

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2006 008 898 B4** 2016.01.07

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 008 898.0**

(22) Anmeldetag: **27.02.2006**

(43) Offenlegungstag: **30.08.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **07.01.2016**

(51) Int Cl.: **D21C 5/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Schoeller Technocell GmbH & Co. KG, 49086
Osnabrück, DE; Weller, Franz, 73432 Aalen, DE**

(74) Vertreter:

**COHAUSZ & FLORACK Patent- und
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB,
40211 Düsseldorf, DE**

(72) Erfinder:

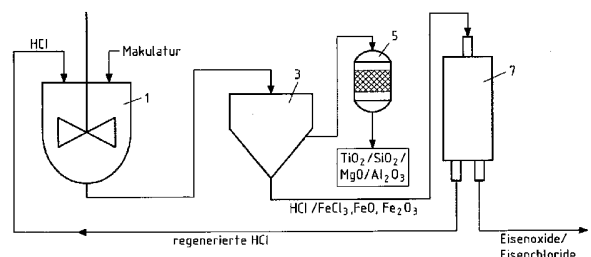
**Haggenmüller, Georg, 87647 Unterthingau, DE;
Schieß, Sonja, 87439 Kempten, DE; Weller, Franz,
73432 Aalen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2005 039 598 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Rückgewinnung von Titandioxid aus Eisen enthaltender Makulatur der Dekorpapierherstellung nach der Blattbildung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Rückgewinnung von Titandioxid aus Eisen enthaltender Makulatur der Dekorpapierherstellung nach der Blattbildung, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Imprägnierharz enthaltende Makulatur mit einer starken Base kocht und anschließend eine Extraktion der Makulatur mit einer wässrigen nichtoxidierenden Mineralsäure durchführt und den nach Abtrennung der flüssigen Extraktionsmittelpfase erhaltenen organischen Rückstand pyrolytisch zu CO_2 oxidiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Titandioxid aus der bei der Dekorrohpapier- und Dekorpapierherstellung anfallenden Makulatur.

[0002] Der Begriff Makulatur steht in dieser Erfindung für solche Reste aus der Dekorrohpapier- und Dekorpapierherstellung, die nach der Blattbildung anfallen.

[0003] Titandioxid ist ein wichtiges Additiv bei der Papierherstellung, das zur Opazifizierung von Papieren eingesetzt wird. Der Anteil an Titandioxid in Dekorrohpapieren ist besonders hoch und kann zwischen 15 und 55%, bezogen auf das Flächengewicht des Dekorrohpapers, betragen. In Rohpapieren, die zu Fotobasispapieren weiterverarbeitet werden sollen, kann der Anteil an Titandioxid 5 bis 10 Gew.%, bezogen auf das Flächengewicht des Rohpapers, betragen.

[0004] Bei der Dekorrohpapierherstellung sind zur Einfärbung des Blatts neben dem Titandioxid weitere Pigmente, beispielsweise Eisenoxidpigmente, in der Blattbildung eingesetzten Stoffsuspension enthalten. Für den Markt werden Dekorrohpagiere in einer Vielzahl unterschiedlicher Färbungen eingesetzt. Diese Färbungen werden durch die zuvor genannten unterschiedlichen Eisenoxide erzeugt, die in den Farben rot bis purpurviolett, orangegelb bis braun und schwarz vorliegen. Durch Mischungen dieser Oxide können unterschiedliche Farbtöne in den Dekorrohpapieren erzeugt werden. Damit jede Dekorrohpapiercharge exakt den vom Kunden gewünschten Farbton besitzt, können nach der Blattbildung anfallende Produktionsreste aus einer Produktionscharge nicht in eine andere Charge rezykliert werden, sofern unterschiedliche Farbtöne in den Produkten beider Chargen gewünscht sind.

[0005] Im NTIS-Report (1988, LIR/MS-1988/310 de. (US 1989, 89 (12), Abstr. No. 932 970) wird eine Flotationseinrichtung beschrieben, die mit Hilfe kationischer Flotationstenseide Titandioxid aus Papierschlämmen abtrennt. Die hier eingesetzten Papierschlämme enthielten aber keine Farbpigmente.

