(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2016 015 199 A1** 2018.06.21

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 015 199.4**
(22) Anmeldetag: **21.12.2016**
(43) Offenlegungstag: **21.06.2018**

(51) Int Cl.: ***C08J 11/08*** (2006.01)
B29B 17/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
APK AG, 06217 Merseburg, DE

(74) Vertreter:
Grosse, Schumacher, Knauer, von Hirschhausen, 45133 Essen, DE

(72) Erfinder:
Wohnig, Klaus, 14052 Berlin, DE; Kaina, Mike, 14532 Kleinmachnow, DE; Fleig, Michael, Dr., 39307 Genthin, DE; Hanel, Hagen, 04103 Leipzig, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

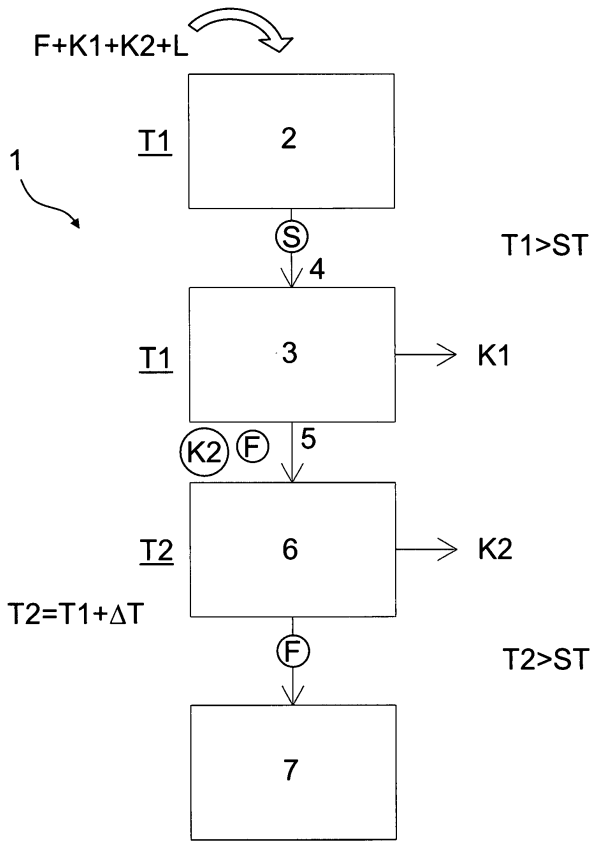
DE	**690 26 829**	**T2**
DE	**690 33 888**	**T2**
DE	**697 30 368**	**T2**
US	**2005 / 0 107 501**	**A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Lösungsmittel sowie Verfahren zum Lösen wenigstens zweier Kunststoffe von einem Feststoff innerhalb einer Suspension**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Lösungsmittel (L) zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), insbesondere Abfallsuspension. Erfindungsgemäß ist dieses so ausgebildet, dass dessen lösende Wirkung auf die Kunststoffe (K1, K2) temperaturabhängig ist. Dadurch ist ein erster Kunststoff (K1) bei einer ersten Löse-Temperatur (T1) des Lösungsmittels (L) und ein zweiter Kunststoff (K2) bei einer zweiten Löse-Temperatur (T2) des Lösungsmittels (L) lösbar. Auch betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), wie etwa Abfallsuspension, mittels eines Lösungsmittels (L). Erfindungsgemäß wird dabei die Suspension () mehrstufig auf unterschiedliche Löse-Temperaturen (T1, T2) erhitzt, wobei in einer ersten Stufe bei einer ersten Löse-Temperatur (T1) ein erster Kunststoff (K1) gelöst wird und in einer zweiten Stufe bei einer zweiten Löse-Temperatur (T2) ein zweiter Kunststoff (K2) gelöst wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Verwendung des Lösungsmittels (L) in einer Abfall-Trennanlage (1) sowie ein Verfahren zur Zusammenstellung eines Lösungsmittels (L).



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lösungsmittel zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe innerhalb einer Suspension, insbesondere Abfallsuspension, mit den Merkmalen im Obergriff von Anspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe innerhalb einer Suspension, wie etwa Abfallsuspension, mit einem Lösungsmittel nach den Merkmalen von Anspruch 2.

Technologischer Hintergrund

[0002] Insbesondere in den Industrienationen fordert der nationale wie auch grenzüberschreitende Warenverkehr eine in zunehmendem Maße nachhaltige Rohstoffwirtschaft. Um die Menge an letztlich zu deponierenden Abfällen möglichst gering zu halten, sollen dem Warenkreislauf zugeführte Güter und Waren am Ende ihres Lebenszyklus daher zunehmend recycelt werden. Dies verlangt eine zumindest grobe Vorsortierung, um die tatsächlich wiederverwertbaren Anteile einem geeigneten Recyclingprozess zuführen zu können.

[0003] Bereits etablierte Möglichkeiten wie etwa die direkte Abgabe von Wertstoffen an eingerichteten Sammelstellen (Wertstoffhöfe) werden beispielsweise in Deutschland durch eine haushaltsnahe Sammlung und Entsorgung des häuslich vorsortierten Abfalls ergänzt (Mülltrennung). Grundlage hierfür bildet das sogenannte „Duale-System“, bei dem spezielle Bestandteile - wie etwa solche aus Papier und/oder Kunststoff - durch den Verbraucher selbst getrennt erfasst und vom übrigen Restmüll separiert dem kommunalen Abfallunternehmen zur Abholung bereitgestellt werden. Dies kann beispielsweise über eigens hierfür im Außenbereich aufgestellte Behälter oder durch dem einzelnen Haushalt bereitgestellte Säcke erfolgen.

[0004] Dem zumindest grob vorsortierten Abfall einerseits steht andererseits die gezielte Abtrennung und Verarbeitung der darin enthaltenen Wertstoffe gegenüber. Hierbei stellen insbesondere solche Teile besondere Herausforderungen dar, welche eine oder gar mehrere Verbindungen unterschiedlicher Materialien aufweisen. Üblicherweise werden die zu recycelnden Abfälle einer zunächst groben Zerstückelung zugeführt, um eine möglichst einfache Handhabung und insbesondere effektive Verarbeitung in Abfall-Trennanlagen zu ermöglichen. Basierend auf der Art des Abfalls weist das dann vorliegende Schredder-Granulat flächige und/oder demgegenüber räumliche Strukturen auf, so dass zwischen sogenannten 2D-(flächig) und entsprechenden 3D-Materialien (räumlich) unterschieden wird.

[0005] Am Beispiel von Verkaufsverpackungen erläutert kann es sich bei dem zu verarbeitenden Abfall beispielsweise um Folienbeutel oder Getränkekartons handeln, von denen letztere allgemein auch unter dem Gattungsnamen „Tetra Pak®“ bekannt sind. Derartige Verpackungen weisen eine mehrschichtige Verbundkonstruktion auf, welche beispielsweise einzelne Lagen aus Papier und/oder Aluminium und Kunststoff umfassen. Aufgrund ihrer als Schredder-Granulat im Wesentlichen flächigen Form gelten derartige Verpackungen als 2D-Materialien. Demgegenüber sind beispielsweise recycelbare Geräte wie etwa Computertastaturen und Bildschirme oder auch Kraftfahrzeugteile wie Verkleidungen und Armaturenbretter bereits aufgrund ihres auch nach dem mechanischen Zerkleinern noch vorliegenden Volumens den 3D-Materialien zugehörig.

