



(10) **DE 10 2012 204 203 B4** 2014.03.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 204 203.2**
(22) Anmeldetag: **16.03.2012**
(43) Offenlegungstag: **20.09.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.03.2014**

(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).

(66) Innere Priorität:
10 2011 005 668.8 16.03.2011

(73) Patentinhaber:
Technische Universität Dresden, 01069, Dresden, DE

(74) Vertreter:
Kailuweit, Frank, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 01187, Dresden, DE

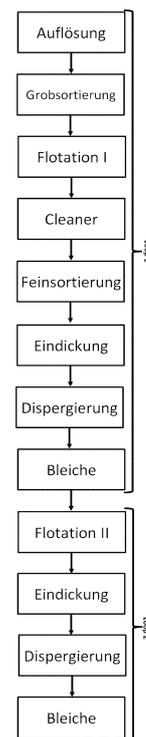
(72) Erfinder:
Handke, Toni, 01097, Dresden, DE; Großmann, Harald, Prof. Dr., 82343, Pöcking, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	692 20 844	T2
US	4 076 578	A
US	5 340 439	A
WO	96/ 36 764	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Recycling von Altpapier**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Recycling von Altpapier, insbesondere zur Druckfarbenentfernung, bei dem durch die Zugabe einer Vielzahl von Partikeln zu einer Altpapiersuspension sowie deren anschließende Dispergierung Druckfarben-, Schmutz- und/oder Mineralölteilchen von den Altpapierfasern gelöst, zerkleinert und an die Oberfläche der Partikel adsorbiert werden. Durch die Verwendung von Suspensionen mit Altpapieranteil bis zu 40 Gew.-% ist das Verfahren wasser- und energiesparend und vereint darüber hinaus der Wirkung nach die aus dem Altpapierrecycling bekannten Prozessschritte der Flotation, der Dispergierung sowie, bei Zugabe geeigneter Chemikalien, der Bleiche.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Recycling von Altpapier, insbesondere von Zeitungen, Zeitschriften und Verpackungen, bei dem durch die Zugabe einer Vielzahl von Partikeln zu einer Altpapiersuspension, Druckfarben- und/oder Mineralölteilchen von den Altpapierfasern gelöst, zerkleinert und an die Oberfläche der Partikel gebunden werden.

[0002] Recyclingverfahren für Altpapier sind, insbesondere wegen dessen großer Bedeutung als Rohstoff für die Papierherstellung, Gegenstand stetiger Weiterentwicklung und Verbesserung. Demzufolge ist heute eine Vielzahl von Verfahren zur Wiederaufbereitung von Altpapier bekannt. Allen Verfahren zum Recycling von Altpapier, insofern dessen späterer Weiterverarbeitung zu hellen Papieren bezweckt wird, ist dabei der Prozessschritt der Druckfarbentfernung, das so genannte „Deinking“, gemein. Das Entfernen der Druckfarbenteilchen dient dabei in erster Linie der Verbesserung der optischen Eigenschaften des Altpapiers und ermöglicht erst die Herstellung recycelten Papiers mit ausreichenden Weißgraden.

[0003] Es haben sich im Wesentlichen zwei verschiedene Verfahren, nämlich die Wäsche und die Flotation, zur Druckfarbentfernung durchgesetzt. In Deutschland findet aber insbesondere die Flotation als „Deinking“ Verfahren Verwendung.

[0004] Ein Verfahren zum Altpapierrecycling nach dem Stand der Technik, in dem in mindestens einem Prozessschritt Flotation zur Druckfarbentfernung genutzt wird, kann wie folgt skizziert werden (siehe Fig. 1):

In einem ersten Prozessschritt wird das vorsortierte Altpapier durch die Zugabe von Wasser eingeweicht. Dies führt zum Aufbrechen von Wasserstoffbrückenbindungen und damit zu einer Zerlegung des Altpapiers in Einzelfasern. Das Altpapier liegt daraufhin in Form einer wässrigen und pumpbaren Altpapiersuspension vor.

[0005] In einem zweiten Prozessschritt erfolgt eine Grobsortierung der Altpapiersuspension, meist durch Siebung der Suspension durch ein oder mehrere Siebapparate. Dabei sollen vor allem große Partikel wie Folien, Drähte und Aufkleber entfernt werden, um deren Zerkleinerung in Mikropartikel, die in späteren Prozessschritten nur schwer entfernbar wären, zu vermeiden.

[0006] Anschließend wird ein erster Flotationsschritt zur Druckfarbentfernung durchgeführt. Dazu muss die Altpapiersuspension stark verdünnt werden, da die Austragung von Druckfarbepartikeln im Flotationsverfahren nur bei sehr geringen Altpapieranteilen von ca. 1 Gew.-% möglich ist. Durch Zugabe geeigneter Chemikalien zur Altpapiersuspension werden

die Druckfarbenteilchen von den Fasern abgetrennt und teilweise agglomeriert. Wird zusätzlich ein Gas in die Altpapiersuspension eingeleitet, lagern sich die hydrophoben Druckfarbenteilchen an die Oberfläche der Gasbläschen an und werden mit diesen aus der Altpapiersuspension ausgetragen.

[0007] Aufgrund der für das Flotationsverfahren notwendigen geringen Anteile von ca. 1 Gew.-% Altpapier, wird für diesen Prozessschritt eine sehr große Menge an Verdünnungswasser benötigt. Dadurch ist die Flotation im Altpapierrecycling der Prozess mit dem höchsten Wasserverbrauch. Da diese Wassermengen vor und während der Flotation bewegt, sowie zu- und abgepumpt werden müssen, ist damit zudem ein hoher Energieverbrauch verbunden.

[0008] Der Flotation schließen sich weitere Sortier- und Reinigungsschritte an, auf die ein Eindicken der Altpapiersuspension erfolgt. Dies wird durch eine Trennung von fester und flüssiger Phase der Suspension mittels Siebverfahren erreicht, wodurch der Altpapieranteil der Suspension auf etwa 30 Gew.-% erhöht wird.

