

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. Oktober 2014 (09.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/161735 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C08F 6/00 (2006.01) *C08F 6/10* (2006.01)
C08C 2/06 (2006.01) *C08F 6/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055826

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2014 (24.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 205 990.6 4. April 2013 (04.04.2013) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG**
E. V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **WENDLER, Ulrich**; Haibuchenweg 12, 06118
Halle (DE). **VATER, Marcus**; Kleine Ulrichstrasse 21,
06108 Halle (DE). **GEHRHARDT, Carsten**; Florian-
Geyer-Strasse 14, 06217 Merseburg (DE). **HERZIG,
Frank**; Gartenweg 3, 06184 Kabelsketal / OT Gottenz
(DE).

(74) Anwalt: **HAGGENMÜLLER, Christian**; MAIWALD
PATENTANWALTS GMBH, Elisenstr. 3 / Elisenhof,
80335 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR SEPARATION OF A POLYMER FROM A POLYMER SOLUTION OR DISPERSION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ABTRENNUNG EINES POLYMERS AUS EINER POLYMERLÖSUNG ODER
-DISPERSION

(57) Abstract: The present invention relates to a method for separation of a polymer from a polymer solution or dispersion, wherein
(i) a solution or dispersion of a polymer in an organic solvent is atomized by being brought into contact with water vapour in an
atomizer container; (ii) the mixture obtained in the atomizer container is routed into a polymer degasification container and flows
through same, wherein the organic solvent present in the polymer particles is driven at least partially out of the polymer particles due
to the thermal contact between the polymer particles and the water vapour and transitions into the gas phase; (iii) the mixture exiting
from the polymer degasification container is routed into a phase separator (1) and the organic solvent present in the gas phase is
separated from the polymer particles and the condensed water vapour; and (iv) the polymer particles and the condensed water vapour
are routed into a phase separator (2) in order to separate the polymer particles from the condensed water vapour.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung
oder -dispersion, wobei (i) eine Lösung oder Dispersion eines Polymers in einem organischen Lösungsmittel durch in Kontakt
bringen mit Wasserdampf in einem Zerstäuberbehälter zerstäubt wird, (ii) das im Zerstäuberbehälter erhaltene Gemisch in einen
Polymerentgasungsbehälter weitergeleitet wird und diesen durchströmt, wobei das in den Polymerpartikeln vorliegende organische
Lösungsmittel durch den thermischen Kontakt zwischen den Polymerpartikeln und dem Wasserdampf zumindest teilweise aus den
Polymerpartikeln ausgetrieben und in die Gasphase überführt wird, (iii) das den Polymerentgasungsbehälter verlassende Gemisch in
einen Phasenseparator 1 weitergeleitet wird und das in der Gasphase vorliegende organische Lösungsmittel von den
Polymerpartikeln und dem kondensierten Wasserdampf getrennt wird, (iv) die Polymerpartikel und der kondensierte Wasserdampf
in einen Phasenseparator 2 weitergeleitet werden, um die Polymerpartikel von dem kondensierten Wasserdampf abzutrennen.



WO 2014/161735 A1

5

10

**Verfahren zur Abtrennung eines Polymers aus
einer Polymerlösung oder -dispersion**

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung oder -dispersion sowie eine Vorrichtung bzw. Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

20

Ein großtechnisch wichtiges Herstellungsverfahren von Polymeren ist die Lösungspolymerisation. Um das Polymer zu gewinnen, ist das Lösungsmittel abzutrennen. Problematisch ist dabei unter anderem, dass in dem Polymermaterial noch organisches Lösungsmittel verbleibt. Da aufgrund gesetzlicher Bestimmungen und strengerer Umweltauflagen häufig ein sehr geringer Restgehalt an flüchtigen organischen Stoffen gefordert wird, besteht ein Bedarf an effizienten Verfahren zur Abtrennung des Polymers aus einer Polymerlösung. Besonderes Augenmerk liegt auf der Kompaktheit des verfahrenstechnischen Aufbaus sowie der energiesparenden und ressourcenschonenden Durchführung des Prozesses bei weitestgehender Vermeidung einer Produktschädigung.