[0006] Unabhängig von der Form der zu verarbeitenden Abfälle bedarf es am Prozessende einer möglichst verunreinigungsarmen oder gar sortenreinen Abtrennung und Rückgewinnung der wiederverwertbaren Bestandteile aus Materialverbindungen, um im Sinne eines stofflichen Recyclings erneut Verwendung zu finden. Im Stand der Technik sind hierzu Verfahren bekannt, welche auf der Erwärmung von Verbundwerkstoffe aufweisendem Abfall basieren. Hierdurch sind insbesondere die darin enthaltenen thermoplastischen Kunststoffe von den übrigen Bestandteilen abtrennbar, indem diese aufgeschmolzen und die in der Kunststoffschmelze enthaltenen übrigen Beimengungen durch geeignete Filtereinrichtungen ausgesiebt werden. Bei den Kunststoffen handelt es sich häufig um ein- oder mehrschichtige Folien aus Polyamid (PA) und/oder Polyethylen (PE) und/oder Polypropylen (PP).

[0007] Rein thermisch arbeitende Recyclingverfahren stoßen bereits hinsichtlich einer bevorzugt selektiven Abtrennung beispielsweise mehrschichtiger Verbundkonstruktion aus unterschiedlichen Kunststoffen bisweilen an ihre Grenzen. Dies liegt im Wesentlichen an den mitunter nah beieinander liegenden Schmelzpunkten einzelner Kunststoffe. Da die vorliegenden lokalen Temperaturen während der Behandlung insbesondere in Großanlagen nur schwer zu kontrollieren sind, kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich der abgetrennte Kunststoff aus zwei oder mehr unterschiedlichen Kunststoffarten zusammensetzt.

[0008] Alternative Verfahren zum Abtrennen und Lösen von Kunststoffen setzen daher auf die Verwendung von Lösungsmitteln:

[0009] Aus der DE 43 43 784 A1 ist hierzu eine Vorrichtung sowie ein Verfahren bekannt, welches den

Einsatz eines Lösungsmittels in Form von Ameisensäure vorschlägt. Das Lösungsmittel ist dazu vorgesehen, in Abfällen enthaltenes Polyamid (PA) selektiv aus diesem herauszulösen. Hierzu werden die Abfälle in eine bewegliche Siebtrommel überführt, welche in einem mit dem Lösungsmittel befüllten Behälter rotierbar angeordnet ist. Innerhalb der Siebtrommel angeordnete Leisten wirken dabei mechanisch auf die Abfälle ein, um eine verbesserte Trennung einzelner Bestandteile zu erreichen. Der Behälter ist an ein Leitungssystem angeschlossen, so dass das Lösungsmittel mittels einer Pumpe im Kreislauf geführt werden kann. Die Abtrennung der übrigen Bestandteile erfolgt durch Filter, Dekanter oder Zentrifugen, wobei das gelöste Polyamid (PA) durch ein geeignetes Fällmittel wie etwa Wasser ausgefällt wird. Die anschließende Trennung des aus der Ameisensäure und dem Fällmittel bestehenden Filtrats erfolgt letztlich destillativ, adsorptiv oder durch Kristallation. Das so gewonnene Polyamid-Pulver kann anschließend getrocknet und beispielsweise zu technischen Fasern oder Regenerat wiederaufgearbeitet werden.

[0010] Das Verfahren der DE 43 43 784 A1 zeichnet sich insbesondere durch gemäßigte Temperaturen von 0° bis 60° C aus, woraus eine Verarbeitung unter normalen atmosphärischen Druckverhältnissen (drucklos) resultiert. Dabei ist es gezielt auf die Abtrennung von Polyamid (PA) ausgerichtet.

[0011] Die DE 10 2005 026 451 A1 beschreibt ein Verfahren zum Recycling von Kunststoffen, bei dem ebenfalls ein Lösungsmittel eingesetzt wird. Das Verfahren findet zum Recycling beliebiger Kunststoffe Verwendung, insbesondere von Kunststoffen aus der Elektronikschrottverarbeitung und aus Schredder-Leichtfraktionen. Die zu recycelnden Kunststoffe enthalten dabei mindestens zwei auf Polystyrol (PS) basierende Polymere, Copolymere oder Blends hiervon, welche hierfür mit dem Lösungsmittel versetzt werden. Die Menge an Lösungsmittel wird dabei möglichst gering gehalten, um große Lösemittelvolumina zu vermeiden. Nachdem die Kunststoffe in Lösung gegangen sind, werden diese anschließend durch Zugabe eines entsprechenden Fällmittels ausgefällt, so dass dann das - aufgrund der geringen Lösemittelmenge - gelartige Fällungsprodukt von den weiteren Bestandteilen des Kunststoffs abgetrennt werden kann.

[0012] Das offenbarte Verfahren sieht ein Lösen der Kunststoffe unter milden Temperaturen vor, welche vorzugsweise unterhalb von 100° C liegen. Erst die anschließende Ausfällung der im Lösungsmittel gelösten Polymere wird bei Temperaturen bis 170° C, bevorzugt bei Temperaturen bis 100° C und besonders bevorzugt im Temperaturbereich von Raumtemperatur (20° C) bis 50° C durchgeführt. Durch die Wahl unterschiedlicher Fällmittel können so die zuvor gelösten Kunststoffe selektiv ausgefällt werden.

[0013] Mit den bisher bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist eine Durchführung des insbesondere im Zeichen des Umweltschutzes stehenden Recyclings von Wertstoffen durchführbar. Dabei verwendete Lösungsmittel weisen gegenüber einer reinen Erhitzung den Vorteil auf, dass die jeweiligen Kunststoffanteile möglichst vollständig aus dem zu behandelnden Abfall herausgelöst werden können. Allerdings sind rein mit Wärme arbeitende Trennaggregate mit Zentrifugen mitunter nicht immer dazu geeignet, sämtliche Feststoffe aus den dann vorliegenden viskosen Schmelzen herauszutrennen. Dies gilt insbesondere für solche Feststoffe mit einer gegenüber der jeweiligen Emulsion bzw. Lösung geringeren Dichte, wie beispielsweise Kork. Zudem verlangen derartige Systeme eine mitunter lange Zeitdauer, um den abzutrennenden Kunststoff bis auf seine Erweichungstemperatur zu erwärmen. Auch ist nicht auszuschließen, dass der Abfall weitere Bestandteile mit einer unterhalb oder gleichen Erweichungstemperatur wie der herauszulösende Kunststoff enthält, so dass eine gezielte Abtrennung von quasi reinem Kunststoff oder beispielsweise reinem Polyethylen (PE) oder Polyamid (PA) erschwert oder gar unmöglich ist. Aufgrund der dann enthaltenen Verunreinigungen und/oder Kunststoffmischungen sind insofern weitergehende Maßnahmen notwendig, um eine ausreichende Trennung der zu recycelnden Stoffe zu gewährleisten.