[0009] Im Dispergierschritt des Recyclingverfahrens wird die eingedickte Altpapiersuspension anschließend kräftig durchmischt, wobei eine starke Faser-Faser-Reibung auftritt. Dadurch werden noch an den Fasern befindliche Druckfarbenteilchen von diesen getrennt, fein zermahlen und homogen in der Altpapiersuspension verteilt. Dadurch nimmt der Weißgrad der Altpapiersuspension zwar insgesamt ab, die verbleibenden Druckfarben sind aber gleichmäßig in der Suspension verteilt und somit weniger augenscheinlich.

[0010] Die dispergierte Altpapiersuspension wird anschließend unter Verwendung geeigneter Chemikalien gebleicht. Daraufhin werden die oben beschriebenen Prozesse, insbesondere der Flotationsschritt, die Dispergierung und die Bleiche gegebenenfalls wiederholt, bis die Altpapiersuspension die gewünschte Güte bzw. den gewünschten Weißgrad erreicht hat und zu hellem Papier verarbeitet werden kann.

[0011] In Altpapier-Recyclingverfahren nach dem Stand der Technik sind der Flotations- und der Dispergierschritt entscheidend für die spätere Qualität des hergestellten Papiers. Da die beiden Prozesse bei sehr unterschiedlichen Verdünnungen erfolgen, ist im Verlauf des Recyclings das wiederholte Suspendieren und Eindicken der Altpapiersuspension notwendig. Dabei müssen so große Wassermengen bewegt werden, dass die dafür aufgewendete Energie den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf von Verfahren zum Altpapierrecycling darstellt.

[0012] Zudem ist, aufgrund der hohen Verdünnung im Flotationsprozess, der Einsatz großer Mengen ge-

eigneter Chemikalien zur Erzeugung wirksamer Konzentrationen nötig.

[0013] Der wiederholte Wechsel zwischen hohen und niedrigen Altpapieranteilen im Zuge der derzeitigen Recyclingverfahren führt zudem zu einem allenfalls semi-kontinuierlichen Verfahrensablauf. Vor allem das Zu- und Abpumpen der zur Suspendierung erforderlichen Wassermengen ist sehr zeitaufwendig. Darüber hinaus führt der unterschiedliche Altpapieranteil der Suspension bei Flotation und Dispergierung zu großen konstruktiven Unterschieden bei den zur Durchführung dieser Prozesse verwendeten Maschinen. Eine Kombination dieser Teilschritte ist, aufbauend auf den derzeitigen Verfahren, daher nicht oder nur schwer zu realisieren.

[0014] Ein solches, wie oben skizziertes Verfahren zur Entfernung von Druckfarben ist aus der US 4,076,578 A bekannt. Nach dieser Schrift weisen derartige Verfahren in der Regel die Schritte a) Loslösen der Druckfarbe von den Fasern und b) Separation der Druckfarbe und der Fasern auf. Mit dem in der Druckschrift offenbarten Verfahren soll dabei die Aufgabe gelöst werden, den Prozessschritt b) durch den Einsatz von Druckfarbe-bindenden Festkörpern bzw. Partikeln zu optimieren. Diese Partikel werden einem wässrigen Faserbrei zugegeben, der zuvor in einem ersten Prozessschritt mit Deinking-Chemikalien bei niedriger Feststoffkonzentration behandelt wurde und werden mit diesem innig vermischt. Dabei kommen Partikel mit Durchmesser im Bereich von 0,1 mm bis 4 mm zum Einsatz. In einem weiteren Verfahrensschritt c) werden die Partikel aus dem Faserbrei entfernt.

[0015] Das chemikaliengestützte Loslösen der Druckfarbe, die Separation der Druckfarbe von den Fasern sowie das Entfernen von Partikeln und Farbe aus dem Faserbrei findet dabei in verschiedenen Prozessschritten und in unterschiedlichen Reaktoren statt, zwischen denen aus apparatetechnischen Gründen jeweils eine Anpassung der Stoffdichte erforderlich ist. Diese beträgt im Schritt a) bis zu 7%, zwischen 0,5% und 4% im Prozessschritt b) und bis zu 2% im Prozessschritt c). Somit ist auch in diesem Verfahren, gerade bei dessen wiederholter Anwendung zur Erzielung eines hohen Weißgradgewinnes, ein zyklisches Verdünnen und Verdicken der Faserstoffsuspension und somit eine hohe Pumpleistung, ein hoher Prozesszeitaufwand und ein hoher Wassereinsatz notwendig. Aufgrund des Einsatzes von Chemikalien zum Loslösen der Farbe von den Fasern ist das anfallende Brauchwasser stark verschmutzt und muss aufwendig gereinigt werden. Die oben genannten Nachteile des Standes der Technik werden somit durch das in der US 4,076,578 A offenbarte Verfahren nicht überwunden. Ein weiterer Nachteil derzeitiger Recyclingverfahren für zu deinkendes Altpapier besteht darin, dass die Prozesse überwie-

gend auf die Entfernung von Druckfarben ausgelegt sind. Bei der Herstellung von bedruckten Papieren oder Kartonagen, speziell bei der Herstellung von bedruckten Lebensmittelverpackungen, kommt es aber auch zur Anreicherung des Papiers bzw. Kartons mit potentiell klebenden sowie mit potentiell gesundheitsgefährdenden Stoffen, insbesondere Mineralölen. Da diese Stoffe im Zuge herkömmlicher Altpapier-Recyclingverfahren nicht entfernt werden, können sie sich mit der Zeit in Papierwerkstoffen akkumulieren.

[0016] In der EP 0 512 212 B1 sowie der DE 692 20 844 T2 werden ein Verfahren zur Druckfarbenentfernung beschrieben, bei dem Partikel eines Schichtsilikats vom Smectit-Typ einer Suspension zugegeben werden, um den Austrag von Druckfarben zu unterstützen. Dabei beträgt die Menge der zugegebenen Partikel zwischen 0,05 und 50 Gew.-% der Trockenmasse des Altpapiers. Die Trockenmasse macht dabei nur ca. 1 Gew.-% der Pulpe aus, so dass auch hier nur mit geringen Stoffdichten gearbeitet wird, so dass auch hier ein zyklisches Verdicken zur Dispergierung notwendig ist.