[0006] Die DE 2 256 581 A1 beschreibt ein Verfahren zur Rückgewinnung von anorganischen Füllstoffmaterialien aus dem aus der Siebpartie abströmenden sogenannten weißen Wasser erhaltenen Schlamm. Zu diesem Zweck wird der Abfallschlamm mit einem Sauerstoff enthaltenden Gas bei einer Temperatur zwischen 160 und 375°C und einem derartigen Druck, dass die Hauptwassermenge der Aufschlammung in flüssiger Phase verbleibt, erwärmt und die feste Phase abgetrennt. Auch bei diesem Verfahren sind in dem Abfallschlamm keine Farbpigmente, insbesondere keine Eisenoxidpigmente, enthalten.

[0007] Obwohl Dekorrohpagiere seit vielen Jahren unter Zusatz einer Reihe anorganischer Eisenoxide zum Papierrohstoff hergestellt werden, um verschiedene Brauntöne des Produkts zu realisieren, ist für solche Verfahren bisher keine Rückgewinnung des Titandioxids beschrieben worden. Die hier als Farbpigmente eingesetzten Eisenoxide lassen sich bei der Wiederaufbereitung oder Rückführung in den Produktionsprozess nicht zusammen mit den organischen Stoffen wie Cellulose oxidativ von Titandioxid abtrennen, denn dabei bildet sich das sehr schwer lösliche $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (Hämatit). Das rezyklierte Produkt bleibt braun gefärbt.

[0008] Die DE 10 2005 039 598 A1 beschreibt ein Verfahren zur Wiedergewinnung von Titandioxid aus mit Eisenoxid eingefärbten Dekorrohpapieren.

[0009] Insbesondere ist es nicht bekannt, imprägnierte oder bedruckte und imprägnierte Dekorrohpagiere zu rezyklisieren.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, aus nach der Blattbildung in der Papiermaschine anfallenden mit Tränkharz imprägnierten Resten Titandioxid, welches gemeinsam mit Eisenpigmenten vorliegt, derart rückzugewinnen, dass es für die weitere Dekorrohpapierherstellung und andere Einsatzzwecke wieder verwendbar ist.

[0011] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 zur Rückgewinnung von Titandioxid aus der Makulatur der Dekorpapierherstellung nach der Blattbildung, in dem man eine Imprägnierharz enthaltende Makulatur mit einer starken Base kocht und anschließend eine Extraktion der Makulatur mit einer wässrigen nicht oxidierenden Mineralsäure durchführt und den nach Abtrennung der flüssigen Phase erhaltenen organischen Rückstand durch Pyrolyse zu Kohlendioxid oxidiert. Dabei fällt ein weißer Rückstand an, der als Hauptbestandteil Titandioxid enthält.

[0012] Erfindungsgemäß wird also ein saurer Aufschluss der Titandioxid und Eisenoxid enthaltenden Makulatur vorgenommen, wobei Eisenoxid als Eisenchlorid aus dem organischen Material herausgelöst wird. Nach Abtrennen der flüssigen Phase wird der feste Rückstand geglüht, wodurch das organische Material pyrolysiert wird und Titandioxid anfällt.

[0013] Bevorzugte starke Basen sind Alkalimetallbasen. Vorzugsweise wird Natriumhydroxid eingesetzt. Die Konzentration der starken Base in der Behandlungsflüssigkeit kann 10 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 12 bis 20 Gew.-%, betragen. Die Behandlung mit einer starken Base ist eine thermische Behandlung. Sie kann bei einer Temperatur von 70 bis 100°C, vorzugsweise beim Kochen der Behandlungsflüssigkeit vorgenommen werden. Je nach Konzentration der starken Base und Behandlungstemperatur kann die Behandlung 0,5 bis 1,5 Stunden dauern.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht das Abtrennen von Eisenoxid, da die als Farbpigmente zugesetzten Eisenoxide nicht das schwer lösliche Hämatit bilden, sondern als Eisenchloride extrahierbar sind und extrahiert werden. Es ist bekannt, dass Eisenoxide bescheidene Löslichkeiten gegenüber Säuren aufweisen. Umso überraschender wurde festgestellt, dass trotz dieser mäßigen Löslichkeiten etwa 85% des Eisens, bezogen auf die eingesetzte Makulatur, durch das erfindungsgemäße Verfahren entfernt werden können, wenn Fe_3O_4 in der Makulatur enthalten ist. Ist kein Fe_3O_4 enthalten, kann sämtliches Eisen aus der Makulatur zu Eisenchlorid umgesetzt und abgetrennt werden. Bereits durch eine einmalige Extraktion mit Salzsäure wird ein akzeptables, d. h. für die Rezyklisierung geeignetes Produkt erhalten.