[0014] Die vorteilhafte Verwendung von Lösungsmitteln bietet die Möglichkeit zur Abtrennung und Lösung eines oder gar mehrerer Kunststoffe gleichzeitig. Im letzteren Fall erfordert die selektive Gewinnung des jeweiligen Zielkunststoffs aus den gelösten Kunststoffen heraus eine gezielte Nachbehandlung der Lösung, welche auf der Verwendung voneinander unterschiedlicher Fällmitteln basiert. Neben der von der Anzahl der gelösten Kunststoffe abhängigen Vorhaltung sowie Entsorgung unterschiedlicher Fällmittel erfordern derartige Verfahren zudem einen erhöhten Zeitaufwand, um insbesondere das für den jeweiligen Zielkunststoff eingesetzte Fällmittel zu entfernen und gegen ein anderes quasi auszutauschen.

[0015] Vor diesem Hintergrund bieten die derzeit bekannten Lösungsmittel sowie Verfahren zur Durchführung des großtechnischen Recyclings von unterschiedliche Kunststoffe enthaltenden Abfällen daher auch weiterhin noch Raum für Verbesserungen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein wie zuvor aufgezeigtes Lösungsmittel sowie ein Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe innerhalb einer Suspension, insbesondere für einen großtechnischen Einsatz in einer Abfall-Trennanlage, mit einem Lösungsmittel dahinge-

hend weiterzuentwickeln, dass die selektive Gewinnung der Kunststoffe ökonomischer und ökologischer durchführbar ist.

[0017] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Lösungsmittel mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie in einem Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe innerhalb einer Suspension, wie etwa Abfallsuspension, mit einem Lösungsmittel nach den Merkmalen von Anspruch 2. Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Gegenstände der Erfindung ergeben sich aus den jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0018] Basis hierfür ist das vorherige Ansetzen einer Suspension, indem zunächst Kunststoff aufweisender Feststoff, beispielsweise Abfall, wenigstens einem Lösungsmittel zugeführt wird. Dies kann beispielsweise in geeigneten Becken oder Behältern erfolgen. Das wenigstens eine Lösungsmittel ist dabei so eingestellt, dass mindestens ein Kunststoff von dem Feststoff abgetrennt wird, indem der Kunststoff zumindest teilweise innerhalb des Lösungsmittels in Lösung geht.

[0019] Die Erfindung geht dabei von einer Formulierung für das Lösungsmittel aus, bei der dessen lösende Wirkung vom Erreichen einer Löse-Temperatur abhängig ist. Mit anderen Worten ist das Lösungsmittel dabei so eingestellt, dass dessen angedachten Eigenschaften erst bei erreichen und/oder im Bereich einer Löse-Temperatur des Lösungsmittels ihre lösende Wirkung auf den Kunststoff erzielen. Dies meint, dass erst dann dessen lösende Wirkung aktiviert oder am höchsten ist. Erfindungsgemäß ist das Lösungsmittel dabei so eingestellt, dass dessen lösende Wirkung auf unterschiedliche Kunststoffe von der jeweils erreichten Löse-Temperatur abhängig ist. Mit anderen Worten weist das erfindungsgemäße Lösungsmittel hinsichtlich seiner hier im Vordergrund stehenden Eigenschaften eine Temperaturabhängigkeit auf. Diese ist so gewählt, dass ein erster Kunststoff bei einer ersten Löse-Temperatur des Lösungsmittels bzw. der Suspension lösbar ist, während das Lösen eines weiteren zweiten Kunststoffs bei einer von der ersten Löse-Temperatur unterschiedlichen zweiten Löse-Temperatur des Lösungsmittels bzw. der Suspension durchführbar ist.

[0020] Hiernach ist die Erfindung auf das selektive Lösen verschiedener in oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe gerichtet, wobei ein und dasselbe Lösungsmittel einsetzbar ist. Dabei können die innerhalb der Suspension verbleibenden Anteile an Feststoff nach dem Lösen des ersten Kunststoffs beispielsweise den noch ungelösten zweiten Kunststoff und/oder einen weiteren Feststoff beinhalten, wie beispielsweise ein Metall oder Papier. Der sich hieraus ergebende Vorteil liegt in der Verwendung von nur einem einzigen Lösungsmittel, um unterschiedliche Kunststoffe gezielt lösen zu können. Da die Wirkung des Lösungsmittels auf unterschiedliche Kunststoffe insofern lediglich von dessen jeweils eingestellten Löse-Temperatur abhängt, ist nunmehr eine rein temperaturabhängige selektive Extraktion von Kunststoffen unter Verwendung ein und desselben Lösungsmittels möglich.

[0021] Aufgrund des Wegfalls eines notwendigen Austausches des ansonsten nur auf einen bestimmten Kunststoff lösend wirkenden oder auf mehrere Kunststoffe gleichzeitig lösend wirkenden Lösungsmittels ergibt sich insgesamt eine überaus ökonomische und ökologische Durchführbarkeit eines insbesondere großtechnischen Einsatzes für das Recycling von Kunststoffen. Neben dem Wegfall des Austausches oder der möglichen Zugabe weiterer Additive zur Veränderung der Wirkung auf unterschiedliche Kunststoffe bei im Stand der Technik bekannten Lösungsmitteln ist erfindungsgemäß lediglich eine Veränderung der Temperatur bzw. Löse-Temperatur des Lösungsmittels notwendig, um wenigstens zwei oder mehr Kunststoffe selektiv zu lösen. Hierdurch ist die Reinheit der so extrahierbaren Kunststoffe nochmals erhöhbar.

[0022] Eine mögliches erfindungsgemäßes Lösungsmittel kann beispielsweise ein Gemisch aus Alkanen, Isooctan oder Cycloalkanen aufweisen, wie etwa Methylcyclohexan. Anstatt Isooctan ist beispielsweise auch die Verwendung von Decalin denkbar. Die jeweilige Auswahl der Inhaltsstoffe ist durch den Fachmann zu bestimmen, der in Abhängigkeit des oder der zu lösenden Kunststoffe ein geeignetes Lösungsmittel oder eine geeignete Zusammensetzung von Lösungsmitteln wählen wird. So eignen sich Cycloalkane beispielsweise in besonders vorteilhafter Weise zum Lösen von Polyethylen (PE).

[0023] Ein bevorzugtes Ziel hierbei ist das Einstellen einer möglichst geringen Siede-Temperatur für das Lösungsmittel, wodurch sich ein wirtschaftlicher Betrieb und eine einfache Ablösung des gelösten Kunststoffs von dem Lösungsmittel ergeben. Bevorzugt kann die Siede-Temperatur beispielsweise in einem Bereich von 100° C bis 140° C liegen, welche durch die Wahl eines geeigneten Lösungsmittels oder in Form eines Verschnitts von zwei oder mehr Lösungsmitteln entsprechend einstellbar ist. Grundsätzlich wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn aus einer Reihe an geeigneten Lösungsmitteln jenes ausgewählt wird, welches die geringste Siede-Temperatur besitzt.

[0024] Selbstverständlich ist die Löse-Temperatur des Lösungsmittels so gewählt, dass diese unterhalb eines Wertes für die Schmelze des jeweiligen Kunststoffs liegt, um einer etwaigen Zerstörung der Polymere der Kunststoffe sicher vorzubeugen. Gleichzei-

tig kann die Siede-Temperatur des Lösungsmittels möglichst niedrig eingestellt sein, wobei sie beispielsweise von 80° C bis unter 120° C betragen kann.