[0017] Aus der US 5,340,439 A ist ein Verfahren zur Druckfarbenentfernung bekannt, mit dem eine verbesserte Agglomeration insbesondere kleiner Druckfarbenteilchen und somit deren verbesserte Abtrennbarkeit vom Fasermaterial erzielt werden sollen. Dazu wird dem Faserbrei nach dem Dispergieren Talk mit einem Anteil von bis zu 2 Gew.-% als Agglomerations-Mittel zugegeben. Der mit einer mittleren Teilchengröße von 3 µm eingesetzte Talk soll dabei die Druckfarbenteilchen an seine Oberfläche binden und aufgrund seiner hohen spezifischen Dichte deren gravimetrische Abtrennbarkeit erleichtern.

[0018] Mit der WO 96/36764 A1 wird ein Verfahren zum Altpapierrecycling mittels Deinking und Druckfarben-Agglomeration offenbart. Dabei wird bedrucktes Papier gemeinsam mit Kunststoff-beschichtetem Papier bei einer Gesamt-Altpapierkonzentration von bis zu 15 Gew.-% dispergiert. Dabei lösen sich sowohl Plastik- als auch Druckfarbenpartikel vom Altpapier ab und bilden in der Pulpe Plastik-Druckfarben-Agglomerate. Diese sollen größer als reine Druckfarben-Agglomerate und dadurch einfacher von den Fasern abtrennbar sein.

[0019] Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein optimiertes Recyclingverfahren für Altpapier mit reduziertem Wasser- und Energieverbrauch vorzuschlagen. Dabei sollen neben Druckfarben- und Schmutzteilchen auch potentiell gesundheitsgefährdende Stoffe, insbesondere Mineralöle, aus dem Altpapier entfernt werden.

[0020] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale des Hauptanspruchs. Vorzugs-

weise Weiterbildungen sind in rückbezogenen Unteransprüchen dargelegt.

[0021] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Altpapier zusammen mit Wasser und geeigneten Partikeln dispergiert. Dabei werden Altpapier, Partikel und Wasser in einem einzigen Prozessschritt und bevorzugt in einem einzigen Reaktorgefäß für einen längeren Zeitraum kräftig durchmischt. Abhängig von den herrschenden Masseverhältnissen zwischen Altpapier, Partikeln und Wasser entsteht dabei eine mehr oder weniger verdünnte wässrige Suspension.

[0022] In jedem Fall macht der Feststoffanteil der Suspension, bestehend aus Altpapier und Partikeln, zwischen 10 und 60 Gew.-%, bevorzugt zwischen 15 und 60 Gew.-% und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 Gew.-% der Suspension aus. Die Anteile von Altpapier und Partikeln sowie deren Beziehung zueinander unterliegen dabei zusätzlichen Beschränkungen. Zu hohe Altpapieranteile führen aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Papierfasern zu schlecht pump- bzw. dispergierbaren Suspensionen. Daher macht der Altpapieranteil nicht mehr als 40 Gew.-% der Suspension aus. Andererseits erfordert die Herstellung von Suspensionen mit sehr geringem Altpapieranteil große Mengen an Verdünnungswasser, weshalb der Altpapieranteil nicht weniger als 2 Gew.-% der Suspension ausmacht. In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform enthält die wässrige Suspension zwischen 10 und 40 Gew.-%, bevorzugt zwischen 15 und 35 Gew.-% und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 Gew.-% Altpapier.

[0023] Die Zugabe von Partikeln verursacht eine weniger starke Beeinträchtigung der Pump- bzw. Dispergierbarkeit, daher macht der Partikelanteil bis zu 50 Gew.-% der Suspension aus. Bei der Verwendung geeigneter Partikel kann ein ausreichender Weißgradgewinn aber auch bei einem Partikelanteil von nur 1 Gew.-% erreicht werden. Ebenfalls bevorzugt enthält die wässrige Suspension zwischen 5 und 50 Gew.-%, bevorzugt zwischen 10 und 45 Gew.-% und besonders bevorzugt zwischen 15 und 40 Gew.-% Partikel.

[0024] Im Allgemeinen hängt die zu verwendende Menge der erfindungsgemäßen Partikel sowohl von deren spezifischen Eigenschaften, als auch von der Menge sowie vom Verschmutzungsgrad des Altpapiers ab. Bevorzugt beträgt das Verhältnis der Massen von Altpapier 6:1 bis 1:6, besonders bevorzugt 2:1 bis 1:2 und insbesondere bevorzugt 1:1. Dabei spielen sowohl wirtschaftliche als auch verfahrenstechnische Gründe eine Rolle, denn beim Einsatz von zu vielen Partikeln pro Altpapier wird schon bei geringen Altpapiermengen der verfahrenstechnisch realisierbare Feststoffanteil, zusammengesetzt aus Partikel- und Altpapieranteil, von 60 Gew.-% überschritten.

[0025] Erfindungsgemäß beträgt die Partikelgröße zwischen 0,1 mm und 10 mm und ist entweder durch eine Angabe zur Körnung, die durch den Hersteller erfolgt, bestimmt oder kann durch übliche Siebung ermittelt werden.

[0026] Zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens bewirkt die Dispergierung von Altpapier, Wasser und Partikeln deren gründliche, andauernde und intensive Durchmischung. Dabei wird das Altpapier vom Wasser durchfeuchtet, so dass dessen Faserverbund in Einzelfasern zerlegt und somit eine wässrige, pumpbare Altpapier-Partikel-Suspension erzeugt wird.

[0027] Zudem treten in dieser Altpapier-Partikel-Suspension während der Dispergierung Faser-Partikel-Reibung sowie Faser-Faser-Reibung auf, wobei letztere durch hohe Altpapieranteile begünstigt wird. Durch diese Reibung werden Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen von den Altpapierfasern gelöst und zu kleineren Teilchen zermahlen. Während der weiteren Dispergierung verteilen sich diese Teilchen gleichmäßig in der Altpapiersuspension. In dem erfindungsgemäßen Verfahren werden bevorzugt Partikel genutzt, die geeignet sind, um die Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen zu zermahlen, ohne eine Verkürzung der Papierfasern zu bewirken.

