[0122]** Mit Ausnahme des Ersatzes des Gemischs von Natriumhydroxid und Natriumnitrat durch 57,6 g von allein Natriumnitrat wurde in gleicher Weise gearbeitet wie in Beispiel 1 unter Erwärmen und Schmelzen des Materials, das Elemente der Platingruppe, mit Palladiumselenid als Haupt-Komponente enthielt und diese Schmelze wurde dann mit Wasser ausgelaugt und filtriert. Die Auslaugrate von Selen in dem Filtrat betrug 98,5%. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Jedoch war die Menge an sechswertigem Selen in dem Filtrat 25%, wesentlich höher als der im Beispiel 1 festgestellte Wert. Wenn der filtrierte Rückstand mit 3N Chlorwas-

serstoffsäure aufgenommen und anschließend mit Wasserstoffperoxid oxidiert und gelöst wurde, betrug die Auslaugrate an Palladium in der Lösung 95% und die Auslaugrate von Platin war 99% oder mehr.

#### Beispiel 5

**[0123]** Wenn 1 kg Selen und Elemente der Platingruppe (Se: 65%, Te: 30%, Pd: 5%, Pt: 0,5%, Rh: 0,2% und Ru: 0,4%) enthaltendes Material mit 10 L einer 5 Mol/L Natriumhydroxidlösung vermischt und anschließend auf 80°C erwärmt und bei dieser Temperatur 1 Stunde gehalten wurde, löste sich der Hauptanteil des Materials unter Bildung einer dunklen purpurfarbenen Flüssigkeit. Die Flüssigkeit wurde gekühlt und filtriert und man erhielt 65 g Rückstand. Die Analyse dieses Rückstands ergab Elemente der Platingruppe, Pd, Pt, Rh und Ru als Haupt-Komponenten und die Analysenergebnisse waren Pd: 80%, Pt: 8%, Rh: 3% und Ru: 6%. Das Filtrat war eine Lösung, die 65 g/L Se und 30 g/L Te enthielt, und es wurden keine Elemente der Platingruppe festgestellt.

#### Beispiel 6

**[0124]** Wenn 1 kg Selen und Elemente der Platingruppe (Se: 65%, Te: 30%, Pd: 5%, Pt: 0,5%, Rh: 0,2% und Ru: 0,4%) enthaltendes Material mit 10 L einer 5 Mol/L Natriumhydroxidlösung vermischt und anschließend auf 80°C erwärmt und bei dieser Temperatur 1 Stunde gehalten wurde, löste sich der Hauptanteil des Materials unter Bildung einer dunklen purpurfarbenen Flüssigkeit. Die Flüssigkeit wurde gekühlt und filtriert und man erhielt 65 g Rückstand. Das Filtrat war eine Lösung, die 65 g/L Se und 30 g/L Te enthielt, Elemente der Platingruppe wurden nicht festgestellt. Die Analyse des Rückstands ergab Elemente der Platingruppe, Pd, Pt, Rh und Ru als Haupt-Komponenten und die Analysenergebnisse waren Pd: 80%, Pt: 8%, Rh: 3% und Ru: 6%. Dieser Rückstand wurde in 400 ml Chlorwasserstoffsäure und 100 ml Wasser aufgenommen und die Flüssigkeitstemperatur wurde bei 70°C gehalten und es wurden allmählich 120 ml Wasserstoffperoxid zugesetzt. Nach beendeter Zugabe des Wasserstoffperoxids wurde die Flüssigkeit gekühlt und filtriert und anschließend wurde das Filtrat analysiert. Es wurde gefunden, dass es enthält Pd: 74 g/L, Pt: 7 g/L, Rh: 2,8 g/L und Ru: 5,5 g/L.

#### Beispiel 7

**[0125]** Mit Ausnahme der Änderung der Konzentrationen an Natriumhydroxid auf 1 Mol/L und des Ausdehnens der Erwärmungszeit auf 5 Stunden, wurde ein Auslaugen mit Alkali in gleicher Weise wie in Beispiel 5 durchgeführt. Man erhielt 75 g Rückstand. Die Haupt-Komponenten in dem Rückstand waren Pd, Pt, Rh und Ru und die Analysenergebnisse ergaben Pd: 67%, Pt: 7%, Rh: 3% und Ru: 5%. Das Filtrat war

eine Lösung, die 63 g/L Se und 28 g/L Te enthielt und Elemente der Platingruppe wurden nicht festgestellt.

#### Beispiel 8

**[0126]** Mit Ausnahme der Änderung der Konzentration an Natriumhydroxidlösung auf 1 Mol/L und der Erwärmungstemperatur auf 60°C wurde ein Auslaugen mit Alkali in gleicher Weise wie in Beispiel 5 durchgeführt. Es wurden 65 g Rückstand erhalten. Die Haupt-Komponenten in dem Rückstand waren Pd, Pt, Rh und Ru und die Analysenergebnisse waren Pd: 77%, Pt: 8%, Rh: 3% und Ru: 6%. Das Filtrat war eine Lösung, die 64 g/L Se und 29 g/L Te enthielt und es waren keine Elemente der Platingruppe festzustellen.

#### Vergleichsversuche 3 und 4

**[0127]** Mit Ausnahme der Änderung der Konzentration der Lösung von Natriumhydroxid auf 0,5 Mol/L wurde ein Auslaugen mit Alkali in gleicher Weise wie in Beispiel 5 durchgeführt, jedoch lösten sich Selen und Tellur nicht und die Elemente der Platingruppe konnten nicht von dem Selen und Tellur abgetrennt werden (Vergleichsversuch 3).

**[0128]** Darüber hinaus wurde mit Ausnahme des Einstellens der Reaktionstemperatur auf Raumtemperatur ein Auslaugen mit Alkali in gleicher Weise wie in Beispiel 5 durchgeführt, jedoch lösten sich Selen und Tellur nicht und die Elemente der Platingruppe konnten nicht von dem Selen und Tellur abgetrennt werden (Vergleichsversuch 4),

#### Beispiel 9

**[0129]** 600 g eines Destillationsrückstands (Destillationsrückstand einer Selenausfällung: Primär-Komponente: Palladiumselenid) eines Reduktionsrückstands, erhalten durch Reduktionsbehandlung der Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse, wurden mit 651 g Natriumhydroxid und 345 g Natriumnitrat vermischt und anschließend 2 Stunden bei 400°C zur Reaktion gebracht. Im Anschluss an das Kühlen wurden 15 L Wasser zugesetzt und das resultierende Gemisch wurde anschließend 1 Stunde gerührt und filtriert unter Ausbeute von 15 L Filtrat und 348 g eines filtrierten Rückstands. Die Konzentration an Se in dem Filtrat war 10,4 g/L, was eine Auslaugungsrate von 97,4 für Selen aus dem Destillationsrückstand anzeigt. Platin und Palladium wurden in der Lauge nicht festgestellt. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in der Flüssigkeit weniger als 10%. Die Analyse der Zusammensetzung der filtrierten Schlacke ergab Elemente der Platingruppe als Haupt-Komponenten und die jeweiligen Konzentrationen waren Pd 44%, Pt 5%, Rh 0,3% und Ru 1,0%.

**[0130]** Anschließend wurde 1 kg der Tellurausfällung (Se 65%, Te 30%, Pd 5%, Pt 0,5%, Rh 0,2%, Ru 0,4%) aus der vorstehenden Reduktionsausfällung mit 10 L Natriumhydroxidlösung (Konzentration 5 Mol/L) vermischt und anschließend 1 Stunde bei 80°C gehalten und die Lösung nahm eine dunkle Purpurfarbe an. Die Flüssigkeit wurde anschließend gekühlt und filtriert und ergab 12,5 g Filtrat und 65 g filtrierten Rückstand. Die Analyse der Zusammensetzung des filtrierten Rückstands ergab als Haupt-Komponenten Elemente der Platingruppe und die jeweiligen Konzentrationen waren Pd 80%, Pt 8%, Rh 3% und Ru 6%. Die Se-Konzentration in dem Filtrat war 65 g/L und die Te-Konzentration war 30 g/L und es wurden keine Elemente der Platingruppe festgestellt.

**[0131]** Anschließend wurden die filtrierten Rückstände vermischt, es wurde 3N Chlorwasserstoffsäure zugesetzt und das Gemisch wurde erneut aufgeschlämmt und anschließend wurde Wasserstoffperoxid bei 70°C eingeführt, um eine Oxidation zu bewirken. Das resultierende Gemisch wurde filtriert und die Konzentration der Elemente der Platingruppe innerhalb der resultierenden Chlorwasserstoffsäurelösung (Filtrat) betrug Pd 95 g/L (95%), Pt 8,5 g/L (99%), Rh 3,2 g/L (95%) und Ru 0,5 g/L (mindestens 95%) (worin die Werte in Klammern Auslaugraten sind).