[0015] Fig. 1 zeigt schematisch und beispielhaft die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie enthält zusätzlich die Abbildung eines Kreislaufs zur Rezyklisierung der Salzsäure.

[0016] Die erfindungsgemäß als Ausgangsmaterial eingesetzte Makulatur umfasst nach der Blattbildung anfallende Reststoffe. Diese enthalten eine Eisenverbindung und sind mit einem für die Herstellung von Dekorpapieren üblichen Imprägnierharz imprägniert. Diese Reststoffe können bedruckt sein. Die Reststoffe enthalten in jedem Fall Titandioxid und eine Eisenverbindung.

[0017] Je nach herzustellendem Dekorrohpapier und, bezogen auf den Feststoff, kann der Anteil an Titandioxid 15 Gew.-% und mehr, beispielsweise 20 bis 50 Gew.-% Titandioxid, der Anteil an Eisenoxid 1 bis 3 Gew.-% und der Anteil an Zellstoff beispielsweise 70 Gew.-% betragen.

[0018] Die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt anschließend am Beispiel eines Dekorrohpapers. In gleicher Weise können andere Titandioxid, Eisen und Zellstoff enthaltende Reststoffe aufgearbeitet werden.

[0019] Erfindungsgemäß eingesetztes Extraktionsmittel ist eine wässrige nichtoxidierende Mineralsäure. Vorzugsweise wird Salzsäure eingesetzt. Die Konzentration der Salzsäure im Extraktionsmittel kann 15 bis 32%, vorzugsweise 20 bis 32%, betragen. Die Extraktion der Eisenoxide als Eisenchloride aus der Makulatur kann bei einer Temperatur von 40°C, 60°C oder 80°C bis vorzugsweise bei in etwa der Siedetemperatur des eingesetzten Extraktionsmittels, vorgenommen werden. Geringere Temperaturen als 40°C sind denkbar, dadurch kann sich die Extraktionsdauer aber erhöhen. Als besonders bevorzugt hat sich das Kochen unter Rückfluss erwiesen. Die Extraktion erfolgt vorzugsweise bei Atmosphärendruck, kann aber auch bei höherem Druck als dem Atmosphärendruck erfolgen.

[0020] Das Verhältnis Ausgangsmaterial zu Extraktionsmittel kann variieren. Es soll so gewählt sein, dass Eisenoxide entfernt werden und nach der Pyrolyse ein im Wesentlichen weißes Produkt vorliegt. In der Regel wird die 5 bis 25fache Menge an Mineralsäure, insbesondere Salzsäure, bezogen auf die Masse des Ausgangsmaterials eingesetzt. Bei höheren Salzsäurekonzentrationen kann die Mineralsäuremenge geringer sein als bei geringeren Säurekonzentrationen.

[0021] Bei der Säureextraktion werden die verschiedenen Eisenoxide als Eisenchloride abgetrennt. Bei den Eisenoxiden kann es sich um α - und δ - Fe_2O_3 , α - und δ - FeOOH und Fe_3O_4 handeln. Bei der Behandlung dieser Eisenoxide mit Salzsäure werden diese in Eisenchloride überführt und liegen im Extraktionsmittel in Form gelöster Salze vor. Die Extraktion kann beispielsweise 30 bis 60 Minuten lang erfolgen. Die Extraktionstemperatur kann dabei 75 bis 100°C betragen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch geringe Mengen unlöslicher Eisenverbindungen dennoch eine schwache Restbraunfärbung verbleibt.