[0028] Erfindungsgemäß besitzen die verwendeten Partikel die Eigenschaft, die Druckfarbteilchen und/oder andere Schmutzteilchen, wie Mineralölteilchen, an sich zu binden. Die Bindung der Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen an die erfindungsgemäßen Partikel erfolgt dabei durch physikalische oder chemische Adsorption an deren Oberfläche. Dafür weisen die Partikel ein ausreichend hohes Bindungsvermögen für Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen, sowie eine spezifische Struktur, insbesondere eine vergrößerte freie Oberfläche, zu deren Bindung auf. Die Adsorption der Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen an die erfindungsgemäßen Partikel erfolgt dabei mit ausreichend hohen Bindungsenergien, so dass die Mehrzahl dieser Verbindungen während der Dispergierung nicht wieder gelöst wird. Dadurch kommt es bei der Dispergierung der Altpapiersuspension mit erfindungsgemäßen Partikeln zu einer Erhöhung des Weißgrades der Altpapiersuspension. Die erfindungsgemäßen Partikel können dabei Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen an ihrer Oberfläche adsorbieren, die an den Fasern des Altpapiers haften oder frei in der Suspension vorliegen.

[0029] Im Verlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens werden somit immer mehr Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen von den Fasern abgelöst und von den erfindungsgemäßen Partikeln gebunden. Die Konzentration der freien Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen nimmt somit im Verlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ab, woraus ein erhöhter Weißgrad

der Altpapiersuspension resultiert. Die erfindungsgemäßen Partikel binden darüber hinaus auch Druckfarbe- bzw. Schmutzteilchen, die noch an Altpapierfasern haften. Somit nimmt im Verlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens auch die Konzentration der an Fasern gebundenen Druckfarbe- bzw. Schmutzteilchen in der Altpapiersuspension ab. Dies trägt ebenfalls zur Erhöhung des Weißgrades der Altpapiersuspension bei.

[0030] Die intensive Durchmischung von Wasser, Altpapier und Partikeln im erfindungsgemäßen Verfahren führt zu einem synergetischen Effekt von Druckfarben- und Schmutzteilchenentfernung sowie Dispergierung in der Altpapiersuspension. Indem der Austrag der Druckfarben, ähnlich wie bei der Flotation, sowie die Dispergierung von Fasern und Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen in einem einzigen Prozessschritt und bevorzugt in einem einzigen Reaktorgefäß durchgeführt werden, kann die Anzahl der Arbeitsschritte im Vergleich zu heute bekannten Verfahren zum Altpapierrecycling deutlich reduziert werden. Dies stellt eine wesentliche Prozessoptimierung dar, durch die Wasser, Energie sowie Zeit eingespart werden.

[0031] Der hohe Altpapieranteil bei der erfindungsgemäßen Druckfarbenentfernung, der ähnlich hoch ist wie in heute bekannten Dispergierv Verfahren verwendete Altpapieranteile, ermöglicht zudem den wirtschaftlichen Einsatz von Chemikalien. In einer bevorzugten Ausgestaltung werden daher die Druckfarbenentfernung unterstützende Chemikalien zur Mischung, umfassen Altpapier, Partikel und Wasser, zugegeben.

[0032] Besonders geeignet haben sich Chemikalien erwiesen, die das Loslösen der Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen von den Fasern, sowie deren Anlagerung an die Partikel begünstigen. Solche Chemikalien zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine Agglomeration der Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen befördern. Im Gegensatz zu konventionellen Bleichverfahren, bei denen die Zerstörung chromophorer Gruppen durch Radikalbildung im Vordergrund steht, werden beim erfindungsgemäßen Verfahren Chemikalien somit in einer Art und Weise eingesetzt, die deren Verwendung in bekannten Flotationsverfahren ähnelt.

[0033] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des verwendeten Verfahrens wird der Weißgradgewinn durch die Zugabe geeigneter Chemikalien soweit erhöht, dass ein zusätzliches Bleichen des Altpapiers überflüssig ist. Somit können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die drei Hauptprozesse bekannter Verfahren zur Druckfarbenentfernung, nämlich Flotation, Dispergierung und Bleiche, der Wirkung nach in einem gemeinsamen Prozessschritt durchgeführt werden. Dies stellt eine noch

umfassendere Prozessoptimierung dar, durch die gleichsam mehr Wasser, Energie und Zeit eingespart werden kann.

[0034] Ein Verfahren zum Altpapierrecycling, in dem das erfindungsgemäße Verfahren Verwendung findet, kann wie folgt skizziert werden (siehe **Fig. 2**): Nach einer gegebenenfalls erfolgten Vorsortierung des Altpapiers werden diesem Wasser, Partikel sowie gegebenenfalls Bleichmittel beigemischt. Anschließend erfolgt die Dispergierung der Mischung in einem, zur Herstellung einer homogenen Suspension geeigneten Reaktorgefäß, bevorzugt einer Mischvorrichtung, die möglichst fibrillierend bzw. faserschonend arbeitet und eine intensive Durchmischung von Partikeln und Altpapiersuspension bewirkt. Dabei können z. B. Rührer, Knetter, Freifallmischer, Trommelmischer, statische Mischer, Extruder oder Mischpumpen verwendet werden. Die Dauer der Dispergierung ist dabei abhängig vom Verschmutzungsgrad des Altpapiers, dessen Menge sowie der Menge und den Eigenschaften der verwendeten Partikel und Chemikalien.

[0035] Sobald genügend Druckfarbenteilchen durch die Partikel und die Chemikalien von den Fasern gelöst, zermahlen und adsorbiert wurden und somit ein ausreichender Weißgrad der Altpapiersuspension erreicht wurde, werden die Partikel aus der Suspension entfernt. Abhängig von den spezifischen Eigenschaften der verwendeten Partikel, können diese entweder durch Ausschwemmung, Sedimentieren oder Siebung aus der Suspension entfernt werden. Wie schon im Stand der Technik durchläuft die verbleibende Altpapiersuspension nach der Druckfarbenentfernung weitere Reinigungs- und Sortierungsverfahren und wird im Anschluss durch Trennung der festen von der flüssigen Phase eingedickt. Abschließend erfolgt eine Bleiche der Altpapiersuspension, bevor diese zu Recyclingpapier weiterverarbeitet werden kann.