30

Bekannt ist, die Lösungsmittelabtrennung bei der Lösungspolymerisation von Polymeren (wie z.B. Elastomeren) über Koagulation/Strippung durchzuführen. Nach einer Zerstäubung mit Wasserdampf wird das erhaltene Gemisch in einen gerührten Behälter überführt. Die Polymerpartikel liegen in diesem Behälter in

35

flüssigem Wasser dispergiert vor. Unter Beheizung wird noch verbleibendes Lösungsmittel aus den Polymerpartikeln in die flüssige wässrige Phase überführt und gelangt von dort in den Gasraum. Um das organische Lösungsmittel in ausreichender Menge aus den Polymerpartikeln auszutreiben, ist eine längere Verweilzeit dieser wässrigen Polymer-Suspension in dem gerührten Behälter erforderlich. Die wässrige Polymer-Suspension wird üblicherweise in mindestens einen weiteren Rührbehälter überführt. Dort wird analog zum ersten Apparat (eventuell unter vermindertem Druck) durch Heizenergie eine weitere Ausdampfung des Lösungsmittels aus den Polymerteilchen vorgenommen. Dieses Verfahren ist relativ zeitaufwendig. Die mittlere Polymer-Verweilzeit in einer solchen Anlage kann beispielsweise bis zu 2 Stunden betragen, was wiederum zu einer hohen thermischen Belastung des Polymers führt. Weiterhin müssen solche Anlagen häufig in gewissen Mindestdimensionen ausgeführt werden, um eine stabile Betriebsweise zu gewährleisten. Somit ist für einen rentablen Betrieb ein Mindestdurchsatz erforderlich, eine Mengenanpassung an kleintonnagige (Spezial-)Produkte ist schwierig.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung, das sich energiesparend und ressourcenschonend bei weitestgehender Vermeidung einer Produktschädigung durchführen lässt und einen kompakten verfahrenstechnischen Aufbau ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Vorrichtung bzw. Anlage, mit der sich dieses Verfahren möglichst effizient durchführen lässt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung oder -dispersion, folgende Schritte umfassend:

- (i) eine Lösung oder Dispersion eines Polymers in einem organischen Lösungsmittel wird durch in Kontakt bringen mit Wasserdampf in einem

Zerstäuberbehälter zerstäubt, wobei ein Teil des organischen Lösungsmittels in die Gasphase überführt wird, ein Teil des Wasserdampfes in Form von Tröpfchen kondensiert und Polymerpartikel erhalten werden, in denen noch organisches Lösungsmittel vorliegt,

5

(ii) das im Zerstäuberbehälter erhaltene Gemisch wird in einen Polymerentgasungsbehälter weitergeleitet und durchströmt den Polymerentgasungsbehälter, wobei das in den Polymerpartikeln vorliegende organische Lösungsmittel durch den thermischen Kontakt zwischen den Polymerpartikeln und dem Wasserdampf zumindest teilweise aus den

10

(iii) das den Polymerentgasungsbehälter verlassende Gemisch wird in einen Phasenseparator 1 weitergeleitet und in dem Phasenseparator 1 wird das in der Gasphase vorliegende organische Lösungsmittel und, sofern noch vorhanden, der Wasserdampf, von den Polymerpartikeln und dem kondensierten Wasserdampf getrennt,

15

(iv) die abgetrennten Polymerpartikel und der abgetrennte kondensierte Wasserdampf aus Schritt (iii) werden in einen Phasenseparator 2 weitergeleitet und in dem Phasenseparator 2 werden die Polymerpartikel von dem kondensierten Wasserdampf abgetrennt.

20

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung versteht man unter „Wasserdampf“ Wasser in gasförmigem Zustand.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren ist für eine Vielzahl unterschiedlicher Polymere und Polymerlösungen anwendbar.

Beispielsweise kann es sich bei dem Polymer um ein Elastomer, einen Thermoplasten oder um ein Gemisch dieser Polymere handeln.

5 Als beispielhafte Elastomere können Polybutadien, statistische Copolymere aus Styrol und Butadien sowie EP(D)M genannt werden.

Als beispielhafte Thermoplasten können Poly(meth)acrylate wie PMMA genannt werden.

10 Geeignete organische Lösungsmittel für Polymere sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Je nach Art des Polymers kann es sich um ein polares oder ein unpolares Lösungsmittel oder auch um Gemische dieser Lösungsmittel handeln. Als beispielhafte unpolare Lösungsmittel können aliphatische oder cycloaliphatische Lösungsmittel oder Gemische davon genannt werden. Als beispielhafte polare
15 Lösungsmittel können Ether oder Essigsäurealkylester (z.B. längerkettige Essigsäurealkylester) genannt werden. Üblicherweise handelt es sich bei der in Schritt (i) verwendeten Polymerlösung um die am Ende einer Lösungspolymerisation erhaltene Polymerlösung, aus der dann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens das Polymer abgetrennt werden soll.

20 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann die in den Zerstäuberbehälter eingebrachte Polymerlösung neben dem organischen Lösungsmittel auch Wasser enthalten. Wichtig ist nur, dass das organische Lösungsmittel in einer Menge vorliegt, um das Polymer zumindest teilweise zu lösen oder zu dispergieren.