#### Beispiel 10

**[0132]** Mit Ausnahme der Verwendung von 609 g Natriumhydroxid und 432 g Natriumnitrat wurde die gleiche Verfahrensweise wie in Beispiel 9 angewendet, um 600 g eines Selenschlacken-Destillationsrückstands zu erwärmen und mit Alkali zu schmelzen und die resultierende Schmelze wurde anschließend mit Wasser ausgelaugt und dann filtriert. Die Auslaugrate an Selen in dem Filtrat war 98,2%. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in dem Filtrat weniger als 10%. Die Analyse der Zusammensetzung der filtrierten Schlacke ergab Elemente der Platingruppe als Hauptbestandteile und die jeweiligen Konzentrationen waren Pd 45%, Pt 5%, Rh 1% und Ru 2%.

**[0133]** Anschließend wurde 1 kg der Tellurausfällung aus dem vorstehenden Reduktionsniederschlag vermischt mit 10 L einer Natriumhydroxidlösung (Konzentration 5 Mol/L) und anschließend 1 Stunde bei 80°C gehalten, wobei sich die Lösung dunkel purpur färbte. Die Flüssigkeit wurde dann gekühlt und filtriert und ergab 10 L Filtrat und 65 g filtrierten Rückstand. Die Se-Konzentration in dem Filtrat war 65 g/L und die Te-Konzentration war 30 g/L und es wurden keine Elemente der Platingruppe festgestellt. Die Analyse der Zusammensetzung der filtrierten Schlacke ergab Elemente der Platingruppe als Hauptbe-

standteile und die jeweiligen Konzentrationen waren Pd 80%, Pt 8%, Rh 3% und Ru 6%.

**[0134]** Anschließend wurde der filtrierte Rückstand vermischt, 2 L Chlorwasserstoffsäure und 500 ml Wasser wurden zugesetzt und das Gemisch wurde erneut aufgeschlämmt. Die Temperatur wurde bei 70°C gehalten und 360 ml Wasserstoffperoxid wurden allmählich zur Oxidation zugesetzt. Nach beendeter Zugabe von Wasserstoffperoxid wurde das Gemisch gekühlt und filtriert. Die Konzentration der Elemente der Platingruppe in dem resultierenden Filtrat war Pd 81 g/L, Pt 7 g/L, Rh 2,1 g/L und Ru 2,4 g/L.

#### Beispiel 11

**[0135]** Die Lauge (Filtrat), die bei dem Auslaugen mit Alkali im Beispiel 9 erhalten wurde, wurde bei 80°C gehalten und das Filtrat wurde durch Zusatz von Schwefelsäure neutralisiert, wobei eine schwarze Ausfällung auftrat, solange bis die Flüssigkeit bei etwa pH 7 transparent wurde. Die Ausfällung wurde abfiltriert und gewonnen und eine Analyse der Zusammensetzung ergab 68% metallisches Selen und 31% metallisches Tellur.

#### Beispiel 12

**[0136]** Mit Ausnahme der Verwendung von Chlorwasserstoffsäure anstelle von Schwefelsäure wurde das Beispiel 11 wiederholt und es ergab eine ähnliche Analyse an metallischem Selen und metallischem Tellur.

#### Vergleichsversuch 5

**[0137]** 1 kg Tellurausfällung wurde mit 1085 g Natriumhydroxid und 575 g Natriumnitrat vermischt und anschließend 2 Stunden bei 400°C umgesetzt, in gleicher Weise wie der Destillationsrückstand von Selen des Beispiels 9. Es wurde anschließend gekühlt, 25 L Wasser wurden zugesetzt und das resultierende Gemisch wurde anschließend 1 Stunde gerührt und filtriert und die Konzentrationen in dem Filtrat zeigten eine Auslaugungsrate von 97,4 Gew.-% für Se und 98,1% für Te an. Platin und Palladium wurden in dem Filtrat nicht festgestellt. Die filtrierten Rückstände wurden vermischt, 3N Chlorwasserstoffsäure wurde zugesetzt und das Gemisch wurde erneut aufgeschlämmt und anschließend wurde Wasserstoffperoxid bei 70°C eingeführt, um eine Oxidation zu bewirken. Das resultierende Gemisch wurde filtriert und die Konzentrationen und Auslaugungsraten der Elemente der Platingruppe in der resultierenden Chlorwasserstoffsäurelösung (Filtrat) betragen Pd 95 g/L (95%), Pt 8,5 g/L (95%), Rh 1,3 g/L (39%) und Ru 1,5 g/L (14%) (worin die Werte in Klammern Auslaugungsraten sind), was einen beträchtlichen Abfall der Auslaugungsraten für Rh und Ru im Vergleich mit Beispiel 9 bedeutet.

## Vergleichsversuch 6

**[0138]** Statt den Destillationsrückstand der Selendestillation des Beispiel 9 einer Alkalischmelze zu unterwerfen, wurden 1 kg des gleichen Rückstands der Selendestillation mit 10 L 5 Mol/L Natriumhydroxidlösung kombiniert und die Temperatur wurde bei 80°C gehalten, jedoch wurde das Selen fast nicht gelöst.

## Beispiel 13

**[0139]** Wenn ein Material, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthielt (Se 65%, Te 30%, Pd 5%, Pt 0,5%, Rh 0,2% und Ru 0,4%), enthaltend 1 kg einer Selen/Tellur-Reduktionsausfällung, mit 10 L einer 5 Mol/L Natriumhydroxidlösung vermischt und anschließend bei 80°C gehalten wurde, um mit Alkali auszulaugen, löste sich der Hauptanteil des Materials, wobei man eine dunkel purpurfarbene Flüssigkeit erhielt. Die Flüssigkeit wurde gekühlt und filtriert und man erhielt 65 g Rückstand. Das Filtrat enthielt 65 g/L Se und 30 g/L Te und es wurden keine Elemente der Platingruppe festgestellt. Die Temperatur wurde bei 80°C gehalten und es wurde Schwefelsäure (50% Konzentration) zugesetzt und es wurde weiter auf pH 7 neutralisiert, wobei ein schwarz gefärbtes Pulver ausfiel. Die Zusammensetzung dieser Ausfällung war 68,5% Se und 31,5% Te. Darüber hinaus waren die Konzentrationen an Se und Te, die in dem Filtrat verblieben, 530 ppm bzw. 210 ppm. Die Ausfällung wurde in ein Kupfer-Raffinationsverfahren eingeführt, es wurde eine elektrolytische Raffination durchgeführt und der Anodenschlamm, der erzeugt wurde, wurde in den Schwefelsäureelektrolyt ausgelaugt, wobei Luft durch den Elektrolyt geblasen wurde. Der Hauptanteil des Te in dem Anodenschlamm wurde gelöst und die Te-Bestimmung des Schlammes nach dem Auslaugen ergab 0,5%. Darüber hinaus wurde, da Se nicht gelöst wurde, kein Se in der Lauge festgestellt und die Se-Bestimmung des Schlammes nach dem Auslaugen betrug 8,3%. Die Lauge wurde durch einen mit Kupfer-Chips gepackten Turm geführt und Te wurde aus der Lauge als Kupfer-Tellurid wiedergewonnen. Außerdem wurden restliches Se und Gold in dem Schlamm durch oxidierende Auslaugung mit Chlorwasserstoffsäure gelöst, gefolgt von einer Lösungsmittelextraktion des Goldes, es wurde Schwefeldioxid in die Post-Extraktionsflüssigkeit eingeführt, um das Selen zu reduzieren und zu gewinnen. Die Analyse der Zusammensetzung des vorstehenden Rückstands vom Auslaugen ergab Elemente der Platingruppe, Pd, Pt, Rh und Ru als Haupt-Komponenten und die jeweiligen Bestimmungen ergaben Pd 80%, Pt 8%, Rh 3% und Ru 6%. Dieser Rückstand wurde erneut mit 2 L Chlorwasserstoffsäure und 500 ml Wasser aufgeschlämmt und die Flüssigkeitstemperatur wurde bei 70°C gehalten und es wurden allmählich 360 ml Wasserstoffperoxid zugesetzt. Nach beendeter Wasserstoffperoxidzugabe wurde das Gemisch gekühlt und filtriert und die anschließende

Analyse des resultierenden Filtrats ergab einen Gehalt von Pd 81 g/L, Pt 7 g/L, Rh 2,1 g/L und Ru 2,4 g/L.