[0036] Im Gegensatz zum Stand der Technik entfallen somit bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Recycling von Altpapier die Flotation sowie die Dispergierung der Altpapiersuspension. Das spart viel Wasser, da auf das Verdünnen und Eindicken der Suspension im Verlauf des Recyclingverfahrens verzichtet werden kann. Zudem kann die Prozesszeit, also die Zeit die zur Erreichung eines bestimmten Weißgrades einer Altpapiersuspension benötigt wird, verringert werden. Dies ist durch die Kombination dreier bekannten Verfahren zum Altpapierrecycling, nämlich Flotation, Dispergierung und Bleiche, im erfindungsgemäßen Verfahren möglich. Dies führt nicht nur zu einer signifikanten Erhöhung der Energieeffizienz, sondern auch zu einer Verringerung des maschinellen Aufwands bei Papierrecyclingverfahren.

[0037] Eine weitere Prozessoptimierung wird dadurch erreicht, dass das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt in einem einzigen Reaktorgefäß durchgeführt wird. Dadurch entfallen unnötige Pumpvorgänge, z. B. von der Dispergiereinrichtung zum Flotationsgefäß, wie in dem Verfahren nach der US 4,076,578 A, wozu aus Gründen der Pumpbarkeit die Pulpe in der Regel verdünnt werden muss. Durch die bevorzugte Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem einzigen, geeigneten Reaktorgefäß, wie z. B. in einem Hochkonsistenzpulper oder einem Trommelauflöser, lässt sich demnach vorteilhaft zusätzlich Nutzwasser und darüber hinaus Prozesszeit sowie Energiekosten sparen.

[0038] Das erfindungsgemäße Verfahren kann ebenfalls ergänzend in bekannte Verfahren zum Altpapierrecycling integriert werden. Dabei können auf den oben beschriebenen Ablauf von Vorsortierung, erfindungsgemäßer Dispergierung, Reinigung und Sortierung sowie abschließendem Eindicken und der Bleiche weitere Prozessschritte, wie bekannte Flotations- oder Dispergierungsverfahren, folgen (siehe Fig. 3).

[0039] Bevorzugt werden alle, für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Ausgangsstoffe in einem einzigen Reaktorgerät, z. B. einem Pulper, einer Trommel oder einem Extruder, innig vermischt. Allein dadurch wird im Vergleich mit dem Stand der Technik ein erheblicher Weißgradgewinn erzielt. Bei der einfachsten Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens finden somit die Prozesse der Zerfaserung, Druckfarbenablösung, Dispergierung und Druckfarbenanlagerung an die Partikel vorteilhaft in einem einzigen Prozessschritt und einem einzigen Reaktorgerät statt (siehe Fig. 4).

[0040] Dabei kann das erfindungsgemäße Verfahren zur Vorbearbeitung der Altpapiersuspension eingesetzt werden, wodurch die Flotations- und Dispergierungsverfahren anschließend nur noch in reduziertem Umfang durchgeführt werden müssen. Auch so ist eine Einsparung von Prozesszeit, eingesetztem Wasser und aufgewendeter Energie zu erreichen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann in Kombination mit bekannten Prozessen zur Druckfarbenentfernung bzw. zum Altpapierrecycling somit ebenfalls zur Herstellung von altpapierhaltigem Papier mit besonders hohen Weißgraden eingesetzt werden.

[0041] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch bei Stoffdichten eingesetzt werden, die von den beanspruchten abweichen. Bei der Verwendung von weniger Altpapier als beansprucht, erhält man jedoch eine Suspension mit einem Altpapieranteil wie in heute bekannten Flotationsverfahren üblich. Die Verwendung von mehr Altpapier als beansprucht, kann zudem dazu führen, dass eine nicht bzw. schlecht pump- bzw. rührbare Mischung aus Altpapier, Wasser und Par-

tikeln entsteht. Eine Durchmischung der Suspension und somit eine erfolgreiche Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wäre so nicht möglich oder zumindest erschwert.

[0042] Die Durchführbarkeit des Verfahrens mit bis zu 40 Gew.-% Altpapier in der wässrigen Suspension ist hingegen ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens. Übliche Verfahren zur Druckfarbenentfernung, wie z. B. die Flotation, liefern nur bei ca. 1 Gew.-% Altpapier befriedigende Weißgrade des recycelten Papiers. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist die Erhöhung des Anteils von Altpapier in der wässrigen Suspension bei gleichbleibendem oder erhöhtem Weißgrad möglich. Da eine Wasserersparnis pro Einheit Altpapier um 50% schon bei der Erhöhung des Anteils von Altpapier von 1 Gew.-% auf 2 Gew.-% möglich ist, ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine große Wasser- sowie Energieersparnis verbunden. Besonders vorteilhaft ist daher die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Stoffdichten von über 10%, bevorzugt von über 15% und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 Gew.-%.

[0043] Prinzipiell ist bei der Durchführung des Verfahrens bei großen Verhältnissen von Altpapier zu Wasser nicht auch zwingend die Verwendung großer Mengen von Partikeln nötig. Entscheidend für die Durchführung des Verfahrens sind Partikel mit einem hohen Bindungsvermögen für Druckfarben- bzw. Schmutzteilchen sowie einer ausreichend großen freien Oberfläche, die zu deren Bindung zur Verfügung steht. Nur so kann eine ausreichende Zahl von Druckfarbe- bzw. Schmutzteilchen gebunden werden, so dass der gewünschte Weißgrad erreicht werden kann. Eine Steigerung der Effizienz der Druckfarbenentfernung ist somit nicht nur durch die Steigerung der Masse der verwendeten Partikeln möglich. Eine derartige Steigerung kann bei gleichbleibender Masse ebenso erreicht werden, indem kleinere Partikel oder solche komplexer Geometrie verwendet werden, wodurch bei gleicher Masse die Gesamtoberfläche der Partikel erhöht wird.