25 Der Feststoffanteil der in Schritt (i) verwendeten Polymerlösung kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung über einen breiten Bereich variiert werden und beträgt beispielsweise 5-40 Gew%, bevorzugter 10-30 Gew% oder 12-25 Gew%.

Wie oben erwähnt, wird in Schritt (i) des erfindungsgemäßen Verfahrens die Polymerlösung oder -dispersion durch in Kontakt bringen mit Wasserdampf zerstäubt. Eine solche Zerstäubung unter Verwendung von Wasserdampf sowie hierfür geeignete Vorrichtungselemente sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

5

Beispielsweise kann die Polymerlösung mit dem Wasserdampf in einer Mehrstoffdüse (wie einer Zweistoff- oder Dreistoffdüse) in Kontakt gebracht werden. Sofern neben der Polymerlösung und dem Wasserdampf noch weitere, optionale Komponenten in den Zerstäuberbehälter eingebracht werden sollen, kann eine Dreistoffdüse bevorzugt sein. Bei einer solchen optionalen Komponente kann es sich beispielsweise um Waschwasser handeln, dem gegebenenfalls noch weitere Additive zugesetzt sein können.

Die Öffnung, über die der Wasserdampf in den Zerstäuberbehälter eingeleitet wird, kann unterschiedliche Formen aufweisen. Beispielsweise kann diese Öffnung kreisförmig oder oval oder alternativ auch schlitzförmig sein. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass der Wasserdampf nur über eine Öffnung oder alternativ über zwei oder mehr Öffnungen in den Zerstäuberbehälter eingeleitet wird.

20

Das Einleiten der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter kann über gängige, dem Fachmann bekannte Vorrichtungselemente erfolgen. Beispielsweise kann die Polymerlösung über Bohrungen in der Wand des Zerstäuberbehälters, bevorzugt zylindrische und/oder konische Bohrungen, in den Zerstäuberbehälter eingeleitet werden.

25

In Abhängigkeit von Polymertyp und Polymerkonzentration hat sich ein Bohrungsdurchmesser von 0,1 bis 8 mm, bevorzugter 0,5 bis 6 mm oder 1,0 bis 5,0 mm als zweckmäßig erwiesen. Andere Bohrungsdurchmesser sind jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung ebenfalls verwendbar.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt der Eintritt der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter unter einem Winkel von 45-100°, bevorzugter 60-95°, noch bevorzugter 80-90° zum Eintritt des Wasserdampfes in den Zerstäuberbehälter.

- 5 Durch diese relative Orientierung zueinander kann eine verbesserte Zerstäubung der Polymerlösung realisiert werden.

Prinzipiell können aber in dem erfindungsgemäßen Verfahren der Eintritt der Polymerlösung und der Eintritt des Wasserdampfes in den Zerstäuberbehälter auch
10 parallel ausgerichtet sein, sofern dieses in Kontakt bringen noch zu einer ausreichenden Zerstäubung der Polymerlösung führt.

Durch das in Kontakt bringen der Polymerlösung mit dem Wasserdampf wird einerseits eine Zerstäubung der Polymerlösung erzielt und außerdem findet ein
15 Transfer thermischer Energie von dem heißen Wasserdampf auf das organische Lösungsmittel statt. Dies wiederum bewirkt, dass ein Teil des organischen Lösungsmittels in die Gasphase überführt wird und ein Teil des Wasserdampfes in Form von Tröpfchen kondensiert. Weiterhin bilden sich aufgrund der Überführung von organischem Lösungsmittel in die Gasphase Polymerpartikel aus. Der
20 thermische Energietransfer von dem Wasserdampf auf die Polymerlösung ist jedoch noch nicht ausreichend, um bereits im Zerstäuberbehälter in Schritt (i) Polymerpartikel mit dem gewünscht niedrigen Gehalt an organischem Lösungsmittel (wie z.B. von gesetzlichen Bestimmungen gefordert) zu erhalten. In den im
Zerstäuberbehälter erhaltenen Polymerpartikeln liegt also noch organisches
25 Lösungsmittel vor, das in einem oder mehreren nachgeschalteten Schritten erst noch zu entfernen ist.

Druck und Temperatur des in den Zerstäuberbehälter eingeleiteten Wasserdampfes können über einen breiten Bereich variiert werden. Ebenso kann das Masseverhältnis
30 von Wasserdampf und Polymerlösung über einen breiten Bereich variiert werden.

Wichtig ist jedoch, dass der Wasserdampf in Schritt (i) nicht vollständig kondensiert und somit in dem nachfolgenden Schritt (ii) in dem Polymerentgasungsbehälter noch Wasserdampf für einen Transfer thermischer Energie auf die Polymerpartikel zur Verfügung steht.