## Beispiel 14

**[0140]** 600 g eines Destillationsrückstandes (Se: 50%, Pd: 40%, Pt: 3%, Rh: 1 und Ru: 2%) erhalten durch Reduktion der Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit aus einem Schlamm der Kupferelektrolyse und anschließende Destillationsbehandlung, wurden mit 651 g Natriumhydroxid und 345 g Natriumnitrat vermischt und anschließend wurde 2 Stunden bei 400°C zur Bewirkung einer Alkalischmelze umgesetzt. Anschließend wurde gekühlt und es wurden 15 L Wasser zu dem Gemisch gefügt und das resultierende Gemisch wurde dann 1 Stunde gerührt und filtriert, wobei 97,4 g des Selen in das Filtrat ausgelaugt wurden, wohingegen Platin und Palladium nicht festgestellt wurden. Darüber hinaus war der Anteil an sechswertigem Selen in der Flüssigkeit weniger als 10%.

## Beispiel 15

**[0141]** Zu 1 kg Tellurausfällung, erhalten durch Einführen von weiterem Schwefeldioxidgas in die Flüssigkeit, die nach der Abtrennung der Selenausfällung im Beispiel 14 erhalten wurde, wurden 10 L einer 5 Mol/L Natriumhydroxidlösung gefügt und das Auslaugen mit Alkali wurde bei einer Temperatur, die bei 80°C gehalten wurde, durchgeführt, wobei sich der Hauptanteil der Schlacke löste und die Lösung eine dunkle Purpurfarbe annahm. Die Flüssigkeit wurde dann gekühlt und filtriert, wobei man 65 g Rückstand erhielt. Die Analyse des Rückstands ergab Elemente der Platingruppe Pd, Pt, Rh und Ru als Haupt-Komponenten. Dieser Rückstand wurde erneut in 2 L Chlorwasserstoffsäure und 500 ml Wasser aufgeschlämmt und die Flüssigkeitstemperatur wurde bei 70°C gehalten und 360 ml Wasserstoffperoxid wurden allmählich zugesetzt. Nach beendeter Zugabe des Wasserstoffperoxids wurde die Flüssigkeit gekühlt und filtriert. Die Analyse des Filtrats ergab Pd 81 g/L, Pt 7 g/L, Rh 2,1 g/L, Ru 2,4 g/L und Au 3,8 g/L. 6,1 g Hydroxylaminhydrochlorid wurden zu der Lösung als Reduktionsmittel gefügt und das Gemisch wurde 1 Stunde bei 60°C umgesetzt. Anschließend wurde gekühlt und eine erneute Analyse der Edelmetalle in der Lösung ergab keine Veränderung der gelösten Mengen an Pd, Pt, Rh und Ru, jedoch war die Menge an gelöstem Gold auf 0,05 g/L abgefallen, was anzeigt, dass Au selektiv reduziert wurde.

## Vergleichsversuch 7

**[0142]** Wenn Beispiel 15 wiederholt und Hydrazin als Reduktionsmittel verwendet wurde, wurde das Pd und Pt zusammen mit Au reduziert, was bedeutet, dass Au nicht aus der Lösung abgetrennt werden

konnte.

#### Industrielle Verwertbarkeit

**[0143]** Das erfindungsgemäße Trennverfahren ermöglicht die Abtrennung von Metallen, einschließlich der Elemente der Platingruppe, Pt, Rh, Ir und Ru, sowie Selen, Tellur, Gold, Silber und Kupfer und dergleichen, die beispielsweise in dem unlöslichen Rückstand-Nebenprodukt enthalten sind, das in dem Elektrolyten während der Stufe der Kupferelektrolyse eines Kupfer-Aufschmelz- und -Raffinationsverfahrens anfällt, und die Wiedergewinnung in einfacher, wirksamer Weise bei niedrigen Kosten.

#### Zusammenfassung

**[0144]** Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung eines Abtrennverfahrens, das die wirksame Trennung von Selen, Tellur und Elementen der Platingruppe aus einem Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Material ermöglicht. Um dies zu ermöglichen, wird durch die Erfindung ein Abtrennverfahren für Elemente der Platingruppe bereitgestellt, welches umfasst: eine Stufe (A) zur Behandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali, eine Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur, und eine Stufe (C) zur Trennung des Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und der Selen/Tellur-Lauge.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Abtrennung von Elementen der Platingruppe, umfassend:  
eine Stufe (A) zur Behandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali,  
eine Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur, und  
eine Stufe (C) zum Trennen eines Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und einer Selen/Tellur-Lauge.

2. Abtrennverfahren nach Anspruch 1, worin die Stufe (A) zur Behandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali eine Stufe ist, bei der ein Schmelzmittel, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid und Natriumnitrat umfasst, zu dem Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Material gefügt wird und das resultierende Gemisch durch Erwärmen auf eine Temperatur, die die eutektische Temperatur des Schmelzmittels übersteigt, geschmolzen wird,  
die Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur eine Stufe zum Auslaugen einer erhaltenen Schmelze mit Wasser ist und  
die Stufe (C) zur Trennung des die Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und der Selen/Tellur-Lauge eine Stufe zur Durchführung einer Fest-Flüssig-Trennung ist, unter Verwendung von

Wasser als Auslaugmittel, wodurch das Gemisch in eine flüssige Fraktion, die Natriumselenit enthält und einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, getrennt wird.

3. Abtrennverfahren nach Anspruch 2, bei dem ein Molverhältnis zwischen dem Natriumhydroxid und dem Natriumnitrat im Bereich von 75 : 25 bis 85 : 15 verwendet wird.

4. Abtrennverfahren nach Anspruch 2, bei dem Wasserstoffperoxid und Chlorwasserstoffsäure zu dem Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält, gefügt werden, um die Elemente der Platingruppe zu lösen.

5. Abtrennverfahren nach Anspruch 2, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material ein Extraktionsrückstand einer Verfahrensausfällung ist, die nach einer Lösungsmittel-extraktion verbleibt, die angewendet wurde, um Gold aus einer Chlorwasserstofflauge von einem entkupfertem Schlamm abzutrennen.

6. Abtrennverfahren nach Anspruch 2, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material ein Destillationsrückstand ist, der erhalten wurde durch Umwandeln eines entkupfertem Schlammes in eine Aufschlammung durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid, Filtern der Aufschlammung, um eine Trennung in einen Auslaugrückstand, der primär Silber enthält und eine Lauge, die Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthält, zu bewirken, worauf die Flüssigkeitscharakteristika der Lauge eingestellt werden und anschließend eine Lösungsmittel-extraktion zur Abtrennung von Gold aus der Lauge durchgeführt wird, Schwefeldioxid zu der Post-Extraktionsflüssigkeit gefügt wird, um Selen und anschließend Tellur sequenziell zu reduzieren und auszufällen, und anschließend das ausgefällte Material, das Elemente der Platingruppe und Selen enthält, zum Konzentrieren der Elemente der Platingruppe erwärmt wird, während Selen destilliert und abgetrennt wird.

7. Abtrennverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Stufe (A) zur Behandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali und die Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur gleichzeitig als ein Alkaliauslaugverfahren durchgeführt werden, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material mit Alkali bei hoher Temperatur ausgelaugt wird, wodurch Selen/Tellur in eine alkalische Flüssigkeit wandern und anschließend eine Fest-Flüssig-Trennung durchgeführt wird, um das resultierende Gemisch in eine feste Fraktion, die Elemente der Platingruppe enthält und eine flüssige Fraktion, die Selen/Tellur enthält, zu trennen.

8. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem Chlorwasserstoffsäure und ein Oxidationsmittel zu einer abgetrennten festen Fraktion gefügt werden, die bei der Fest-Flüssig-Trennung erzeugt wird, wodurch die Elemente der Platingruppe aufgelöst werden.

9. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material mit Alkali bei hoher Temperatur ausgelaugt wird, wodurch Tellur in die alkalische Flüssigkeit mit Selen wandert, wodurch eine Abtrennung von den Elementen der Platingruppe erfolgt.

10. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material unter Anwendung einer Alkali-Konzentration von mindestens 1 Mol/L bei einer Temperatur von mindestens 60°C ausgelaugt wird.

11. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem Chlorwasserstoffsäure und entweder Wasserstoffperoxid oder Chlorgas zu der festen Fraktion aus der Fest-Flüssig-Trennung, die nach dem Auslaugen mit Alkali erhalten wurde, gefügt wird, wodurch die Elemente der Platingruppe aufgelöst werden.

12. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem die Elemente der Platingruppe eines oder mehrere von Rhodium, Ruthenium, Palladium und Platin umfassen.

13. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material ein Verfahrensausfällungs-Extraktionsrückstand ist, der nach der Lösungsmittelextraktion verbleibt, die zur Abtrennung von Gold aus einer Chlorwasserstofflauge aus einem entkupferten Schlamm verwendet wurde.

14. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material eine filtrierte Ausfällung ist, die durch Umwandeln eines entkupferten Schlammes in eine Aufschlammung durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und Wasserstoffperoxid, Filtrieren der Aufschlammung, um eine Auftrennung in einen Auslaugrückstand, der primär Silber enthält und eine Lauge, die Gold, Elemente der Platingruppe, Selen und Tellur enthält, zu trennen, worauf die Flüssigkeitsscharakteristika der Lauge eingestellt werden und anschließend eine Lösungsmittelextraktion zur Abtrennung von Gold aus der Lauge durchgeführt wird, wobei Schwefeldioxid zu der Post-Extraktionsflüssigkeit gefügt wird, um entweder Selen/Tellur auszufällen und anschließend die Ausfällung einer Fest-Flüssig-Trennung unterzogen wird.

15. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, umfassend:  
ein Alkalischemelzverfahren (i), welches eine Stufe

des Zusatzes eines Schmelzmittels, das ein Gemisch aus Natriumhydroxid und Natriumnitrat umfasst, zu einem Rückstand aus einer Destillationsbehandlung eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials und anschließendes Erwärmen auf eine Temperatur, die die Schmelztemperatur (eutektisch) des Gemischs übersteigt, wodurch das Selen/Tellur gelöst wird, als Stufe (A) zur Durchführung der Alkalibehandlung, eine Stufe zur Durchführung des Auslaugens mit Wasser als Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur und weiter eine Stufe (C) zum Abtrennen des Elements der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und der Selen/Tellur-Lauge umfasst, und ein Alkaliauslaugverfahren (ii), umfassend eine Stufe zum Auslaugen eines Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials mit Alkali bei hoher Temperatur als Stufe (A) zur Durchführung der Alkalibehandlung und die Stufe (B) zum Auslaugen von Selen/Tellur und anschließend die Stufe (C) umfasst zur Abtrennung des die Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstands und der Selen/Tellur-Lauge.

16. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem eine Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Lösung einer Reduktionsbehandlung unterzogen wird und eine durch Unterziehen eines Teils der resultierenden Reduktionsschlacke einer Destillationsbehandlung erzeugte Ausfällung anschließend einer Alkalischemelzbehandlung unterworfen wird, wobei verbleibende Reduktionsausfällung einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird.

17. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem Schwefeldioxidgas in eine Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit eines Edelmetall-Gewinnungssystems für Elektrolyseschlamm von Kupfer zur Bewirkung einer Reduktionsbehandlung eingeführt wird und ein Rückstand, der durch Unterziehen des Selens, das zuerst ausfällt, einer Destillation zur Abtrennung von hoch reinem Selen erhalten wird, einer Alkalischemelzbehandlung unterzogen wird, wohingegen Tellur, das als nächstes ausfällt, einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird.

18. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem eine Lauge, die die wässrige Lauge, die bei dem wässrigen Auslaugen des Alkalischemelzverfahrens gewonnen wird, zu dem Alkaliauslaugverfahren zurückgeführt wird und eine Alkaliauslaugung zusammen mit einem Material unterzogen wird, das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthält.

19. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem eine Lauge, die bei dem Alkaliauslaugverfahren erhalten wird, durch Zusatz von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure neutralisiert wird, wodurch Selen/Tellur ausgefällt werden.



20. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem Chlorwasserstoffsäure zu einem Auslaugrückstand, der bei dem Verfahren zum Auslaugen mit Alkali und dem Alkalischmelzverfahren erhalten wurde, in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt wird, wodurch die Elemente der Platingruppe aufgelöst werden.

21. Abtrennverfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Selen/Tellur-Gemisch erhalten wird aus der Selen/Tellur-Lauge und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch anschließend in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt wird, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden und die Legierung einer Kupferelektrolyse unterzogen wird, um elektrolytisch Kupfer zu gewinnen, wobei Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angereichert werden, und der Schlamm der Kupferelektrolyse anschließend einer oxidierenden Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen wird, um Tellur in einer Lauge aufzulösen und von dem Selen in einem Auslaugrückstand abzutrennen.

22. Abtrennverfahren nach Anspruch 7, bei dem ein Selen/Tellur-Gemisch erhalten wird durch Zusatz von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu einer Selen/Tellur-Lauge, die bei dem Alkaliauslaugverfahren erhalten wurde, wodurch die Lauge neutralisiert und das Selen/Tellur-Gemisch ausgefällt wird und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch anschließend in ein Kupfer-Raffinationsverfahren eingeführt wird, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden und die Legierung einer Kupferelektrolyse zur Gewinnung von elektrolytischem Kupfer unterzogen wird, wobei Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angereichert werden und der Schlamm der Kupferelektrolyse anschließend einer oxidierenden Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen wird, um Tellur in einer Lauge aufzulösen und von dem Selen in einem Auslaugrückstand abzutrennen.

23. Abtrennverfahren nach Anspruch 15, bei dem ein Selen/Tellur-Gemisch erhalten wird durch Zusatz einer Selen/Tellur-Lauge, die bei dem Alkalischmelzverfahren erhalten wird, zu einem Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Material, das bei dem Alkaliauslaugverfahren verwendet wird, anschließend ein Auslaugen mit Alkali erfolgt und anschließend Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zu der resultierenden Lauge gefügt werden, um die Lauge zu neutralisieren und das Selen/Tellur-Gemisch auszufällen und das erhaltene Selen/Tellur-Gemisch anschließend in ein Kupferschmelz- und Raffinationsverfahren eingeführt wird, um eine Legierung von Selen und Tellur mit Kupfer zu bilden, die Legierung einer Kupferelektrolyse zur Gewinnung von elektrolytischem Kupfer unterzogen wird, wobei Selen und Tellur in dem Schlamm der Kupferelektrolyse angereichert werden und der

Schlamm der Kupferelektrolyse anschließend einer oxidierenden Auslaugung mit Schwefelsäure unterzogen wird, um Tellur in einer Lauge aufzulösen und von dem Selen in einem Auslaugrückstand abzutrennen.

24. Abtrennverfahren nach Anspruch 21, bei dem das Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltende Material eine Reduktionsrückstand ist, die erzeugt wurde durch Einführen von Schwefeldioxidgas in eine Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit und Durchführen einer Reduktionsbehandlung.

25. Abtrennverfahren nach Anspruch 21, bei dem im Anschluss an das Auslaugen von Tellur durch oxidierendes Auslaugen des Kupferelektrolyseschlammes mit Schwefelsäure die resultierende Lauge mit metallischem Kupfer in Kontakt gebracht wird, wodurch Kupfertellurid erzeugt wird, das anschließend gewonnen wird.

26. Abtrennverfahren nach Anspruch 1, bei dem Chlorwasserstoffsäure zu dem Elemente der Platingruppe enthaltenden Auslaugrückstand in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt wird, eine Fest-Flüssig-Abtrennung durchgeführt wird und Hydroxylaminhydrochlorid anschließend zu der filtrierten, Elemente der Platingruppe enthaltenden Lösung gefügt wird, um Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen.

27. Abtrennverfahren nach Anspruch 26, bei dem eine Alkalibehandlung des Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltenden Materials bei hoher Temperatur durchgeführt wird.

28. Abtrennverfahren nach Anspruch 2, bei dem Chlorwasserstoffsäure zu dem Elemente der Platingruppe enthaltenden Rückstand in Anwesenheit eines Oxidationsmittels gefügt wird, eine Fest-Flüssig-Trennung durchgeführt wird und Hydroxylaminhydrochlorid anschließend zu der resultierenden filtrierten Elemente der Platingruppe enthaltenden Lösung gefügt wird, um Gold selektiv zu reduzieren und auszufällen.