[0044] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden der Altpapier-Partikel-Suspension zusätzlich Chemikalien beigesetzt, um den Weißgrad weiter zu erhöhen. Bevorzugt handelt es sich dabei um Chemikalien, die das Ablösen der Druckfarben-, Schmutz- bzw. Mineralölteilchen von den Papierfasern sowie deren Adsorption an die Oberfläche der Partikel unterstützen, wie bevorzugt Natriumhydroxid, Ölsäure oder Wasserglas.

[0045] In einer gleichfalls bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens werden als Partikel bevorzugt Polymerpartikel, besonders bevorzugt Partikel aus Nylon 6,6 verwendet.

[0046] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens besitzen die Partikel eine kugel-, würfel- oder zylinderförmige Gestalt oder sind als regelmäßige oder unregelmäßige n-Ecke ausgebildet. Das Verhältnis der kleinsten zur größten räumlichen Ausdehnung der Partikel beträgt dabei nicht mehr als 1:5.

[0047] Ebenfalls bevorzugt ist die Weiterverwendung von erfindungsgemäß verwendeten Polymerpartikeln zur Herstellung von Kunststoffformteilen oder -granulaten. Somit könnten insbesondere dunkle Formteile aus gebrauchten Polymerpartikeln hergestellt werden. Dadurch kann im Herstellungsprozess solcher Formteile bzw. Granulate vorteilhaft auf eine Färbung des Kunststoffes verzichtet und stattdessen die abgelösten Druckfarben des Altpapiers zur Farbgebung wiederverwendet werden.

[0048] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0049] Dabei zeigen:

[0050] Fig. 1: ein Verfahren zum Altpapierrecycling mit mindestens einem Prozessschritt Flotation nach dem Stand der Technik,

[0051] Fig. 2: das erfindungsgemäße Verfahren zum Altpapierrecycling, wobei das Auflösen des Altpapiers, das Dispergieren mit den Partikeln, die Druckfarbenablösung sowie Anhaftung an die Partikel in einem einzigen Prozessschritt des Loop 1 kombiniert sind und optional eine Bleiche in einem Loop 2 stattfindet,

[0052] Fig. 3: das erfindungsgemäße Verfahren zum Altpapierrecycling, wobei das Auflösen des Altpapiers, das Dispergieren mit den Partikeln, die Druckfarbenablösung sowie die Anhaftung an die Partikel in einem einzigen Prozessschritt des Loop 1 kombiniert sind und optional eine Flotation und eine Bleiche in einem Loop 2 stattfindet,

[0053] Fig. 4: das prinzipielle Prozessschema des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei die Ausgangsstoffe Altpapier (1), Deinkin-Chemikalien (2), Wasser (3) und Partikel (4) in einem einzigen Prozessschritt und einem einzigen Reaktionsgefäß (5) mittels einem Rührorgan (6) innig durchmischt werden und die Pulpe aus dem Reaktionsgefäß (5) über ein Ventil mit Pumpe (7) abgelassen werden kann.

Beispiel 1:

[0054] Eine Menge von 40 g Altpapier (otro bzw. Ofentrockenmasse), bestehend aus 20 g Zeitungen (otro) und 20 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Diese Menge von 40 g ofentrocke-

tem Altpapier wurde mit einer Menge von 40 g Nylon-Partikeln gemischt. Durch die Zugabe von Wasser wurde eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 3 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper, dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 4,9 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- bzw. Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu 15100 µm² bestimmt.

Beispiel 2

[0055] Eine Menge von 68 g Altpapier (otro), bestehend aus 34 g Zeitungen (otro) und 34 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Diese Menge von 68 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 5 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 68 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper, dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 6,3 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu 18200 µm² bestimmt.

Beispiel 3

[0056] Eine Menge von 136 g Altpapier (otro), bestehend aus 68 g Zeitungen (otro) und 68 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Diese Menge von 136 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 10 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 136 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt.

[0057] Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper, dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines El-

repho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 8,2 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $8300 \mu\text{m}^2$ bestimmt.

Beispiel 4

[0058] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Diese Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 15 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 400 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 3,5 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $7100 \mu\text{m}^2$ bestimmt

Beispiel 5

[0059] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Diese Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 15 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 800 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 7,2 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $6000 \mu\text{m}^2$ bestimmt.

Beispiel 6

[0060] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und

Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 15 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 1200 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper, dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 8,1 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $5900 \mu\text{m}^2$ bestimmt.

Beispiel 7

[0061] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 15 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 50 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 6,8 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilchen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $6450 \mu\text{m}^2$ bestimmt.

Beispiel 8

[0062] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 15 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 100 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines El-

repho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 7,74 Punkten nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde die mittlere Partikelgröße der Druckfarbe- und Schmutzteilen mittels DOMAS-Bildanalysegerät zu $6820 \mu\text{m}^2$ bestimmt.

Beispiel 9

[0063] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 20 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 100 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper, dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 7,23 Punkten nachgewiesen werden.

Beispiel 10

[0064] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 25 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von 100 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Rührgerät, einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 6,8 Punkten nachgewiesen werden.

Beispiel 11

[0065] Eine Menge von 200 g Altpapier (otro), bestehend aus 100 g Zeitungen (otro) und 100 g Magazinen (otro), wurde von Aufklebern, Metallteilen und Folien befreit und anschließend getrocknet. Aus dieser Menge von 200 g ofentrockenem Altpapier wurde durch die Zugabe von Wasser eine wässrige Suspension mit einem Anteil von 30 Gew.-% Altpapier hergestellt. Diese wurde anschließend mit einer Menge von