5

Bei dem in den Zerstäuberbehälter eingeleiteten Wasserdampf kann es sich beispielsweise um Sattdampf oder auch um überhitzten Wasserdampf handeln. Der in den Zerstäuberbehälter eingeleitete Wasserdampf kann beispielsweise einen Druck im Bereich von 3 bar bis 25 bar, bevorzugter 10 bar bis 20 bar oder 15 bar bis 17 bar aufweisen.

10

Ein geeignetes Masseverhältnis von Wasserdampf zu Polymerlösung in Schritt (i) liegt beispielsweise im Bereich von 0,2 bis 3, bevorzugter im Bereich von 0,3 bis 1,5, noch bevorzugter im Bereich von 0,4 bis 1,2.

15

Die Größe der in dem Zerstäuberbehälter gebildeten Polymerpartikel lässt sich durch geeignete Variation der Zerstäubungsbedingungen (z.B. Düsengeometrien, Düsenanordnung, Dampfgeschwindigkeiten, zusätzliches Waschwasser gegebenenfalls mit Hilfsstoffen usw.) einstellen. Dies ist dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

20

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann der mittlere Durchmesser der in dem Zerstäuberbehälter gebildeten Polymerpartikel über einen breiten Bereich variiert werden und liegt beispielsweise im Bereich von 0,01-5 mm, bevorzugter 0,5-3 mm oder 1,0-1,5 mm. Die Bestimmung des mittleren Partikeldurchmessers erfolgt durch bildanalytische Auswerteverfahren, beispielsweise durch optische Auswertung unter einem Lichtmikroskop mit Skalierung. Hierzu können Polymerpartikel beim Verlassen des Zerstäuberbehälters abgetrennt und unter dem Lichtmikroskop untersucht werden. Der Durchmesser eines Polymerpartikels ergibt sich als die größte Ausdehnung der unter dem Mikroskop erkennbaren Projektionsfläche des

30

Partikels. Über eine ausreichend große Zahl von Polymerpartikeln gemittelt ergibt sich der mittlere Partikeldurchmesser.

Mittlere Partikeldurchmesser, die unterhalb oder oberhalb der oben angegebenen bevorzugten Bereiche liegen, sind in dem erfindungsgemäßen Verfahren ebenso
5 verwendbar. Die Ausdampfung des in den Polymerpartikeln noch vorliegenden organischen Lösungsmittels kann jedoch in Schritt (ii) weiter optimiert werden, wenn der mittlere Durchmesser der im Zerstäuberbehälter gebildeten Partikel in den oben angegebenen bevorzugten Bereichen liegt.

10

Durch die Zerstäubung im Zerstäuberbehälter in Schritt (i) wird ein dreiphasiges, also feste, gasförmige und flüssige Komponenten enthaltendes Gemisch erhalten. Dieses dreiphasige Gemisch umfasst zumindest Wasserdampf, gasförmiges (d.h. durch die Zerstäubung verdampftes) organisches Lösungsmittel, kondensierten
15 Wasserdampf in Form von Tröpfchen und feste Polymerpartikel, in denen noch organisches Lösungsmittel vorliegt.

Wie oben ausgeführt, wird in Schritt (ii) des erfindungsgemäßen Verfahrens das im Zerstäuberbehälter erhaltene Gemisch in einen Polymerentgasungsbehälter
20 weitergeleitet und durchströmt den Polymerentgasungsbehälter, wobei das in den Polymerpartikeln vorliegende organische Lösungsmittel durch den thermischen Kontakt zwischen den Polymerpartikeln und dem Wasserdampf zumindest teilweise aus den Polymerpartikeln ausgetrieben und in die Gasphase überführt wird.

25 Da das in dem Zerstäuberbehälter in Schritt (i) erhaltene Gemisch noch Wasserdampf enthält, steht dieser Wasserdampf in Schritt (ii) im Polymerentgasungsbehälter für einen weiteren thermischen Energietransfer auf die Polymerpartikel zur Verfügung. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde festgestellt, dass durch diesen direkten thermischen Kontakt zwischen
30 Polymerpartikeln und Wasserdampf im Polymerentgasungsbehälter das in den

Polymerpartikeln noch vorliegende organische Lösungsmittel sehr effektiv ausgedampft werden kann.

5 Damit es zu einem thermischen Kontakt zwischen den Polymerpartikeln und dem Wasserdampf kommt, sind die Temperatur- und Druckbedingungen in dem Polymerentgasungsbehälter bevorzugt so zu wählen, dass der kondensierte Wasserdampf in Tröpfchenform vorliegt und sich nicht zu einer einheitlichen flüssigen Phase vereinigt, in der die Polymerpartikel dispergiert wären. Das Einstellen solcher Bedingungen ist dem Fachmann unter Berücksichtigung seines
10 allgemeinen Fachwissens ohne weiteres möglich. Beispielfhaft können in diesem Zusammenhang eine Temperatur im Bereich von 100-140°C oder 100-130°C und ein Druck im Bereich von 1-4 bar abs. oder 1-3 bar abs. genannt werden.