[0025] Weiterhin ist die Erfindung auf ein Verfahren gerichtet, welches dem Lösen von in und/oder an einem Feststoff befindlichen Kunststoffen innerhalb einer Suspension, wie etwa Abfallsuspension, mit einem Lösungsmittel dient. Besonders bevorzugt kann es sich bei dem dabei zu verwendenden Lösungsmittel um das zuvor aufgezeigte erfindungsgemäße Lösungsmittel handeln, so dass die Ausführungen hierzu auch für das erfindungsgemäße Verfahren entsprechend gelten. Das erfindungsgemäße Verfahren geht vorliegend davon aus, dass zuvor eine den Feststoff nebst Kunststoffen in Kombination mit dem Lösungsmittel enthaltende Suspension angelegt wird, indem die Kunststoffe oder der die Kunststoffe enthaltende Feststoff in das Lösungsmittel überführt wird. Hierin geht wenigstens einer der Kunststoffe innerhalb des Lösungsmittels in Lösung, wobei das Lösungsmittel und der darin gelösten Kunststoff gemeinsam eine Polymerlösung bilden.

[0026] Hierzu wird nun vorgeschlagen, dass die zuvor angelegte Suspension mehrstufig auf unterschiedliche Löse-Temperaturen erhitzt wird. Mehrstufig meint hierbei, dass dasselbe Lösungsmittel entweder über einen jeweils bestimmten Zeitraum hinweg auf unterschiedliche Temperaturen erhitzt wird oder dass dasselbe Lösungsmittel in baulich voneinander getrennten Bereichen erhitzt wird und so gleichzeitig voneinander unterschiedliche Temperaturen aufweist. Kerngedanke dabei ist in jedem Fall die Nutzung ein und desselben Lösungsmittels, von dem eine Menge in aufeinanderfolgenden Stufen (mehrstufig) erhitzt oder beispielsweise zwei Mengen gleichzeitig voneinander unterschiedliche Temperaturen aufweisen, um in aufeinanderfolgenden Stufen genutzt zu werden. Dabei wird vorgeschlagen, dass in einer ersten Stufe bei einer ersten Löse-Temperatur ein erster Kunststoff gelöst wird. Weiterhin wird dann in einer zweiten Stufe bei einer zweiten Löse-Temperatur ein zweiter Kunststoff gelöst. Die sich dabei insbesondere aus der temperaturabhängigen Wirkung des Lösungsmittels auf den jeweiligen Kunststoff ergebenden Vorteile wurden bereits zuvor im Zusammenhang mit der Vorstellung des erfindungsgemäßen Lösungsmittels näher erläutert, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen an dieser Stelle auf die entsprechenden Ausführungen hierzu verwiesen wird.

[0027] Der grundsätzliche Erfindungsgedanke sieht vor, dass es sich bei den Kunststoffen bevorzugt um beispielsweise bei Abfällen häufig vorkommende, typische Sorten handeln kann. So kann es sich in vorteilhafter Weise bei dem ersten Kunststoff um Polyethylen (PE) handeln, während der zweite Kunststoff Polypropylen (PP) sein kann. Hiernach kann das Polyethylen (PE) bei oder im Bereich der ersten Löse-Temperatur des verwendeten Lösungsmittels gelöst werden, während das Polypropylen (PP) bei oder im Bereich der zweiten Löse-Temperatur gelöst wird. Auf diese Weise gehen Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) nacheinander durch Wahl der geeigneten Löse-Temperatur des Lösungsmittels in diesem in Lösung.

[0028] Grundsätzlich kann die erste Löse-Temperatur unterhalb der zweiten Löse-Temperatur liegen und umgekehrt. Bevorzugt liegt die zweite Löse-Temperatur oberhalb der ersten Löse-Temperatur. So kann der erste Kunststoff beispielsweise bei einer ersten Lösetemperatur von 80° C bis 110° C gelöst werden. Demgegenüber kann dann der zweite Kunststoff bei einer zweiten Löse-Temperatur von beispielsweise 120° C bis 180° C gelöst werden. In jedem Fall ist die maximal anzuwendende Löse-Temperatur an der Art des jeweiligen Kunststoffs auszurichten, um dessen Polymere nicht bei einer zu hohen Temperatur zu beschädigen oder gar zu zerstören.

[0029] Im Rahmen der Erfindung wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn die jeweiligen Löse-Temperaturen einen ausreichenden Temperaturabstand zueinander aufweisen. Dies vor dem Hintergrund eines sicheren, insbesondere großtechnischen Einsatzes, der so genügend Spielraum für etwaige Schwankungen in der jeweils einzuhaltenden und/oder zu erreichenden Temperatur erhält. Hierdurch lässt sich die Prozesssicherheit deutlich erhöhen. So wird es als vorteilhaft angesehen, wenn der Temperaturabstand zwischen der ersten Löse-Temperatur und der zweiten Löse-Temperatur von 10° K bis 30° K beträgt. Bevorzugt kann der Temperaturabstand von 15° K bis 25° K betragen. Als besonders vorteilhaft wird ein Temperaturabstand von 20° K, insbesondere +/- 2° K, angesehen.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung können zwei das Lösungsmittel enthaltene Vorrichtungen vorgehalten werden, beispielsweise in Form von geeigneten Behältern, Wannen oder Gehäusen. Auf diese Weise kann das Lösungsmittel in einer ersten Vorrichtung auf die erste Löse-Temperatur erwärmt werden, während es in einer zweiten Vorrichtung auf die zweite Löse-Temperatur erhitzt wird. Diese Maßnahme ist unabhängig davon zu verstehen, ob es sich dabei um jeweils dieselbe Menge an Lösungsmittel oder um zwei voneinander getrennte Mengen ein und desselben Lösungsmittels handelt. Mit anderen Worten kann das in der ersten Vorrichtung auf die erste Löse-Temperatur erwärmte Lösungsmittel beispielsweise in die zweite Vorrichtung überführt werden, um darin auf die zweite Löse-Temperatur erhitzt zu werden. Alternativ hierzu kann eine in den beiden Vorrichtungen vorhandene Menge an Lösungsmittel in vorteilhafter Weise unabhängig voneinander in die-

sen gleichzeitig auf jeweils eine der voneinander unterschiedlichen Löse-Temperaturen erhitzt werden.

[0031] Das Ansetzen zweier verschiedener Mengen an unterschiedlich temperiertem Lösungsmittel hat den Vorteil eines möglichst kontinuierlich durchführbaren Verfahrens, wobei die Suspension zunächst in die erste Vorrichtung verbracht und von da aus in die zweite Vorrichtung überführt werden kann. Hierdurch kann die erste Vorrichtung zur Aufnahme weiterer Suspension genutzt werden, ohne dass die Notwendigkeit eines abwechselnden Erwärmens und Abkühlens des Lösungsmittels besteht (wenn dieses innerhalb einer Vorrichtung von der ersten Löse-Temperatur auf die zweite Löse-Temperatur erhitzt wird und umgekehrt von der zweiten Löse-Temperatur wieder auf die erste Löse-Temperatur abzukühlen wäre).