30 g von Nylon 6,6-Partikeln gemischt. Diese Altpapier-Partikel-Suspension wurde bei 45°C für 20 min in einem Hobart®-Pulper dispergiert. Anschließend wurden die Partikel entfernt und die Altpapiersuspension zur Blattbildung genutzt. Vor und nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde der Weißgrad der Altpapiersuspension mittels eines Elrepho®-Farbenmessgeräts bestimmt. Dadurch konnte eine Erhöhung des Weißgrades von 3,78 Punkten nachgewiesen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Recycling von Altpapier, insbesondere zur Druckfarbenentfernung, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- eine wässrige Suspension enthaltend 2 Gew.-% bis 40 Gew.-% Altpapier sowie
- 1 Gew.-% bis 50 Gew.-% zugegebener Partikel einer Größe von 0,1 mm bis 10 mm und
- einem großen Bindungsvermögen für Druckfarben-, Schmutz- und/oder Mineralölteilchen,
- wobei der gemeinsame Anteil von Altpapier und Partikeln zwischen 10 und 60 Gew.-% beträgt,
- in einem einzigen Prozessschritt
- dispergiert wird, bis von dem Altpapier Druckfarben-, Schmutz- und/oder Mineralölteilchen abgelöst, zerkleinert sowie an die Oberfläche der Partikel angelagert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die wässrige Suspension zwischen 10 und 40 Gew.-%, bevorzugt zwischen 15 und 35 Gew.-% und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 Gew.-% Altpapier enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die wässrige Suspension zwischen 5 und 50 Gew.-%, bevorzugt zwischen 10 und 45 Gew.-% und besonders bevorzugt zwischen 15 und 40 Gew.-% Partikel enthält.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass in der wässrigen Suspension das Verhältnis der Massen von Altpapier und Partikeln 6:1 bis 1:6, bevorzugt 2:1 bis 1:2 und besonders bevorzugt 1:1 beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Dispergierung Rührer, Knetter, Freifallmischer, Trommelmischer, statische Mischer, Extruder oder Mischpumpen verwendet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass Partikel mit einer großen spezifischen Oberfläche zur chemischen und/oder physikalischen Adsorption von Druckfarben-, Schmutz- und/oder Mineralölteilchen verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3, 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass Partikel verwendet werden, die eine kugel-, würfel- oder zylinderförmige Gestalt aufweisen oder als regelmäßige oder unregelmäßige n-Ecke ausgebildet sind und bei denen das Verhältnis von kleinster zu größter räumlicher Ausdehnung nicht mehr als 1:5 beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3, 4, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Partikel verwendet werden, die aus Kunststoffen, Holz, Keramik oder Tonmineralen bestehen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3, 4 oder 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Partikel verwendet werden, die aus Polymeren, insbesondere Nylon 6,6 bestehen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3, 4 oder 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel, die nach dem Einsatz Druckfarben-, Schmutz- und/oder Mineralölteilchen an ihrer Oberfläche gebunden haben, zur Herstellung von Kunststoffformteilen oder -granulat verwendet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wässrigen Suspension zusätzlich Chemikalien, welche die Ablösung der Druckfarbe-, Schmutz- oder Mineralölteilchen von den Fasern sowie deren Anlagerung an die Partikel begünstigen, hinzugefügt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vorsortierung des Altpapiers erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Altpapier und Partikel enthaltende wässrige Suspension zusätzlich einen oder mehrere Flotations- und/oder Bleichprozesse durchläuft.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 4, 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel aus der wässrigen Suspension entfernt werden und die verbleibende Altpapiersuspension einen oder mehrere Flotations- und/oder Bleichprozesse durchläuft.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 4, 12, 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel aus der wässrigen Suspension entfernt werden und die verbleibende Altpapiersuspension eingedickt und dispergiert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, 11 oder 13–15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dis-

pergierung der wässrigen Suspension in einem einzigen Reaktorgefäß stattfindet.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