29. Abtrennverfahren nach Anspruch 26, bei dem eine Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit eines Gewinnungssystems für Edelmetalle aus Schlamm der Kupferelektrolyse als ein Selen/Tellur und Elemente der Platingruppe enthaltendes Material verwendet wird, und Schwefeldioxidgas in die Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit zur Bewirkung einer Reduktionsbehandlung eingeführt wird, und ein durch Unterwerfen von Selen, das zuerst ausfällt, einer Destillation zur Abtrennung von hoch reinem Selen erhaltener Destillationsrückstand einer Alkalischmelzbehandlung unterzogen wird, zur Abtrennung eines Rückstands, der Elemente der Platingruppe enthält, wohingegen Tellur, das bei weiterem Einführen von Schwefeldioxid-

gas in die Post-Gold-Extraktionsflüssigkeit ausfällt, einer Alkaliauslaugbehandlung unterzogen wird, um einen Rückstand, der Elemente der Platingruppe enthält zu bilden und die Rückstände, die Elemente der Platingruppe enthalten, anschließend kombiniert und verwendet werden.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

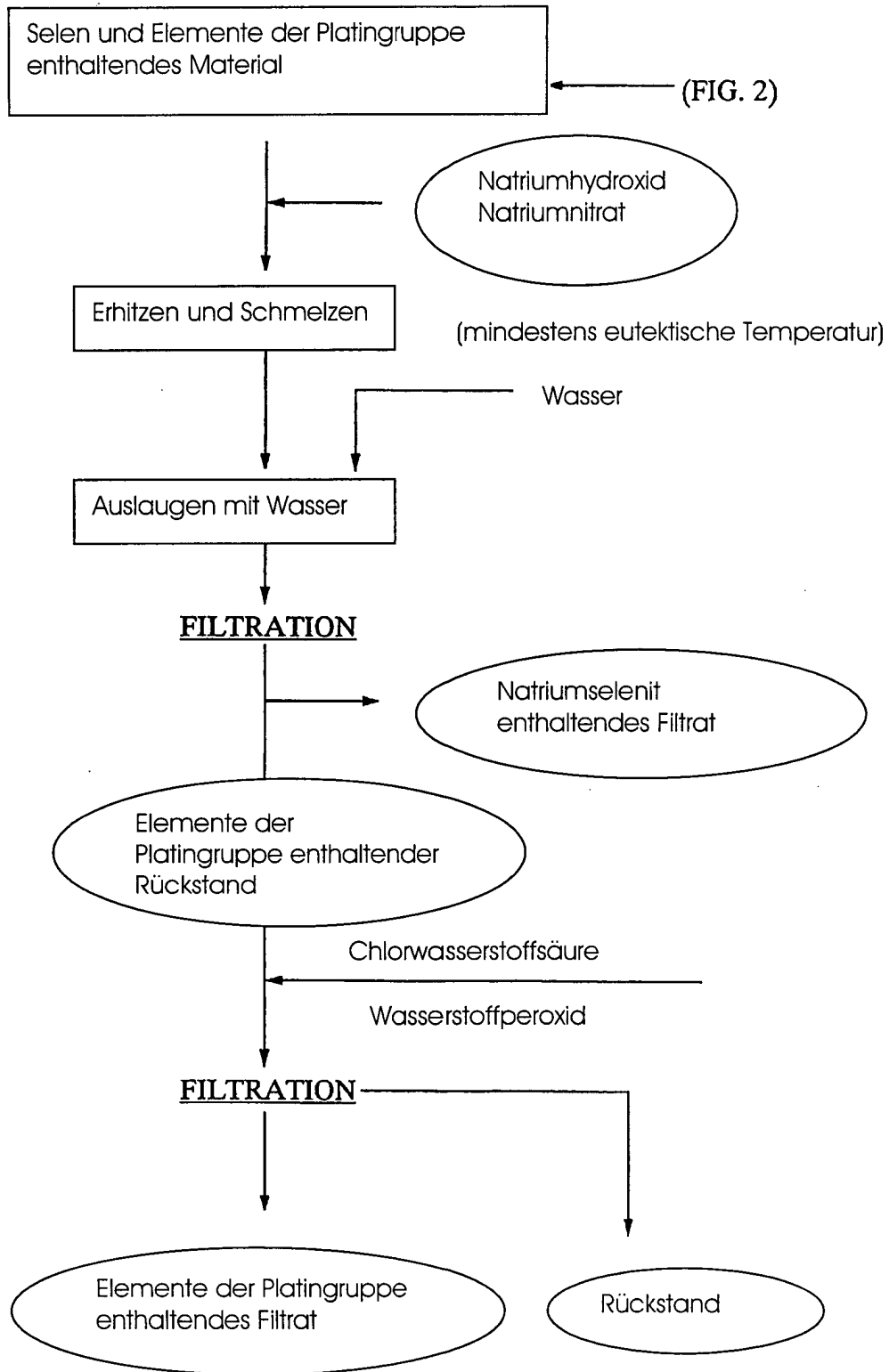


FIG. 2

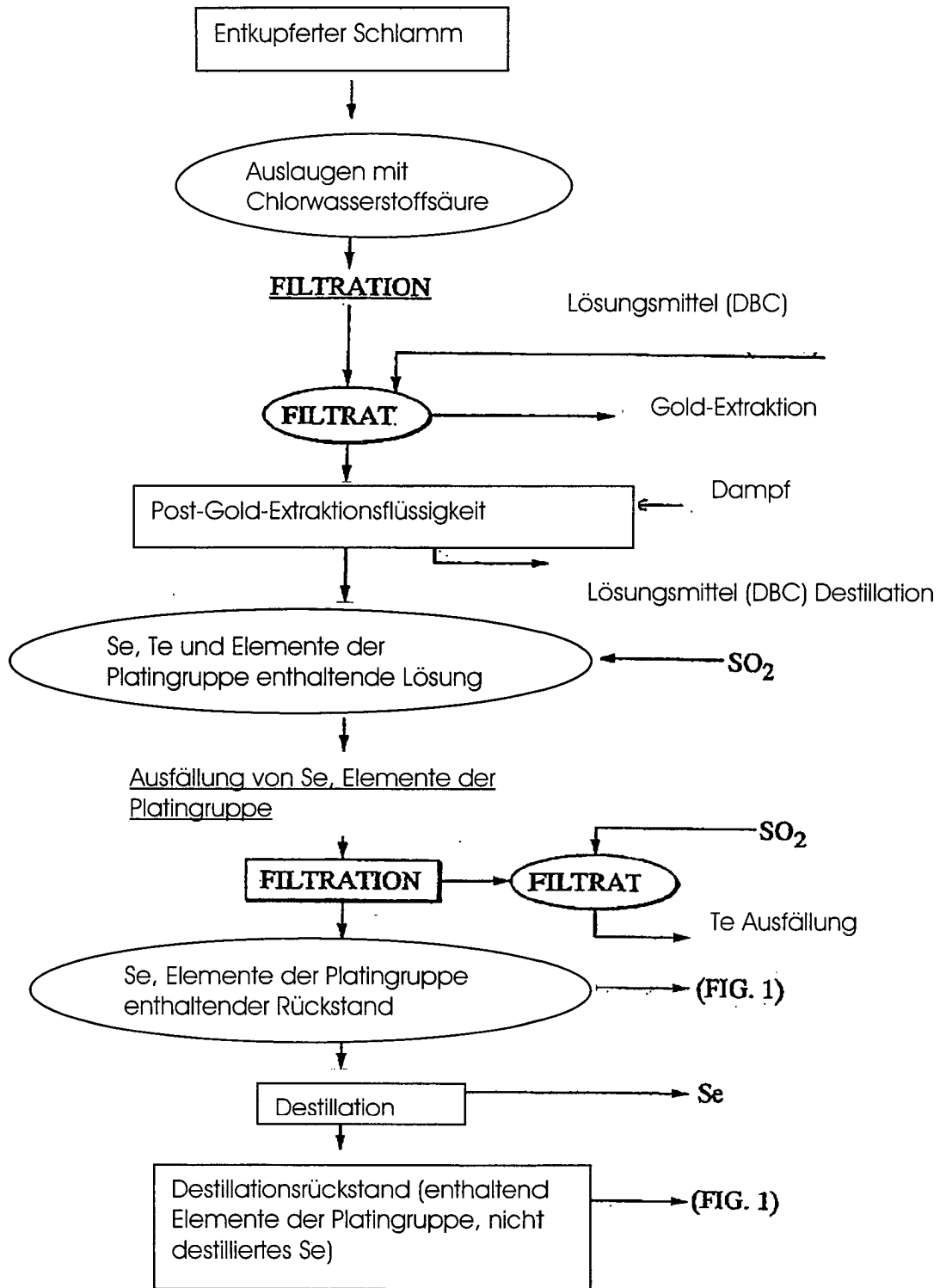


FIG. 3

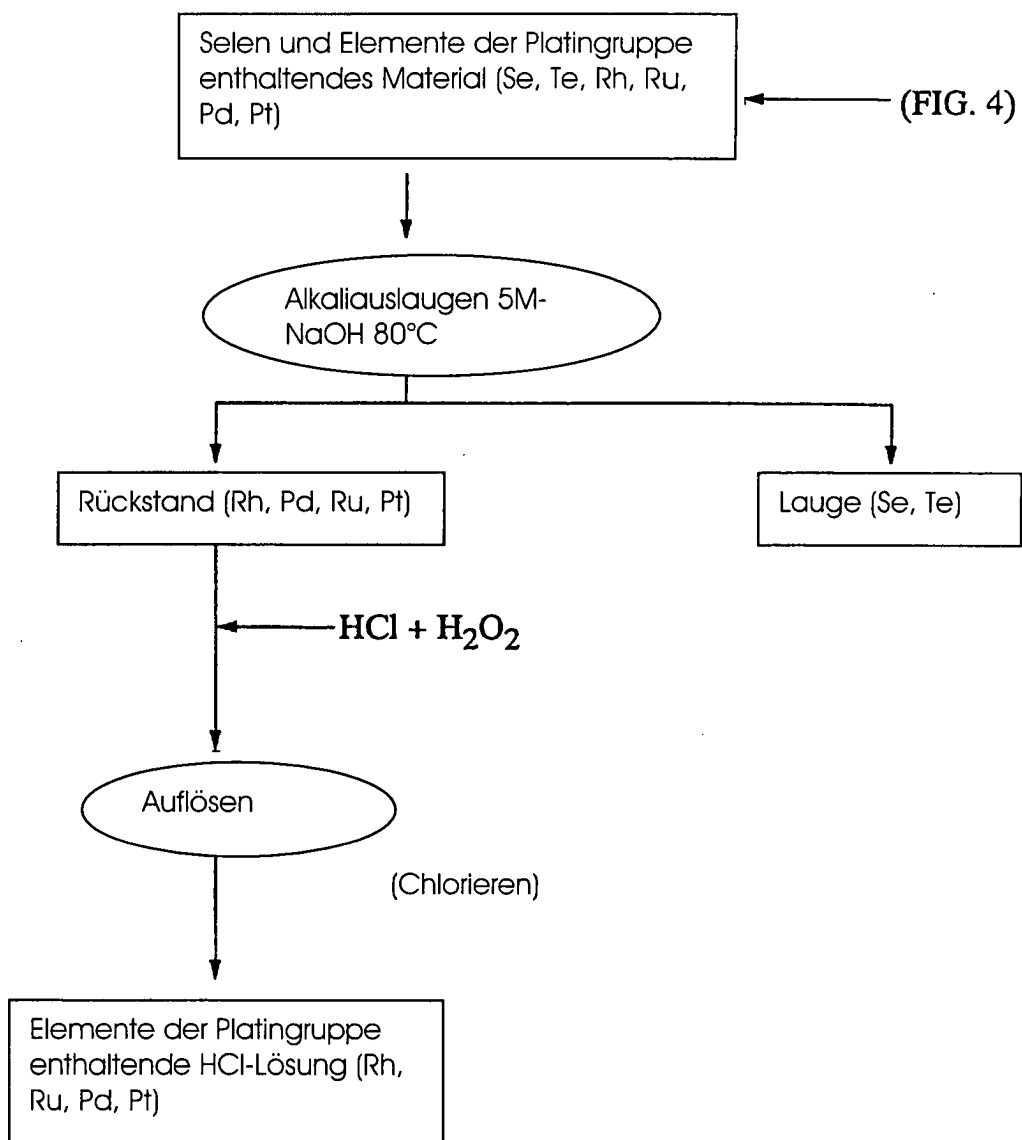


FIG. 4

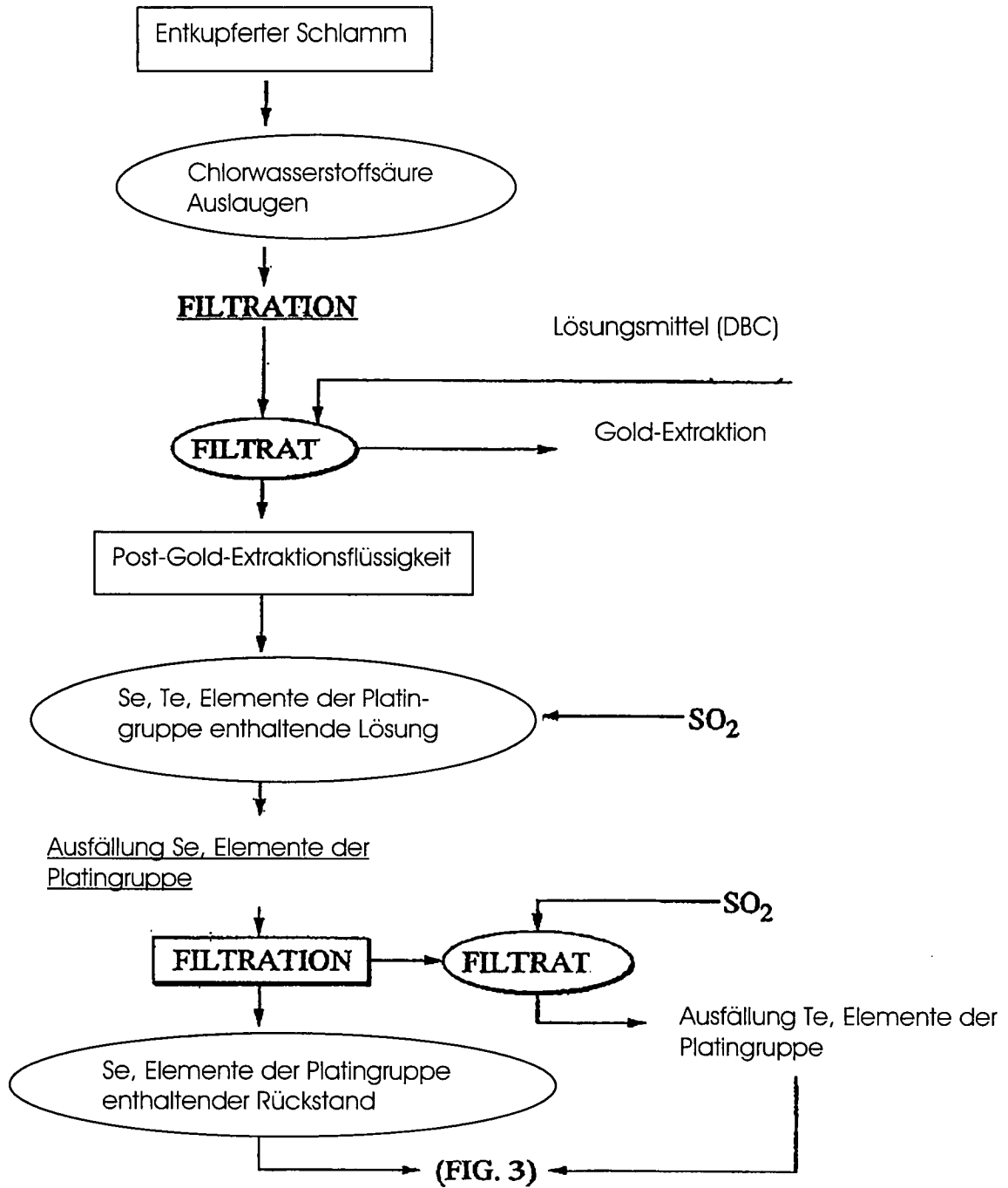


FIG. 5

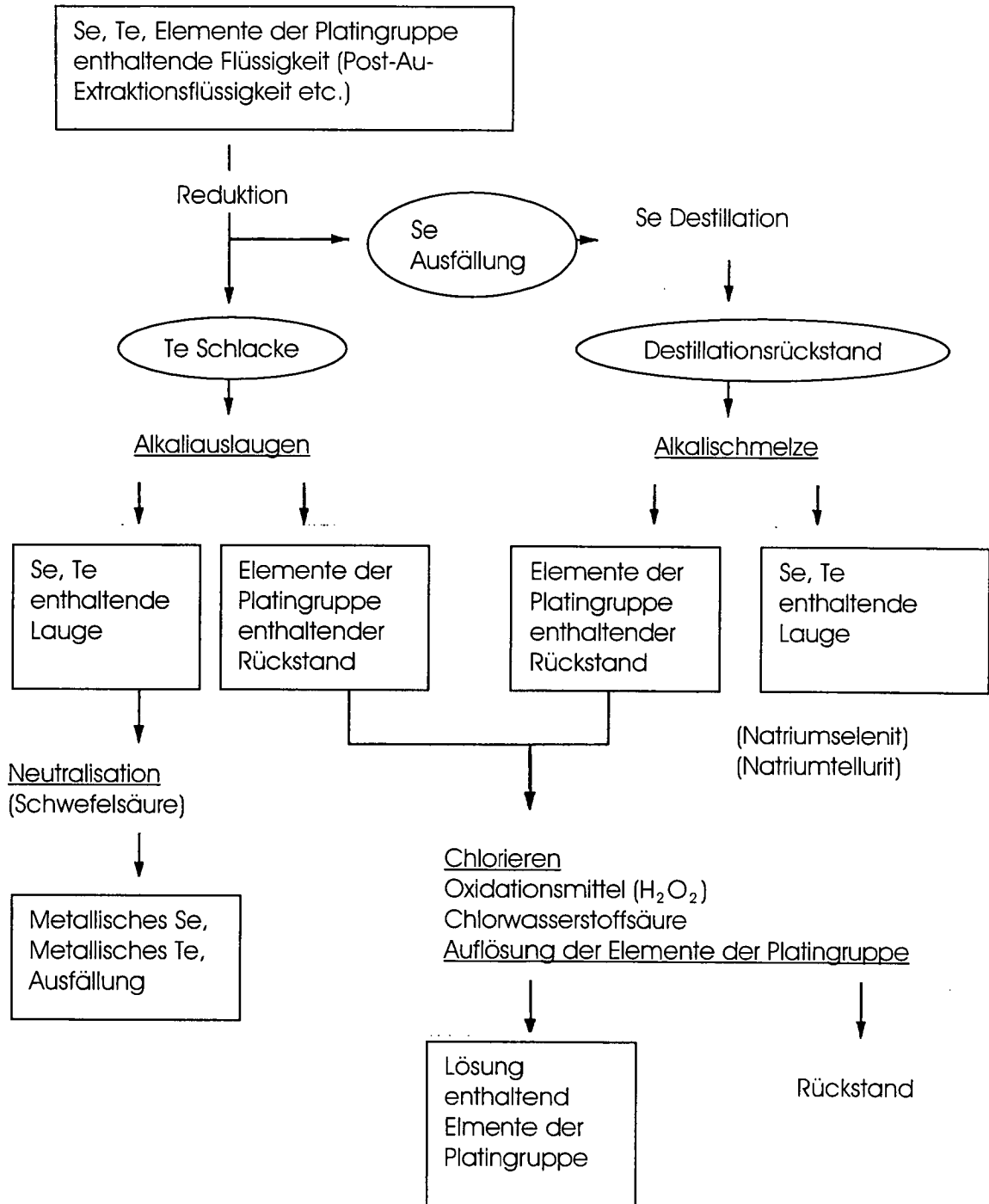
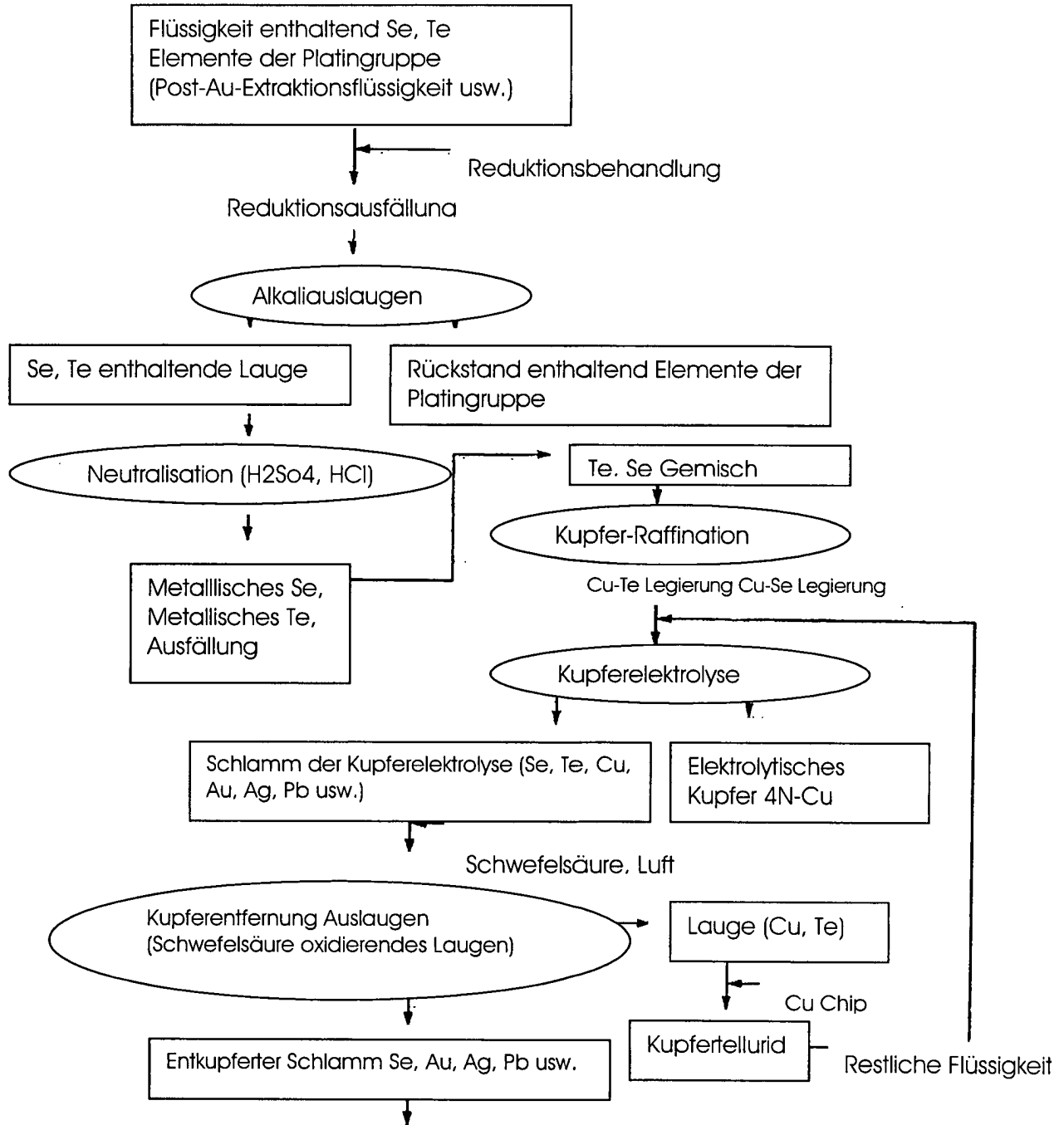