[0032] Es versteht sich von selbst, dass die Eigenschaft und/oder Zusammensetzung der Suspension zwischen besagten Vorrichtungen verändert sein kann, da bei Erreichen der ersten Vorrichtung quasi noch sämtliche Kunststoffe in ungelöster Form vorliegen. Bei der Überführung in die zweite Vorrichtung kann sich deren Zusammensetzung dann im Wesentlichen auf den verbleibenden sowie noch mit Lösungsmittel durchsetzten und/oder benetzten Feststoff (nicht gelöster zweiter Kunststoff oder nicht gelöster zweiter Kunststoff und weiterer Feststoff) reduzieren. Im Rahmen der Erfindung findet auch für diese veränderte Eigenschaft und/oder Zusammensetzung grundsätzlich der Begriff Suspension Verwendung.

[0033] Vor diesem Hintergrund wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn das jeweilige Gut (Feststoff) oder die Kombination aus Gut (Feststoff) und zumindest etwas Lösungsmittel nach dem zumindest teilweisen Lösen des ersten Kunststoffs von der ersten Vorrichtung in die zweite Vorrichtung überführt wird, innerhalb der dann der zweite Kunststoff zumindest teilweise gelöst wird.

[0034] Nach einer bevorzugten Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die Suspension innerhalb eines gasdichten Systems auf wenigstens einer der möglichen Löse-Temperaturen erhitzt werden kann. Die gasdichte Auslegung des Systems ermöglicht es, das Lösungsmittel auch auf eine oberhalb seiner Siede-Temperatur liegende Löse-Temperatur zu überhitzen, ohne dieses innerhalb kurzer Zeit zu verdampfen. Die sich dabei insbesondere aus der möglichen Überhitzung des Lösungsmittels auf eine oberhalb seiner Siede-Temperatur liegende Löse-Temperatur ergebenden Vorteile liegen in einer hohen Reaktionsfreudigkeit des Lösungsmittels, welche zu einem überaus schnellen Lösen des Kunststoffs führt. Gleichzeitig ist so ein vollständigeres späteres Lösen des Kunststoffs aus der Polymerlösung heraus realisierbar, wodurch die Ausbeute an zu recycelndem Kunststoff entsprechend erhöht ist. Die erfindungsgemäßen Vorteile basieren insbesondere auf der aus der quasi Überhitzbarkeit des Lösungsmittels resultierenden Druckerhöhung innerhalb des insofern geschlossenen, gasdichten Systems.

[0035] Weiterhin kann dabei ein innerhalb des geschlossenen, gasdichten Systems vorliegender Innendruck manipuliert werden. Eine solche Manipulation kann sich dabei insbesondere in einer Erhöhung des Innendrucks äußern. Neben der möglichen Verwendung eines mit dem System auf geeignete Weise verbundenen Verdichters kann eine solche Erhöhung des Innendrucks bereits allein aus der ohnehin durchzuführenden Erwärmung oder gar Überhitzung des Lösungsmittels heraus erfolgen. Demgegenüber kann eine Herabsetzung des Innendrucks allein auf einer entsprechenden Abkühlung des Lösungsmittels und/oder dem Entspannen des Systems basieren. Insbesondere die Erhöhung des Innendrucks verbessert die Eigenschaften des Lösungsmittels derart, dass ein schnelleres Lösen des Kunststoffs und eine Erhöhung der Ausbeute an gelöstem Kunststoff durchführbar sind. Das am Ende des Prozesses stehende Ablösen des Kunststoffs kann dann durch das Flashen (Entspannen des Systems nach Überhitzen) des Lösungsmittels in vorteilhafter Weise verbessert werden.

[0036] Grundsätzlich kann das Ablösen des jeweiligen Kunststoffs aus der Polymerlösung heraus erfolgen, indem das Lösungsmittel und/oder gelösten Kunststoff enthaltendes Lösungsmittel (Polymerlösung) verdampft wird. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann das Lösungsmittel und/oder gelösten Kunststoff enthaltende Lösungsmittel nach seiner Überhitzung abgelöst werden, indem nach dessen Überhitzung das gasdichte System zumindest bereichsweise entspannt wird (Flashen). Hierbei kann sich insbesondere eine hohe Löse-Temperatur des Lösungsmittels in vorteilhafter Weise bemerkbar machen. Aufgrund der bevorzugt nahe der Siede-Temperatur liegenden Löse-Temperatur bewirkt ein Entspannen des Systems ein überaus schnelles bis schlagartiges Verdampfen des Lösungsmittels, wobei der zuvor noch darin gelöste jeweilige Kunststoff abgelöst wird und insofern zurückbleibt. Auf diese Weise ergibt sich ein überaus wirtschaftlicher da schneller Betrieb. Es versteht sich von selbst, dass das sich dann im gasförmigen Zustand befindliche Lösungsmittel auf geeignete Weise wieder kondensiert wird, um dessen Rückgewinnung und bevorzugte erneute Verwendung im Sinne eines kontinuierlichen Kreislaufs zu erreichen.

[0037] Eine Weiterentwicklung sieht den Einsatz einer Zentrifuge als Bestandteil des gasdichten Systems vor. Dabei kann die Zentrifuge dem verbesserten Abtrennen und/oder Lösen des jeweiligen Kunst-

stoffs aus einem zumindest einen weiteren Feststoff enthaltenen Gut bzw. Zentrifugiergut dienen. Hierzu wird vorgeschlagen, dass die Suspension zentrifugiert wird, so dass eine gleichmäßige und innerhalb kurzer Zeit erfolgende Abtrennung des in Lösung gehenden Kunststoffes von den übrigen Feststoffen ermöglicht wird. Der hierfür notwendige Aufbau sieht vor, dass die Zentrifuge ein entsprechend gasdicht ausgestaltetes Gehäuse umfasst, innerhalb dem ein das Zentrifugiergut aufnehmender, bevorzugt hohlzylindrischer, Dreheinsatz rotierbar angeordnet ist. Auf diese Weise wird die Suspension, ggf. unter Druck, durch den rotierenden Dreheinsatz zentrifugiert, während dieser von dem Gehäuse gasdicht umschlossen ist.

[0038] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass der gasdichte Aufbau der Zentrifuge einen sicheren Umgang auch mit wenigstens einem leicht- oder gar hochentzündlichen Lösungsmittel ermöglicht, da durch das quasi verkapselte Zentrifugieren der Suspension eine Entzündung etwaiger Lösungsmitteldämpfe ausgeschlossen ist. Hierdurch ist nunmehr der vorteilhafte Einsatz von Lösungsmitteln zum Lösen von Kunststoff mit dem vorteilhaften Auszentrifugieren des oder der übrigen Feststoffe prozesssicher kombinierbar. Zudem bietet die gasdichte Ausgestaltung des Systems die Möglichkeit zur Überhitzung des Lösungsmittels nahe an oder gar über seine Siede-Temperatur hinaus. So kann der jeweils abzutrennende Kunststoff innerhalb kürzester Zeit in Lösung gehen, während die übrigen Feststoffe aufgrund ihrer Massenträgheit mittels Zentrifugieren von dem den gelösten Kunststoff enthaltenden Lösungsmittel kontrolliert entfernbar sind. Die Konsistenz der Lösungsmittel bzw. der gelösten Kunststoff enthaltenden Polymerlösung kann dabei beispielsweise so eingestellt sein, dass diese eine möglichst geringe Viskosität besitzt. Auf diese Weise kann der gelöste Kunststoff - anders als bei seiner Abtrennung durch reines Erhitzen - auch ohne nennenswerten Widerstand durch das restliche Zentrifugiergut hindurch von diesem abgetrennt werden.