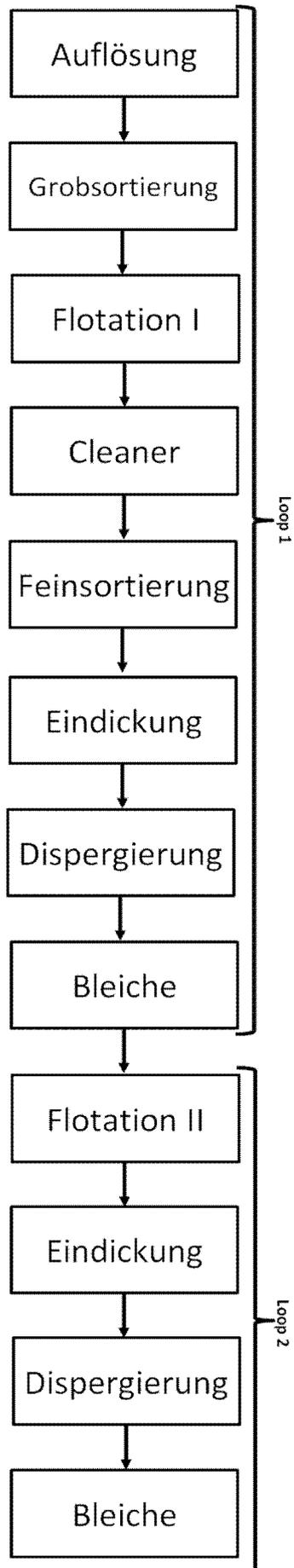


Fig. 1

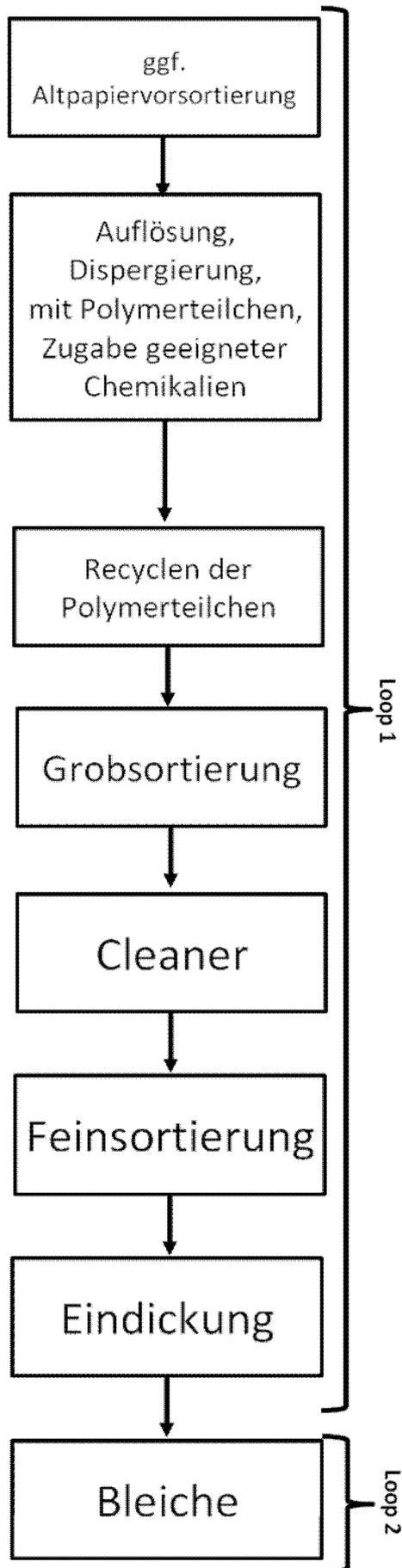


Fig. 2

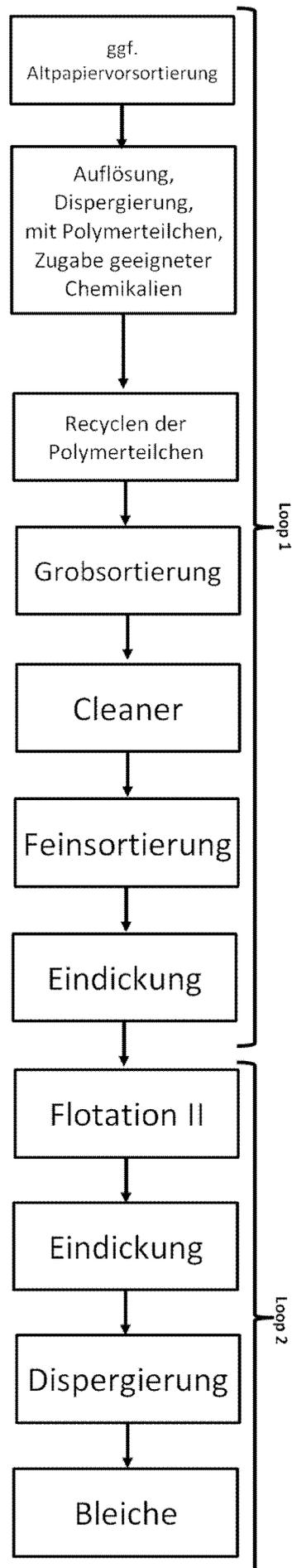


Fig. 3

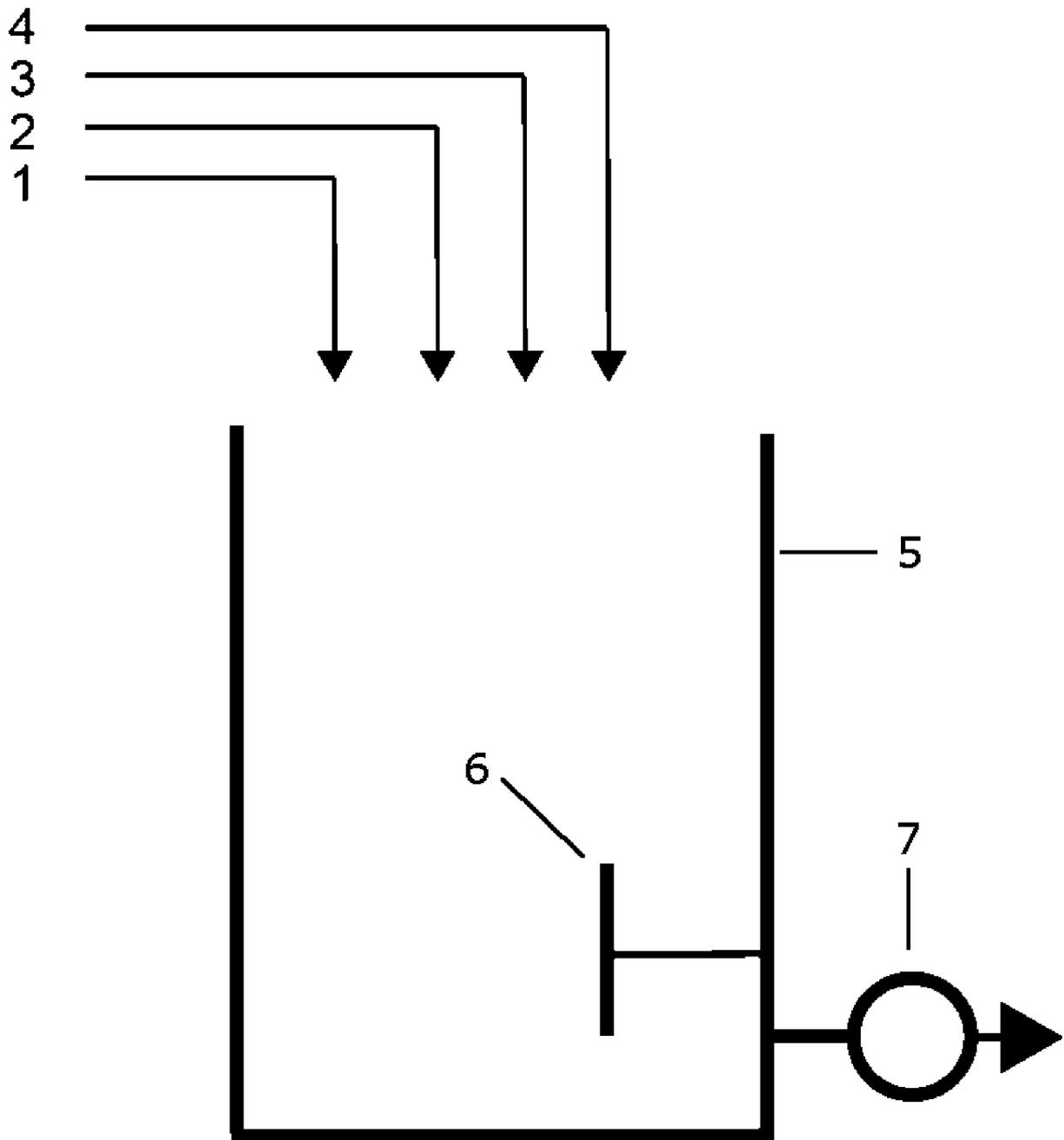


Fig. 4