[0022] Das Extraktionsmittel kann durch bekannte Trennverfahren von dem restlichen Ausgangsmaterial abgetrennt werden. Solche Trennverfahren umfassen Filtrationsverfahren, Sedimentation und Zentrifugieren. Vorzugsweise kann die Flüssigkeit unter Einsatz eines aschefreien, säurebeständigen Filtermaterials, beispielsweise Filterpapiers, abgenutzt werden. Der Rückstand kann gewaschen und anschließend in die zweite Aufbereitungsstufe überführt werden.

[0023] In der zweiten Aufbereitungsstufe findet eine Pyrolyse des organischen Materials statt. Die Pyrolyse oder Oxidation des Rückstands nach der Extraktion erfolgt in einem Ofen oder in einem beheizbaren Reaktor bei einer Temperatur, bei der alle cellulosehaltigen Reststoffe vollständig rußfrei verbrannt, d. h. zu Kohlendioxid oxidiert werden. Man erhält dann ein rein weißes Produkt mit einem Titandioxidgehalt von mehr als 50% und einem Resteisengehalt von < 0,25%. Die weiteren Bestandteile des Pyrolyseprodukts sind abhängig von den dem Papierrohstoff zugesetzten Additiven und mineralischen Bestandteilen des Zellstoffs. Weitere Bestandteile können beispielsweise SiO₂, MgO und Al₂O₃ sein.

[0024] Die Temperatur, bei der die Oxidations- oder Pyrolysebehandlung durchgeführt wird, beträgt vorzugsweise 500 bis 600°C. Auch höhere Temperaturen sind denkbar, es kann dann aber zu nachteiligen Festphasenreaktionen kommen. Temperaturen von mindestens 500°C erscheinen erforderlich, um Ruß zu oxidieren. Rußrückstände führen zu einer unerwünschten Graufärbung des gebrannten Produkts. Das erhaltene Titandioxid kann für die verschiedensten Einsatzbereiche, insbesondere auch die Papierherstellung, wieder verwendet werden.

[0025] Das bei der Fest/Flüssig-Trennung nach der Extraktionsbehandlung anfallende Eisenchlorid und Salzsäure enthaltende Extraktionsmittel kann einer HCL-Regenerierungsstufe zugeleitet werden. Die HCl-Aufbereitung kann durch dem Fachmann bekannte Verfahren erfolgen. Solche Verfahren umfassen die Membranfiltration, eine Behandlung mit einem Kationenaustauscher, eine Vakuumverdampfung, Auskristallisation bei 0 bis 20°C, Oxidation des Eisenchlorids mit Sauerstoff oder thermische Zersetzung und HCl-Absorption. Diese Verfahren sind bekannt. Die regenerierte Salzsäure kann der Extraktion der Makulatur erneut zugeführt werden.

[0026] So können beispielsweise Salzsäure und Eisenoxid aus dem Extraktionsmittel durch das Verfahren der DE 2 013 667 A gewonnen werden, indem man in das verbrauchte Extraktionsmittel Verbrennungsgase einführt, die mit dem Extraktionsmittel unter Bildung hydratisierter Kristalle reagieren, wobei das Extraktionsmittel zu Eisenoxidagglomeraten und Chlorwasserstoffgas zersetzt wird, das Eisenoxid entfernt und die gasförmigen Produkte verflüssigt werden. In diesem Verfahren findet die folgende Reaktion statt: $2\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{HCl}$. Durch die Hitze wird das freie Wasser verdampft, und es bilden sich hydratisierte Kristalle auf den Teilchen eines Feststoffbetts, durch welches die Verbrennungsgase geleitet und auf das die Extraktionsflüssigkeit aufgebracht wird. Durch diese Kristallisation findet eine Zersetzung zu Eisenoxid und HCl-Gas statt.