[0039] Die gasdichte Ausgestaltung der Zentrifuge und/oder des gesamtem Systems ermöglicht zudem die besonders vorteilhafte Erhitzung der Polymerlösung und insbesondere des Lösungsmittels bis nahe, auf oder gar über seine Siede-Temperatur hinaus, was - neben einer mitunter so möglichen Erhöhung seiner Reaktionsfreudigkeit - besonders das anschließende Ablösen des gelösten Kunststoffs aus dem Polymerlösung in vorteilhafter Weise erleichtert.

[0040] Aufgrund der aus dem System und insbesondere dem geschlossenen Gehäuse der Zentrifuge resultierenden erfindungsgemäßen Gasdichtheit kann nunmehr auch trotz hoher Sicherheitsanforderungen ein großtechnischer Einsatz mit Lösungsmittel durchgeführt werden, welcher einen hohen Durchsatz an Zentrifugiergut ermöglicht. Gegenüber mit zum Teil hohen Temperaturen betriebenen Zentrifugen ergibt sich ferner der Vorteil eines überaus wirtschaftlichen und wartungsarmen Betriebs.

[0041] Nach einer besonders bevorzugten weitergehenden Maßnahme kann der Anteil an Sauerstoff innerhalb des Gehäuses zumindest teilweise herabgesetzt werden. Dies kann in vorteilhafter Weise durch das Einleiten von Inertgas erfolgen, in dessen Folge der innerhalb des Gehäuses enthaltene Sauerstoff in einem entsprechenden Maße verdrängt wird. Dies ermöglicht ein hohes Maß an Sicherheit für den Betrieb der Zentrifuge, da die sich innerhalb des Gehäuses ausbreitenden Lösungsmitteldämpfe mangels eines ausreichend vorliegenden Sauerstoffanteils keinen entzündlichen Zustand erreichen können. Zudem lässt sich durch das Einleiten von Inertgas in das gasdichte System hinein dessen Innendruck auf oder über den Dampfdruck des Lösungsmittels erhöhen, so dass auch bei Überschreiten der Siede-Temperatur des Lösungsmittels dessen Verdampfen prozesssicher unterbunden wird.

[0042] Gemäß einer Weiterentwicklung des Verfahrens können aus dem Zentrifugiergut abgetrennte Feststoffe in einen mit dem Gehäuse verbundenen gasdichten Behälter überführt werden. Besagte Überführung der Feststoffe kann dabei kontinuierlich oder zeitweise erfolgen. Dank des gasdichten Austausches der auszentrifugierten Feststoffe aus der Zentrifuge heraus in besagten Behälter wird die Sicherheit nochmals erhöht, da so ein etwaiger Kontakt mit Luftsauerstoff vollständig vermieden wird.

[0043] Um eine erleichterte Weiterbehandlung der auszentrifugierten Feststoffe zu erreichen, sieht eine vorteilhafte Maßnahme die Zugabe eines geeigneten Mittels vor, um die in den gasdichten Behälter überführten Feststoffe innerhalb diesem zu resuspendieren. Bei dem dabei verwendeten Mittel kann es sich in besonders bevorzugter Weise um Wasser (H_2O) handeln. Etwaiges noch enthaltenes Lösungsmittel und/oder gelösten Kunststoff enthaltendes Lösungsmittel wird hierdurch auf ein unkritisches Maß verdünnt, so dass eine sichere Weiterbehandlung auch in sich anschließenden offenen und insofern nicht-gasdicht ausführbaren Prozessen gewährleistet ist. Alternativ oder in Ergänzung zu Wasser kann auch wenigstens ein weiteres Lösungsmittel hierbei Verwendung finden.

[0044] Im Rahmen der vorgestellten Erfindung wird es als überaus vorteilhaft angesehen, wenn das erfindungsgemäße Lösungsmittel in einer gasdichten Zentrifuge, insbesondere innerhalb eines gasdichten Systems einer Abfall-Trennanlage, Verwendung findet. Hierin kann sie in besonders bevorzugter Weise nach den Maßnahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens betrieben werden, um wenigstens zwei in

und/oder an einem Feststoff befindliche unterschiedliche Kunststoffe innerhalb einer Suspension, wie etwa Abfallsuspension, zu lösen.

[0045] Weiterhin ist die Erfindung auf ein Verfahren zur Zusammenstellung eines als Verschnitt aus zwei oder mehr Lösungsmitteln zusammengesetzten Lösungsmittels gerichtet, welches zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff befindlicher Kunststoffe vorgesehen ist. Bei dem so zusammenzustellenden Lösungsmittel kann es sich in bevorzugter Weise um das zuvor näher erläuterte erfindungsgemäße Lösungsmittel handeln. Hierzu wird vorgeschlagen, dass aus den Gruppen der miteinander zusammenzusetzenden Lösungsmitteln das die jeweils niedrigsten Siede-Temperatur aufweisende Lösungsmittel zugesetzt wird. Hieraus ergibt sich der Vorteil einer möglichst geringen und insofern wirtschaftlichen Erhitzung des Lösungsmittels, um dieses innerhalb eines gasdichten System auf über seine Siedetemperatur zu erhitzen. Dies ist insofern günstig, als dass der gelöste Kunststoff durch das anschließende Flashen der Polymerlösung von dem Lösungsmittel in einfacher Weise und innerhalb kürzester Zeit mit nur geringem Aufwand ablösbar ist.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren mit dem erfindungsgemäßen Lösungsmittel.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0046] **Fig. 1** zeigt einen schematischen Aufbau einer Abfall-Trennanlage **1** zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die zumindest in relevanten Bereichen als gasdichtes System ausgebildete Abfall-Trennanlage **1** umfasst eine eingangs angeordnete erste Lösestation **2**, welche der Vorbereitung von Abfall zur anschließenden Trennung darin befindlicher Stoffe dient. Hierzu wird vorliegend Feststoff **F** mit wenigstens zwei daran oder darin befindlichen Kunststoffen **K1**, **K2** aufweisender Abfall in die Lösungsmittel **L** enthaltende erste Lösestation **2** überführt. Die erste Lösestation **2** kann beispielsweise einen oder mehrere hier nicht näher gezeigte Behälter und/oder Becken beinhalten, welche zumindest teilweise mit Lösungsmittel **L** gefüllt sind.

[0047] Es ist anzumerken, dass sich der Feststoff **F** aus wenigstens zwei unterschiedlichen Kunststoffen **K1**, **K2** und einem weiteren Feststoff **F**, wie beispielsweise Metall und/oder Papier, aber auch nur aus zwei voneinander unterschiedlichen Kunststoffen **K1**, **K2** zusammensetzen kann. In letzterem Fall gilt im Rahmen der Erfindung dann der Kunststoff **K1**, **K2** als Feststoff **F**, welcher nicht oder noch nicht innerhalb des Lösungsmittels **L** in Lösung gegangen ist.

[0048] Beispielhaft wird vorliegend von einer Zusammensetzung des Abfalls aus einem Gemisch ausgegangen, welches 50 M-% an Polyethylen (PE) und weitere 40 M-% an Polypropylen (PP) sowie 10 M-% an Feststoff **F** beinhaltet, beispielsweise etwaige Füllstoffe und/oder Verunreinigungen. Das Gemisch wird innerhalb der Lösestation **2** zu zwei Teilen mit neun Teilen Lösungsmittel **L** in Form von Methylcyclohexan (MCH) zu einer Suspension **S** (Abfallsuspension) vermischt.