FIG. 6



Verfahren zur Wiedergewinnung von Edelmetallen



FIG. 7

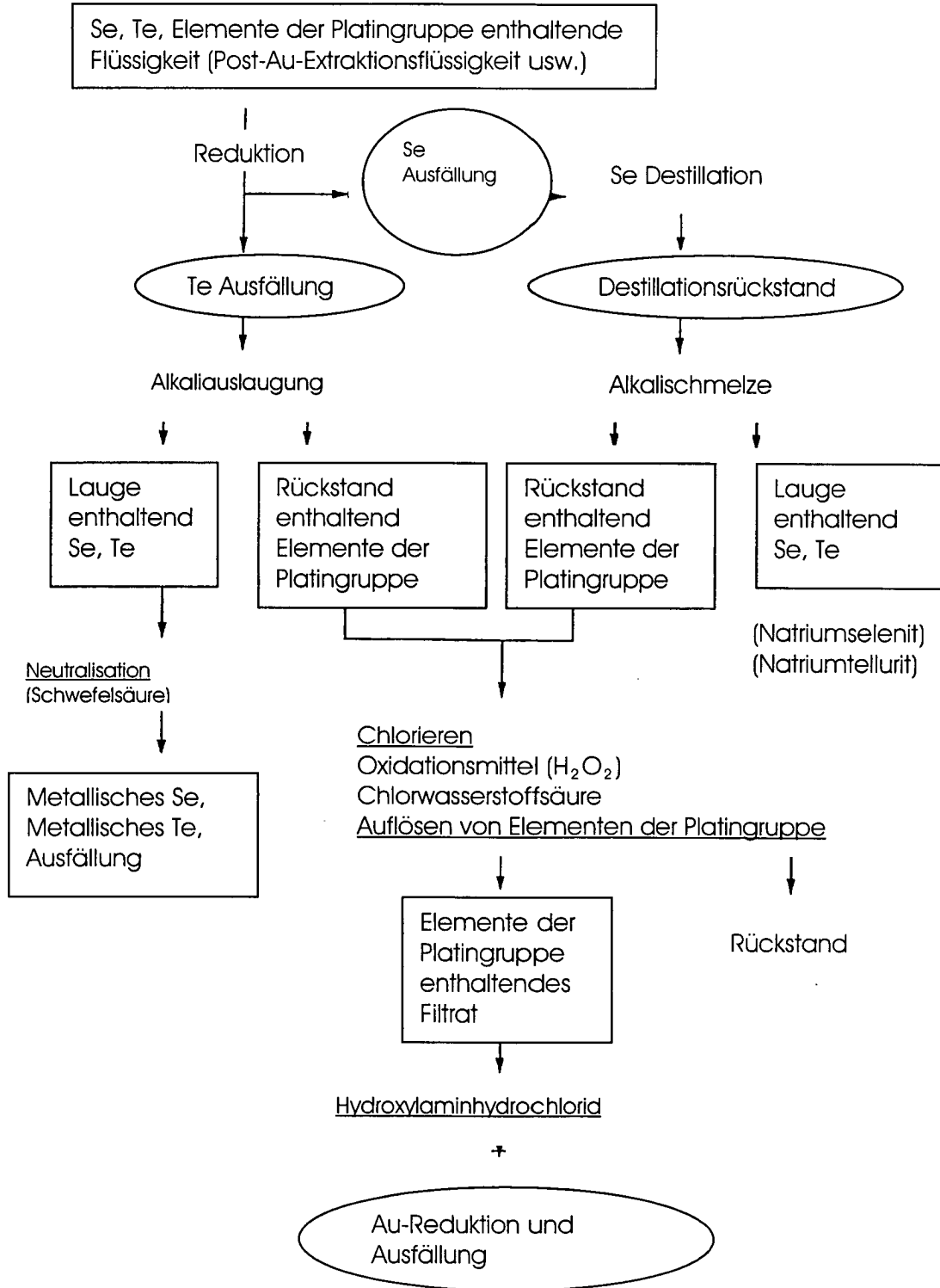


Fig. 8A

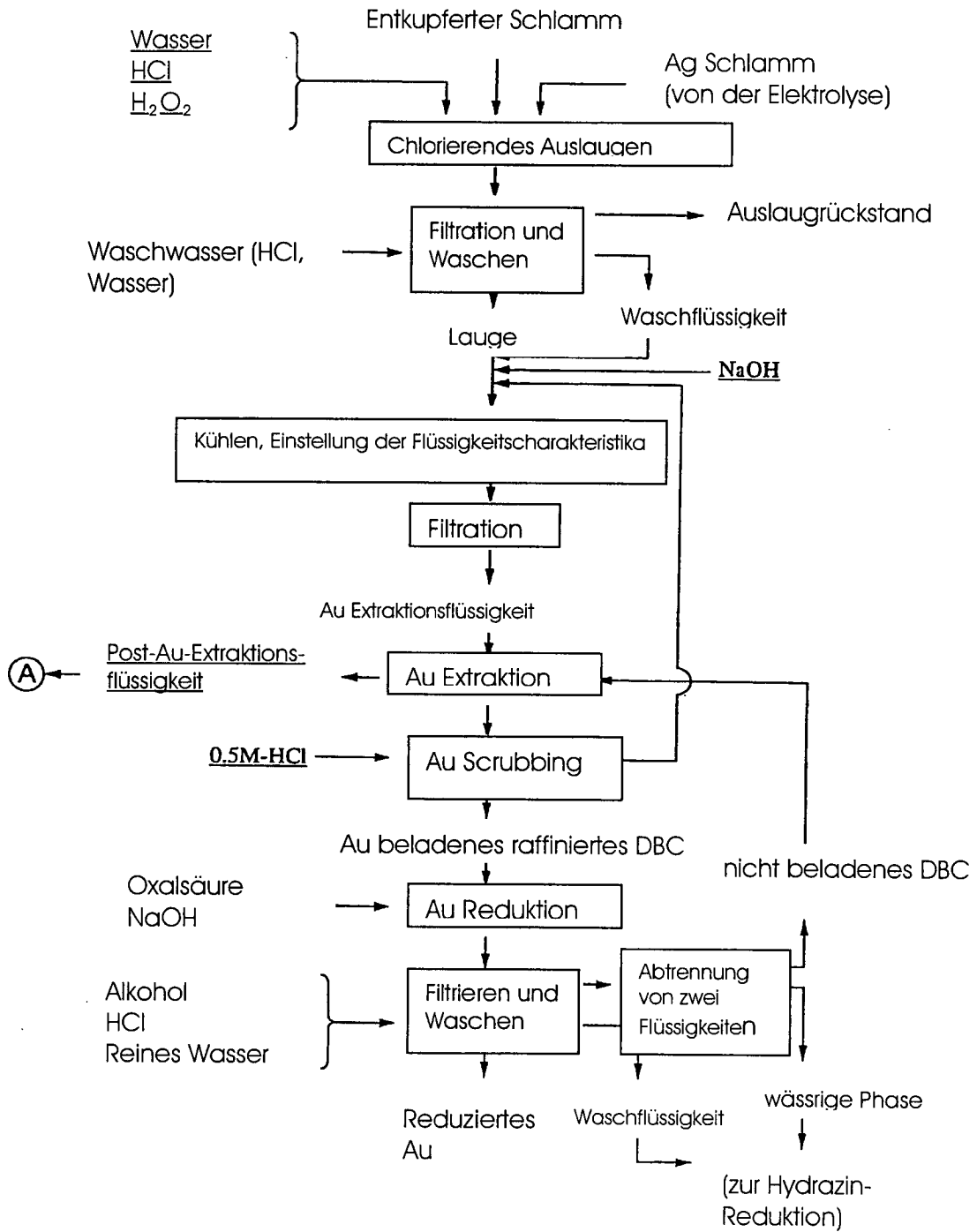


Fig. 8B

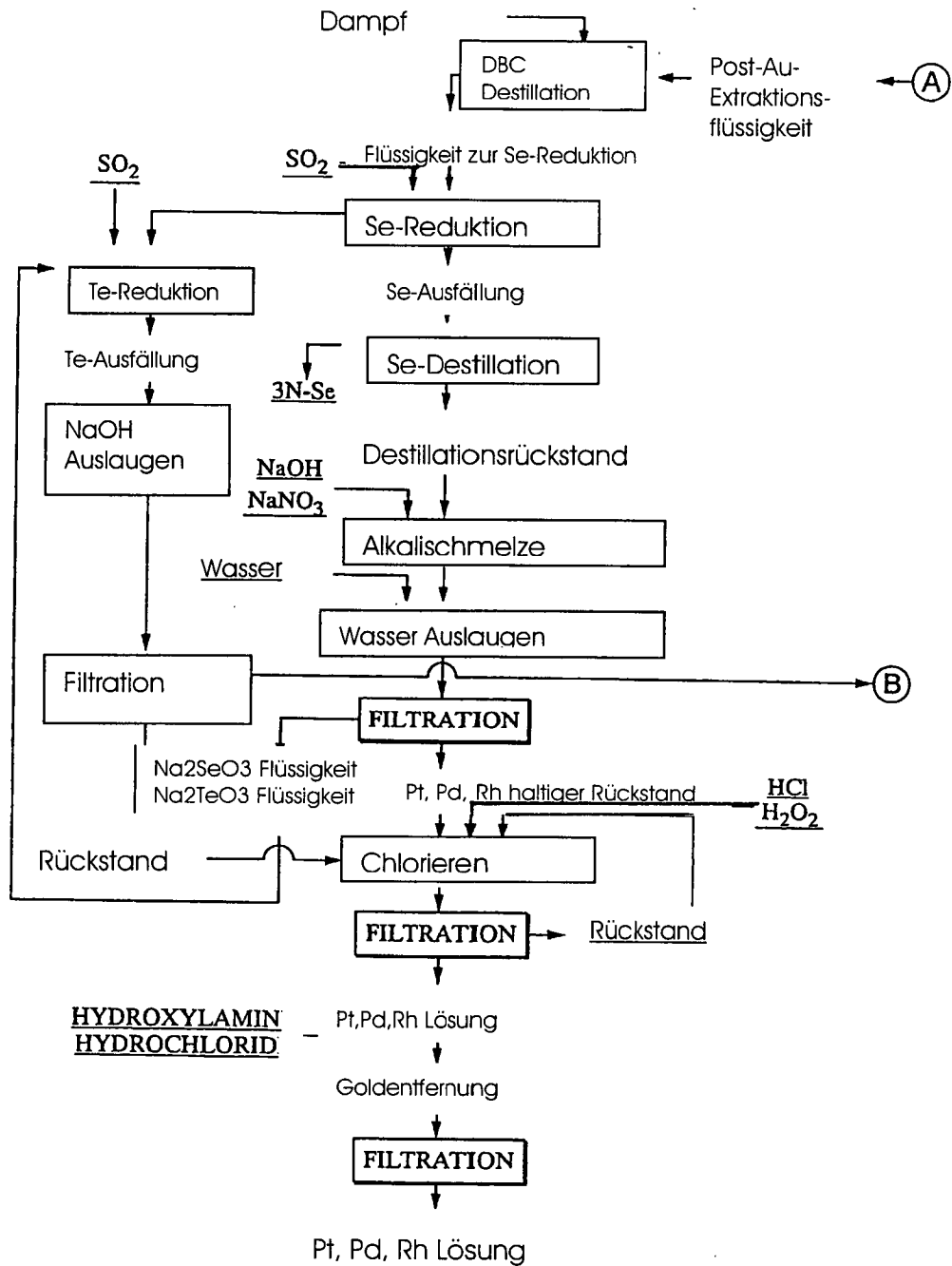


Fig. 8C