15 Die Abmessungen und die Geometrie des Polymerentgasungsbehälters können über einen breiten Bereich variiert werden. Als zweckmäßig hat sich beispielsweise ein Polymerentgasungsbehälter erwiesen, der zumindest abschnittsweise, bevorzugt über seine gesamte Länge hinweg rohrförmig ist. Eine geeignete Länge eines solchen Polymerentgasungsbehälters, bevorzugt rohrförmigen Polymerentgasungsbehälters, beträgt beispielsweise 0,5-30,0 m, bevorzugter 2,0-20,0 m oder 4,0-10,0 m. Ein
20 geeigneter Durchmesser liegt beispielsweise im Bereich von 15-150 mm, bevorzugter 25-100 mm oder 40-80 mm.

Bevorzugt wird der Entgasungsbehälter so betrieben, dass das zerstäubte Gemisch aus Schritt (i) den Entgasungsbehälter kontinuierlich durchströmt und dabei das in
25 den Polymerpartikeln vorliegende organische Lösungsmittel durch thermischen Kontakt mit dem Wasserdampf zumindest teilweise ausgetrieben wird und der kondensierte Wasserdampf in dieser Strömung bevorzugt in Tröpfchenform vorliegt.

30 Da sich das in den Polymerpartikeln noch verbliebene organische Lösungsmittel durch thermischen Kontakt mit dem Wasserdampf sehr effektiv ausdampfen lässt,

kann für den Polymerentgasungsbehälter eine relativ geringe mittlere Verweilzeit gewählt werden, was wiederum die thermische Belastung der Polymerpartikel reduziert.

- 5 Um einen möglichst vollständigen Transfer der thermischen Energie des Wasserdampfs auf die Polymerpartikel zu ermöglichen, wird andererseits die mittlere Verweilzeit im Polymerentgasungsbehälter bevorzugt ausreichend lang gewählt, so dass das den Polymerentgasungsbehälter verlassende Gemisch einen möglichst geringen Wasserdampfgehalt aufweist.

10

Bevorzugt beträgt die mittlere Verweilzeit im Polymerentgasungsbehälter 0,1-10 Sekunden, bevorzugter 0,1-7 Sekunden oder 0,1-4 Sekunden.

- 15 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird der Begriff „mittlere Verweilzeit“ in seiner dem Fachmann geläufigen Bedeutung verwendet und ergibt sich daher aus dem Quotienten des Volumens des Polymerentgasungsbehälters zum austretenden Volumenstrom.

- 20 Für die nachfolgende weitere Verarbeitung der Polymerpartikel kann es vorteilhaft sein, dass deren mittlerer Partikeldurchmesser während ihres Aufenthaltes im Polymerentgasungsbehälter durch Agglomeration von Partikeln zunimmt. Beim Verlassen des Polymerentgasungsbehälters beträgt der mittlere Durchmesser der Polymerpartikel bevorzugt 0,5-40 mm, bevorzugter 2 bis 20 mm oder 5-10 mm. Hinsichtlich der Partikelgrößenbestimmung kann auf die obigen Ausführungen
25 verwiesen werden, d.h. die Bestimmung des mittleren Partikeldurchmessers erfolgt durch bildanalytische Auswerteverfahren, beispielsweise durch optische Auswertung unter einem Lichtmikroskop mit Skalierung. Hierzu können Polymerpartikel beim Verlassen des Polymerentgasungsbehälters abgetrennt und unter dem
30 Lichtmikroskop untersucht werden. Sofern die im Zerstäuberbehälter gebildeten Polymerpartikel anschließend im Polymerentgasungsbehälter zu größeren Partikeln

agglomerieren, weisen diese Partikel häufig eine „himbeerartige“ Morphologie auf. Die Partikelgröße der den Polymerentgasungsbehälter verlassenden Polymerpartikel kann über die Verweilzeit im Entgasungsreaktor gesteuert werden. Je länger die mittlere Verweilzeit, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer Agglomeration von
5 einzelnen Partikeln unter Ausbildung größerer Partikel.

Wie oben ausgeführt, wird in Schritt (iii) des erfindungsgemäßen Verfahrens das den Polymerentgasungsbehälter verlassende Gemisch in einen Phasenseparator 1 weitergeleitet und in dem Phasenseparator 1 wird das in der Gasphase vorliegende
10 organische Lösungsmittel und, sofern noch vorhanden, der Wasserdampf, von den Polymerpartikeln und dem kondensierten Wasserdampf getrennt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist der Phasenseparator 1 also ein Behälter bzw. eine Vorrichtung zur Abtrennung der gasförmigen Komponenten von den
15 flüssigen und festen Komponenten.