[0027] Ein weiteres geeignetes Verfahren zur Rückgewinnung von Salzsäure und Eisenoxid durch Verdampfen der Säure und Eisenchlorid enthaltenden Flüssigkeit und pyrolytische Spaltung in Säure und Eisenoxid ist in der DE 100 06 990 A1 beschrieben. Dazu kann das Extraktionsmittel über einen zentralen Düsenstock in den Reaktor eingesprüht und in der Brennerzone des Reaktors das gebildete Oxid bei einer Temperatur von 550 bis 800°C geröstet werden. Die Abgase einer Temperatur von 110 bis 400°C, die auch die dampfförmigen Säuren enthalten, werden mit Regenerat in einer ersten Strahlwäscherstufe aus Strahlwäscher und Regeneratpumpe abgekühlt und Staub und Säuredämpfe größtenteils ausgewaschen. Ein Teilstrom des Regenerats wird in einen Sammelbehälter für das Ausgangsmaterial als Extraktionsmittel geführt. Die Abgase aus dem Strahlwäscher werden einer adiabatischen Absorptionskolonne zugeführt und die verbliebenen Säuren weitgehend absorbiert. Die Säurekonzentration wird mittels Pumpe und Regelventil für den Kreislauf der Absorptionsflüssigkeit eingestellt. Das Abgas wird in einem zweiten Strahlwäscherkreislauf weiter gereinigt. Eine letzte Reinigung kann in der Abgasleitung erfolgen.

[0028] Die Pyrolyse kann in Muffelöfen, Rostöfen, Wanderrostöfen oder Drehöfen erfolgen. Andere Öfen, die Temperaturen von 500 bis 600°C ermöglichen, können ebenfalls geeignet sein.

[0029] Unter Bezugnahme auf die beispielhafte Darstellung einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Fig. 1 wird dieses Verfahren noch einmal erläutert. Die Extraktion der Makulatur kann in einem beheizbaren mit einem Rührer, Einlassmitteln für die Makulatur und das Extraktionsmittel versehenen Reaktor 1 erfolgen. Der Reaktor 1 muss aus einem säurefesten und temperaturbeständigen Material gebildet sein. Er wird vorzugsweise aus Edelstahl oder geeigneten Glassorten bestehen. Dieser wird vorzugsweise mit einem Rückflusskühler ausgestattet sein. Solche Kocher sind bekannt und auf dem Markt erhältlich.

[0030] Nach der Extraktion wird die flüssige Phase vom Feststoffanteil getrennt. Dies erfolgt in einer Fest/Flüssig-Trennvorrichtung **3**. Die Trennung kann durch Filtration erfolgen. Geeignete Filtrationsmethoden sind die Druck- und Saugfiltration. Die flüssige Phase enthält Salzsäure, in Lösung befindliches Eisenchlorid und kann gelöstes FeO und Fe₂O₃ enthalten. Der Feststoffanteil enthält organisches Material wie Zellstoff und im Extraktionsmittel unlösliche anorganische Stoffe. Der Feststoffanteil wird anschließend einer pyrolytischen Behandlung in einem Ofen **5** unterzogen. Dabei werden Titandioxid und gegebenenfalls andere, zuvor dem Papierbrei zugesetzte anorganische Additive erhalten. Die aus der Fest/Flüssig-Trennung erhaltene Flüssigkeit kann einer Salzsäureaufbereitungsstufe **7** zugeführt werden. Als Produkt werden Salzsäure und Eisenoxide sowie je nach gewählter HCL-Aufbereitung auch noch Eisenchloride erhalten.

[0031] Das folgende Beispiel dient der weiteren Erläuterung der Erfindung.

Beispiel

[0032] Als Ausgangsmaterial wurden die Makaturen 1, 2 und 3 eingesetzt. Makatur 1 ist eine Mischprobe aus weißem Dekorrohpapier, braun eingefärbtem Dekorrohpapier und bedrucktem Dekorpapier. Makatur 2 ist ein dunkelbraun eingefärbtes Dekorrohpapier. Makatur 3 ist ein imprägniertes Dekorrohpapier. Diese Makaturen wurden wie nachfolgend dargestellt behandelt.