[0049] Die so angelegte Suspension **S** verbleibt für einen ausreichenden Zeitraum innerhalb der ersten Lösestation **2**, wobei dessen Temperatur auf eine erste Löse-Temperatur **T1** des Lösungsmittels K (MCH) von 100° C erhöht und/oder wenigstens die erste Lösestation **2** bei einer ersten Löse-Temperatur **T1** betrieben werden kann. Da die erste Löse-Temperatur **T1** des Lösungsmittels **L** oberhalb seiner Siede-Temperatur **ST** von 99° C (**T1 > ST**) liegt, würde es zu einem unerwünschten Verdampfen des Lösungsmittels **L** kommen. Um dies zu verhindern, kann das System der Abfall-Trennanlage **1** bevorzugt mit einem oberhalb des atmosphärischen Drucks bzw. des Dampfdrucks des Lösungsmittels **L** liegenden Innendruck betrieben werden. Hierzu kann eine nicht näher dargestellte Inertisierungs-Einrichtung vorgesehen sein, über welche - zur Erhöhung des Innendrucks und zur zumindest teilweisen Verdrängung von Sauerstoff aus dem System - dann ein Inertgas in das gesamte gasdichte System geleitet wird.

[0050] Während dieses Zeitraums geht der zu lösende erste Kunststoff **K1** (PE) zumindest teilweise, bevorzugt vollständig, innerhalb des seine erste Löse-Temperatur **T1** aufweisenden Lösungsmittels **L** in Lösung, während der nicht in Lösung gehende Feststoff **F** (in Form des nicht in Lösung gehenden zweiten Kunststoffs **K2** und/oder des weiteren Feststoffs **F**) innerhalb einer sich aus dem Lösungsmittel **L** und dem gelösten ersten Kunststoff **K1** bildenden Polymerlösung verbleibt.

[0051] Anschließend wir die zuvor angelegte Suspension **S** in eine Trennstation **3** überführt, welche eine nicht näher gezeigte gasdichte Zentrifuge beinhaltet. Dabei gelangt die Suspension **S** über einen Einlauf **4** in besagte Zentrifuge der Trennstation 3, innerhalb welcher der Feststoff **F** zusammen mit dem oder in Form des nicht in Lösung gegangenen zweiten Kunststoff **K2** aus der Suspension **S** herauszentrifugiert wird.

[0052] Die aus der Trennstation **3** verbleibende Polymerlösung wird an eine hier nicht näher gezeigte Lösemittelabtrennung weitergeleitet, welche dem Ablösen des ersten Kunststoffs **K1** (PP) aus dem Lösungsmittel **L** heraus dient. Dies kann in besonders bevorzugter Weise durch das „Flashen“ der Polymerlösung erfolgen. Hierbei wird das System lokal inner-

halb der Lösemittelabtrennung entspannt, indem der erhöhte Innendruck abrupt gesenkt wird. Da das auf seine über der Siede-Temperatur **ST** liegende erste Löse-Temperatur **T1** erhitzte Lösungsmittel **L** in der Polymerlösung dabei schlagartig auf seine Siede-Temperatur **ST** abkühlt, geht dieses rasch in den dampfförmigen Zustand über, so dass eine überaus schnelle Ablösung des ersten Kunststoffs **K1** aus der Polymerlösung heraus möglich ist. Im Ergebnis verbleibt der so rückgewonnene erste Kunststoff **K1** (PE) frei von Lösungsmittel **L**.

[0053] Das verdampfte Lösungsmittel **L** wird in nicht näher gezeigter Weise innerhalb des Systems kondensiert und über einen Abfluss aus der Lösemittelabtrennung heraus abgeführt.

[0054] Der beim Zentrifugieren anfallende Feststoff **F** (in Form des nicht gelösten zweiten Kunststoffs **K2** oder in Kombination mit weiterem Feststoff **F**) wird über einen geeigneten Auslauf **5** der Zentrifuge der Trennstation **3** aus diesem heraus in eine zweite Lösestation **6** weitergeleitet. In dieser wird der Feststoff **F** bzw. zweite gelöste Kunststoff **K2** erneut innerhalb des Lösungsmittels **L** resuspendiert, wobei das Lösungsmittel **L** dabei auf eine mit einem Temperaturabstand **ΔT** über der ersten Löse-Temperatur **T1** liegende zweite Löse-Temperatur **T2** von 125° C erhitzt ist. Die so angelegte Suspension **S** weist eine Vermischung aus fünf Teilen Feststoff **F** und vierzig Teilen Lösungsmittel **L** in Form des Methylcyclohexan (MCH) auf. Durch den bei der zweite Löse-Temperatur **T2** in Lösung gehenden zweiten Kunststoff **K2** entsteht eine 10 M-%ige Polymerlösung mit Polypropylen (PP).

[0055] Die Suspension **S** aus der zweiten Lösestation **6** wird in nicht näher gezeigter Weise einer weiteren Trennstation zugeführt, um den verbleibenden Feststoff **F** von der Polymerlösung aus Lösungsmittel **L** und darin gelöstem zweiten Kunststoff **K2** (PP) beispielsweise mittels zentrifugieren zu trennen. Diese Polymerlösung wird ebenfalls an eine hier nicht näher gezeigte Lösemittelabtrennung weitergeleitet, welche dem Ablösen des zweiten Kunststoffs **K2** (PP) aus dem Lösungsmittel **L** heraus dient. Dies kann in besonders bevorzugter Weise ebenfalls durch das „Flashen“ der Polymerlösung erfolgen. Im Ergebnis verbleibt der so rückgewonnene zweite Kunststoff **K2** (PP) frei von Lösungsmittel **L**.

[0056] Der aus den vorhergehenden Maßnahmen gewonnene Feststoff **F** wird abschließend an eine Feststoffbehandlung **7** weitergeleitet, worin das Lösungsmittel **L** auf geeignete Weise von dem Feststoff **F** getrennt und über einen Abfluss aus der Feststoffbehandlung **7** heraus abgeführt wird. Die Feststoffbehandlung **7** kann beispielsweise eine eingebaute oder nachgeschaltete Schleuse aufweisen, über welche letztlich der Feststoff **F** frei von etwaigen Rückständen an Lösungsmittel **L** entnommen werden kann.

[0057] In vorteilhafter Weise kann das rückgewonnene Lösungsmittel **L** im Kreislauf geführt und über entsprechende Rückleitungen wieder den Lösestationen **2**, **6** zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

1	Abfall-Trennanlage
2	erste Lösestation
3	Trennstation
4	Einlauf
5	Auslauf
6	zweite Lösestation
7	Feststoffbehandlung
F	Feststoff
K1	erster Kunststoff
K2	zweiter Kunststoff
L	Lösungsmittel
S	Suspension
T1	erste Löse-Temperatur
T2	zweite Löse-Temperatur
ST	Siede-Temperatur
ΔT	Temperaturabstand

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4343784 A1 [0009, 0010]
- DE 102005026451 A1 [0011]

Patentansprüche

1. Lösungsmittel zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), insbesondere Abfallsuspension, **gekennzeichnet durch** eine Temperaturabhängigkeit der lösenden Wirkung des Lösungsmittels (L) auf die Kunststoffe (K1, K2), wobei der erste Kunststoff (K1) bei einer ersten Löse-Temperatur (T1) des Lösungsmittels (L) und der zweite Kunststoff (K2) bei einer zweiten Löse-Temperatur (T2) des Lösungsmittels (L) lösbar ist.

2. Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), wie etwa Abfallsuspension, mit einem Lösungsmittel (L), insbesondere nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das die Suspension (S) mehrstufig auf unterschiedliche Löse-Temperaturen (T1, T2) erhitzt wird, wobei in einer ersten Stufe bei einer ersten Löse-Temperatur (T1) der erste Kunststoff (K1) gelöst wird und in einer zweiten Stufe bei einer zweiten Löse-Temperatur (T2) der zweite Kunststoff (K2) gelöst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erster Kunststoff (K1) Polyethylen (PE) und als zweiter Kunststoff (K2) Polypropylen (PP) gelöst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erster Kunststoff (K1) bei einer ersten Löse-Temperatur (T1) von 80° C bis 110°C gelöst wird und der zweite Kunststoff (K2) bei einer zweiten Löse-Temperatur (T2) von 120° C bis 180° C gelöst wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Löse-Temperatur (T1) und die zweite Löse-Temperatur (T2) mit einem Temperaturabstand (ΔT) von 20° K voneinander eingestellt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **gekennzeichnet durch** die Vorhaltung zweier das Lösungsmittel (L) enthaltenen Vorrichtungen, in denen das Lösungsmittel (L) in einer ersten Vorrichtung auf die erste Löse-Temperatur (T1) erwärmt wird und das Lösungsmittel (L) in einer zweiten Vorrichtung auf die zweite Löse-Temperatur (T2) erwärmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Suspension (S) nach dem zumindest teilweisen Lösen des ersten Kunststoffs (K1) von der ersten Vorrichtung in die zweite Vorrichtung überführt wird, um den zweiten Kunststoff (K2) zumindest teilweise zu lösen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Suspension (S) innerhalb eines gasdichten Systems auf wenigstens eine der Löse-Temperaturen (T1, T2) erhitzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Innendruck des gasdichten Systems durch einen Verdichter und/oder eine Temperaturveränderung manipuliert, insbesondere erhöht, wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gasdichte System eine Zentrifuge aufweist, welche ein gasdichtes Gehäuse besitzt, wobei die Suspension (S) innerhalb des gasdichten Gehäuses der Zentrifuge zentrifugiert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anteil an Sauerstoff innerhalb des gasdichten Systems zumindest teilweise durch Einleiten von Inertgas verdrängt wird.

12. Verwendung eines Lösungsmittels (L) nach Anspruch 1 in einem eine gasdichte Zentrifuge umfassenden gasdichten System, wie etwa von einer Abfall-Trennanlage (1), insbesondere für ein Verfahren zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), wie etwa Abfallsuspension, nach einem der Ansprüche 2 bis 10.

13. Verfahren zur Zusammenstellung eines als Verschnitt aus zwei oder mehr Lösungsmitteln zusammengesetzten Lösungsmittels (L), insbesondere nach Anspruch 1, zum Lösen wenigstens zweier in und/oder an einem Feststoff (F) befindlicher Kunststoffe (K1, K2) innerhalb einer Suspension (S), wie etwa Abfallsuspension, wobei aus den Gruppen der miteinander zusammenzusetzenden Lösungsmitteln das die jeweils niedrigsten Siede-Temperatur (ST) aufweisende Lösungsmittel zugesetzt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

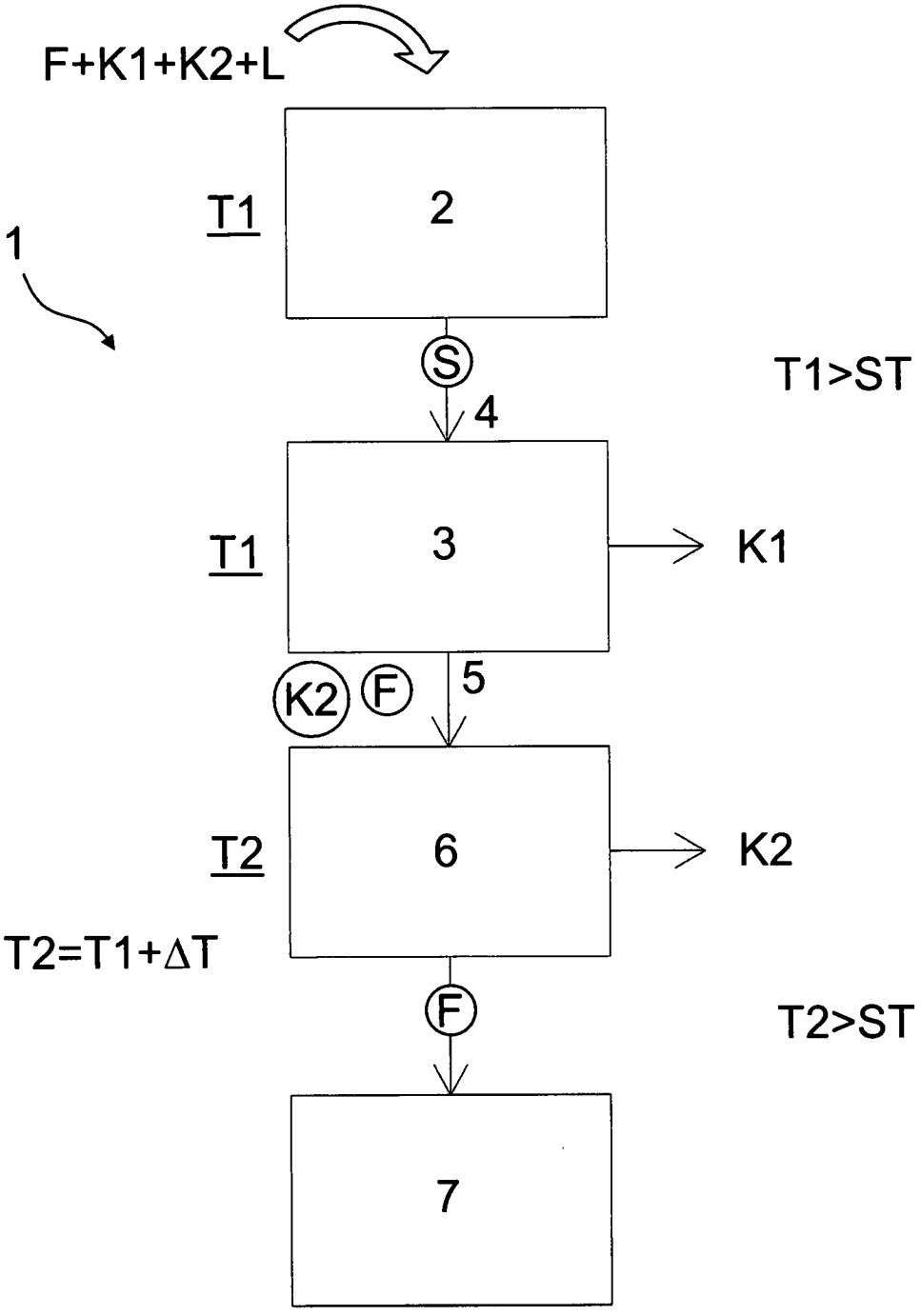


Fig. 1