Geeignete Phasenseparatoren zur Abtrennung einer gasförmigen Phase von einer Flüssig- und Feststoffphase sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Beispielfhaft können an dieser Stelle Phasenseparatoren genannt werden, die mittels
20 Fliehkrafttrennung arbeiten (Fliehkraftabscheider), z.B. ein Zyklon.

Das gasförmige organische Lösungsmittel und, sofern noch vorhanden, der Wasserdampf können den Phasenseparator 1 bevorzugt über Kopf verlassen, während die Polymerpartikel und der kondensierte Wasserdampf den
25 Phasenseparator bevorzugt über einen Bodenauslass verlassen. Wie bereits oben erwähnt, weist das dem Phasenseparator 1 zugeführte Gemisch einen möglichst geringen Wasserdampfgehalt auf. Folglich ist es auch bevorzugt, dass die im Phasenseparator 1 abgetrennte gasförmige Phase einen möglichst geringen Wasserdampfgehalt aufweist.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es bevorzugt sein, dass das aus dem Phasenseparator 1 abgetrennte gasförmige organische Lösungsmittel einem Kondensator zugeführt wird. In diesem Kondensator schlägt sich das organische Lösungsmittel nieder und kann einer Lösungsmittelaufarbeitung zugeführt werden.

5

Der Druck in dem Phasenseparator 1 kann über einen breiten Bereich variiert werden und liegt beispielsweise im Bereich von 0,1-10 bar abs, bevorzugter im Bereich von 0,5-3 bar abs oder 0,7-1,3 bar abs..

- 10 Da in Schritt (ii) des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits eine sehr effektive Entgasung der Polymerpartikel stattgefunden hat, sind in den nachfolgenden Schritten keine längeren thermischen Behandlungen (z.B. in einem heißen, gerührten Wasserbad) mehr notwendig. Folglich ist es in Schritt (iii) nicht erforderlich, die Phasentrennung noch mit einem thermischen Behandlungsschritt zur weiteren
- 15 Entgasung der Polymerpartikel zu kombinieren. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Polymerpartikel in Schritt (iii) nicht in einem heißen Wasserbad (z.B. in einem Rührkessel) zur weiteren Entgasung dispergiert werden. Es kann also bevorzugt sein, dass der Phasenseparator 1 kein Rührkessel (z.B. kein kontinuierlich betriebener Rührkessel) ist.

20

Es ist daher bevorzugt, dass die mittlere Verweilzeit in dem Phasenseparator 1 möglichst gering ist. Bevorzugt beträgt die Verweilzeit in dem Phasenseparator 1 weniger als 100 Sekunden, bevorzugter weniger als 20 Sekunden, noch bevorzugter weniger als 10 Sekunden oder sogar weniger als 5 Sekunden. Als geeignete

- 25 Untergrenze für die mittlere Verweilzeit kann beispielsweise ein Wert von 0,5 Sekunden oder 2 Sekunden angegeben werden.

Wie oben ausgeführt, werden in Schritt (iv) des erfindungsgemäßen Verfahrens die abgetrennten Polymerpartikel und der abgetrennte kondensierte Wasserdampf aus

Schritt (iii) in einen Phasenseparator 2 weitergeleitet und in dem Phasenseparator 2 werden die Polymerpartikel von dem kondensierten Wasserdampf abgetrennt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist der Phasenseparator 2 also ein Behälter
5 bzw. eine Vorrichtung zur Abtrennung der flüssigen Komponenten von den Feststoffkomponenten.

Geeignete Phasenseparatoren zur Abtrennung einer Feststoffphase wie z.B. Polymerpartikel von einer flüssigen Phase (z.B. kondensiertem Wasserdampf) sind
10 dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

Beispielsweise kann die Trennung erfolgen, indem die Polymerpartikel über eine flüssigkeitsdurchlässige Polymerauffangeinheit (z.B. ein Sieb) von der Flüssigkeit getrennt werden. Eine weitere bzw. ergänzende Möglichkeit ist die Komprimierung
15 der Polymerpartikel und eine dadurch induzierte Verdrängung des kondensierten Wasserdampf (d.h. der flüssigen Phase).