Makatur 1 (Vergleich):

1,5 g weißes Dekorrohpapier	(70 g/m ²)
1,5 g braunes Dekorrohpapier	(70 g/m ²)
1,5 g bedrucktes Dekorpapier	(190 g/m ²)

[0033] Das oben dargestellte Gemisch wurde mit 150 ml einer wässrigen 15%igen HCl-Lösung vermischt, in einen mit Rührer- und Rückflusskühler versehenen Kolben gegeben, erwärmt und der Inhalt eine Stunde lang bei einer Temperatur von etwa 100°C unter Rückfluss gehalten. Anschließend wurde die im Kolben befindliche Flüssigkeit durch eine Porzellannutsche mit einem Filterpapier MN 640 m (von Machery-Nagel) für mittelfeine Niederschläge abgenutscht und so von den darin suspendierten Feststoffen getrennt. Die Rückstände wurden einmal mit 30 ml demineralisiertem Wasser gewaschen und anschließend in einen Keramiktiegel überführt.

[0034] Anschließend wurde der Tiegel mit dem Rückstand eine Stunde lang in einem Muffelofen bei einer Temperatur von etwa 800°C gehalten. Der Aschegehalt betrug 19,6 Gew.-%.

Makatur 2 (Vergleich):

[0035] 4 g dunkelbraun eingefärbtes Dekorrohpapier wurde in einen mit Rührer- und Rückflusskühler versehenen Kolben gegeben und darin mit 100 ml einer wässrigen 15%igen HCl-Lösung eine Stunde lang unter Rückfluss gehalten. Anschließend wurde wie zuvor beschrieben filtriert, getrocknet und bei 800°C gegläht. Es wurde ein Aschegehalt von 9,2% erhalten.

Makatur 3 (Erfindung):

[0036] 1,7 g bedrucktes Vorimprägnat wurde in einem mit Rührer- und Rückflusskühler versehenen Kolben gegeben und mit 30 ml einer 15%igen NaOH-Lösung eine Stunde lang unter Rückfluss gehalten. Anschließend wurde der Kolbeninhalt mit einem Ultraturax T25 eine Minute lang bei einer Lehlaufrdrehzahl/(Min⁻¹) von 9500 behandelt und anschließend bis zum Erreichen eines neutralen pH-Werts mit demineralisiertem Wasser gewaschen. Anschließend wurden 50 ml einer wässrigen 15%igen HCl-Lösung zugesetzt und der Inhalt des Kolbens eine Stunde lang unter Rückfluss gehalten. Es wurde filtriert und der Rückstand bis zum Erreichen eines neutralen pH-Werts mit demineralisiertem Wasser gewaschen, anschließend wie zuvor beschrieben getrocknet und bei 800°C gegläht. Es wurde ein Aschegehalt von 13,2 Gew.-% erhalten.

[0037] Die Behandlungsprodukte der Makaturen 1 und 2 wurden einer Elementaranalyse durch Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA) unterzogen. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Muster	TiO ₂ (%)	Clay (%)	Talkum (%)	Fe _x O _y (%)	Bemerkungen
Makulatur 1	75	18,5	4	2,5	
Makulatur 1 aufgeschlossenen	85	10	3	< 0,1	ca. 2% Silica (z. B. Zeolex, Kieselgur)
Makulatur 2 aufgeschlossenen	47	30	13	< 0,1	ca. 10% Silica (z. B. Zeolex, Kieselgur)

[0038] Die zuvor in der Tabelle dargestellten Ergebnisse zu den behandelten Proben zeigen beim Vergleich der Makaturen 1 (nach Glühen von Makulatur 1) und 1 aufgeschlossen, dass der Anteil an Eisenoxiden deutlich verringert worden ist. Dasselbe gilt für die Makulatur 2. Diese zeigt nach der Behandlung denselben geringen Wert für Eisenoxid.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Titandioxid aus Eisen enthaltender Makulatur der Dekorpapierherstellung nach der Blattbildung, **dadurch gekennzeichnet**, dass man eine Imprägnierharz enthaltende Makulatur mit einer starken Base kocht und anschließend eine Extraktion der Makulatur mit einer wässrigen nichtoxidierenden Mineralsäure durchführt und den nach Abtrennung der flüssigen Extraktionsmittelpphase erhaltenen organischen Rückstand pyrolytisch zu CO₂ oxidiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die Extraktion mit der nichtoxidierenden Mineralsäure bei einer Temperatur von mehr als 50°C, insbesondere mehr als 75°C, durchführt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die Extraktion mit der nichtoxidierenden Mineralsäure bei etwa der Siedetemperatur des Extraktionsmittels durchführt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass man als nichtoxidierende Mineralsäure Salzsäure einsetzt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass man eine mindestens 15%ige Salzsäure einsetzt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die Oxidation des organischen Rückstands der Makulatur bei einer Temperatur von 500°C bis 850°C durchführt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass man das Mineralsäure enthaltende Extraktionsmittel nach dem Abtrennen von dem Rückstand der Extraktion einer Mineralsäure-Aufbereitungsstufe zuführt und die regenerierte Mineralsäure wieder der Extraktionsstufe zuführt.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

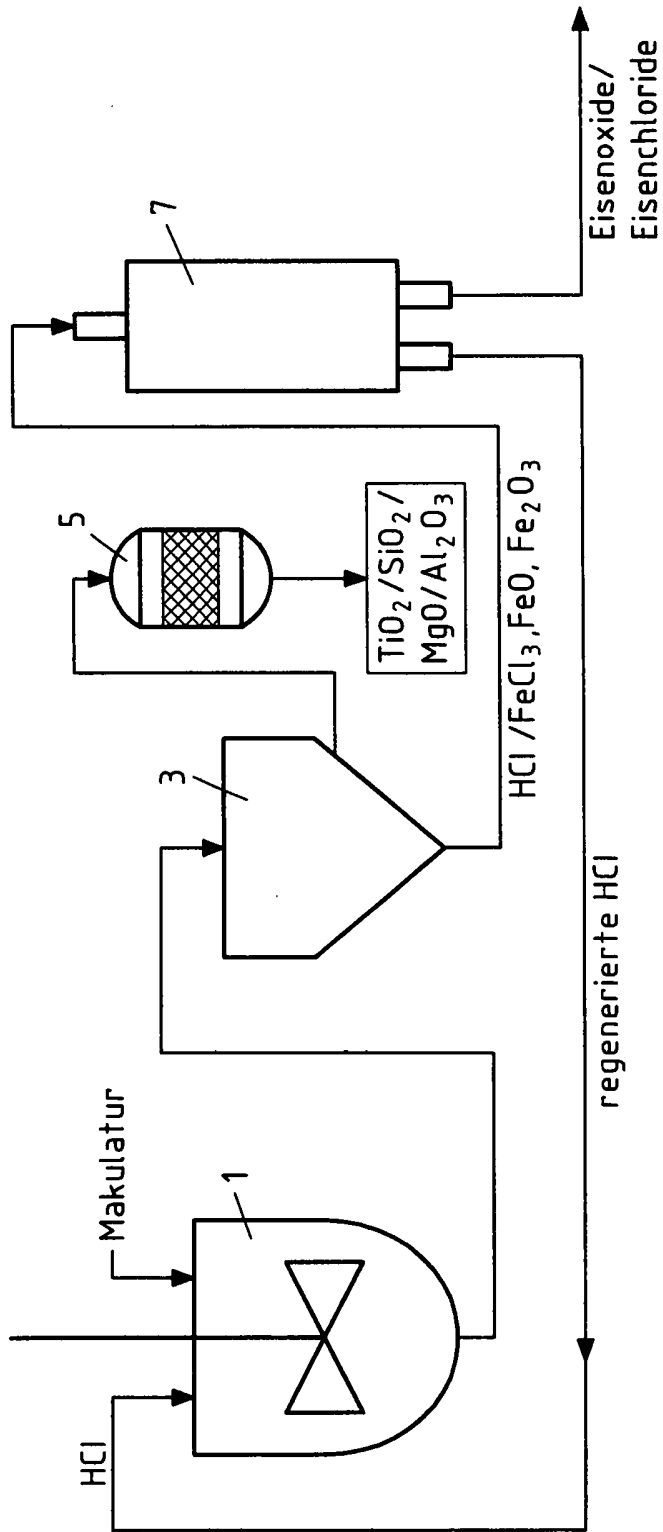


Fig.1