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Phasenseparator 2 eine Polymerauffangeinheit (bevorzugt ein Sieb) und eine
20 Polymerkomprimierungseinheit, die einen mehrwelligen, bevorzugt zweiwelligen Komprimierungsbereich und unmittelbar daran anschließend einen einwelligen Komprimierungsbereich aufweist. In dieser Polymerkomprimierungseinheit mit mehrwelligen und einwelligen Bereichen erfolgt die Komprimierung des Polymermaterials. Die Beschickung der Komprimierungseinheit mit den
25 Polymerpartikeln erfolgt bevorzugt über den mehrwelligen Bereich. Als Wellen für die Polymerkomprimierungseinheit können beispielsweise Schneckenwellen verwendet werden.

In dieser bevorzugten Ausführungsform werden die Polymerpartikel auf der
30 Polymerauffangeinheit (z.B. einem Sieb) abgeschieden und dann zunächst dem

mehrwelligen, bevorzugt zweiwelligen Bereich der Polymerkomprimierungseinheit
zugeführt (beispielsweise über eine Schrägstellung des Siebs). Bei dem
mehrwelligen Bereich kann es sich beispielsweise um einen Komprimierungsbereich
mit zwei oder mehr Schneckenwellen handeln. Diese Schneckenwellen können
5 gleich- oder gegenläufig sein. Als Beispiel kann in diesem Zusammenhang ein
Doppelschneckenextruder genannt werden.

Der Übergang von dem mehrwelligen Bereich in den einwelligen Bereich wird
bevorzugt dadurch bewerkstelligt, dass sich lediglich eine Welle über die gesamte
10 Länge der Polymerkomprimierungseinheit erstreckt, während sich die andere Welle
bzw. die anderen Wellen nur über einen Teilbereich der
Polymerkomprimierungseinheit erstreckt bzw. erstrecken.

Bevorzugt beginnen alle Wellen an dem Ende der Polymerkomprimierungseinheit,
15 an dem die auf der Auffangeinheit (z.B. dem Sieb) abgeschiedenen Polymerpartikel
zugeführt werden. Nur eine dieser Wellen erstreckt sich bis zum anderen Ende der
Polymerkomprimierungseinheit. Es wurde festgestellt, dass durch den mehrwelligen
Aufbau im Beschickungsbereich der Einzug des Polymers in die
Polymerkomprimierungseinheit optimiert wird, während der einwellige Aufbau im
20 hinteren Teil der Polymerkomprimierungseinheit einen besseren Druckaufbau und
damit eine bessere Komprimierung des Polymermaterials ermöglicht.

An dem Ausgang der Polymerkomprimierungseinheit kann eine Schneideinheit zur
Erzeugung von Polymerteilchen einheitlicher Größe, beispielsweise im Bereich von
25 0,5-20 mm, bevorzugter 1-10 mm oder 2-5 mm, angebracht sein.

Anschließend können die Polymerteilchen noch mit einer gängigen
Trocknungsvorrichtung auf die gewünschte Restfeuchte getrocknet werden.

Die im Phasenseparator 2 abgetrennte flüssige Phase kann abgesaugt und in einen Tank gepumpt werden. Hier können der flüssigen Phase Hilfsstoffe zugesetzt werden, die die Teilchenbildung im Zerstäuberbehälter beeinflussen. Von diesem Tank aus kann die flüssige Phase gegebenenfalls als Waschwasser zurückgeführt
5 bzw. anteilig ausgekreist werden.

Weiterhin dient der Phasenseparator 2 auch zur Abdichtung des verfahrenstechnischen Aufbaus zur Atmosphäre.

10 Auch in dem Phasenseparator 2 kann eine relativ geringe mittlere Verweilzeit verwendet werden. Bevorzugt beträgt die mittlere Verweilzeit im Phasenseparator 2 1 Sekunde bis 100 Sekunden, bevorzugter 5 Sekunden bis 20 Sekunden.

Obwohl im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht ausgeschlossen ist, dass
15 zwischen den Schritten (i)-(iv) noch weitere Behandlungsschritte vorgesehen sein können, ist es bevorzugt, dass die einzelnen Schritte (i)-(iv) unmittelbar aufeinander folgen.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren führen die kurze Verweildauer des Polymers
20 im verfahrenstechnischen Aufbau und die damit verbunden sehr geringen Verweilzeiten vom Eintritt in den Zerstäuberraum bis zum Verlassen des zweiten Phasenseparators zu einer Produktschonung, insbesondere bei temperatursensitiven Polymeren. Die Anlage kann sehr kompakt ausgestaltet werden, was zu einer großen Platzersparnis führt. Das Verfahren läuft auch bei geringen Durchsätzen sehr stabil,
25 wodurch sich kleine Dimensionen realisieren lassen. Die Anlage lässt sich in ihrer Konfiguration sehr schnell ändern und ist somit ohne großen Zeitverlust bei Produktwechseln umzurüsten. Dazu kommt eine deutliche Reduzierung des Reinigungsaufwandes.

Gemäß eines weiteren Aspektes betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung bzw. Anlage zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung oder -dispersion, umfassend

- (a) einen Zerstäuberbehälter,
- 5 (b) einen Polymerentgasungsbehälter,
- (c) einen ersten Phasenseparator zur Abtrennung einer gasförmigen Phase von einer Flüssig- und Feststoffphase,
- (d) einen zweiten Phasenseparator zur Abtrennung einer Flüssigphase von einer Feststoffphase.

10

Hinsichtlich des Zerstäuberbehälters kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

Der Zerstäuberbehälter weist ein oder mehrere Vorrichtungselemente für das in
15 Kontakt bringen einer Polymerlösung mit Wasserdampf auf. Solche Vorrichtungselemente sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Beispielsweise kann hierfür eine Mehrstoffdüse (z.B. Zweistoff- oder Dreistoffdüse) verwendet werden.

20 Die Öffnung, über die der Wasserdampf in den Zerstäuberbehälter eingeleitet wird, kann unterschiedliche Formen aufweisen. Beispielsweise kann diese Öffnung kreisförmig oder oval oder alternativ auch schlitzförmig sein. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass der Wasserdampf nur über eine Öffnung oder alternativ über zwei oder mehr Öffnungen in den Zerstäuberbehälter eingeleitet
25 wird. Für das Einleiten der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter können Bohrungen in der Wand des Zerstäuberbehälters, bevorzugt zylindrische und/oder konische Bohrungen, angebracht sein. Ein Bohrungsdurchmesser von 0,1 bis 8 mm, bevorzugter 0,5 bis 6 mm oder 1,0 bis 5,0 mm hat sich als zweckmäßig erwiesen. Andere Bohrungsdurchmesser sind jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung
30 ebenfalls verwendbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Vorrichtungselemente für das Einbringen der Polymerlösung und des Wasserdampfes so angeordnet, dass der Eintritt der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter unter einem Winkel von 45-100°, bevorzugter 60-95°, noch bevorzugter 80-90° zum Eintritt des Wasserdampfes in den Zerstäuberbehälter erfolgt.

Hinsichtlich des Polymerentgasungsbehälters kann auf die oben gemachten Ausführungen verwiesen werden.

Die Abmessungen und die Geometrie des Polymerentgasungsbehälters können über einen breiten Bereich variiert werden. Als zweckmäßig hat sich beispielsweise ein rohrförmiger Polymerentgasungsbehälter erwiesen. Eine geeignete Länge eines solchen rohrförmigen Polymerentgasungsbehälters beträgt beispielsweise 0,5-30,0 m, bevorzugter 2,0-20,0 m oder 4,0-10,0 m. Ein geeigneter Durchmesser liegt beispielsweise im Bereich von 15-150 mm, bevorzugter 25-100 mm oder 40-80 mm.

Hinsichtlich des ersten Phasenseparators (d.h. Phasenseparator 1) zur Abtrennung einer gasförmigen Phase von einer Flüssig- und Feststoffphase kann auf die oben gemachten Ausführungen verwiesen werden.

Geeignete Phasenseparatoren zur Abtrennung einer gasförmigen Phase von einer Flüssig- und Feststoffphase sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Beispielfhaft können an dieser Stelle Phasenseparatoren genannt werden, die mittels Fliehkrafttrennung arbeiten (Fliehkraftabscheider), z.B. ein Zyklon.

Bevorzugt ist der erste Phasenseparator so ausgestaltet, dass gasförmige Komponenten den Phasenseparator über Kopf und flüssige Phasen bzw. Feststoffphasen den Phasenseparator über einen Bodenauslass verlassen können.

Wie oben erwähnt, umfasst die Vorrichtung einen zweiten Phasenseparator (d.h. Phasenseparator 2) zur Abtrennung einer Flüssigphase von einer Feststoffphase.

5 Hinsichtlich der bevorzugten Eigenschaften dieses Phasenseparators 2 kann ebenfalls auf die oben gemachten Ausführungen verwiesen werden.

Bevorzugt enthält der zweite Phasenseparator eine Polymerkomprimierungseinheit, die einen mehrwelligen, bevorzugt zweiwelligen Komprimierungsbereich und unmittelbar daran anschließend einen einwelligen Komprimierungsbereich aufweist.

10

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Phasenseparator 2 ein Polymerauffangeinheit (bevorzugt ein Sieb) und eine Polymerkomprimierungseinheit, die einen mehrwelligen, bevorzugt zweiwelligen Komprimierungsbereich und unmittelbar daran anschließend einen einwelligen

15 Komprimierungsbereich aufweist. In dieser Polymerkomprimierungseinheit mit mehrwelligen und einwelligen Bereichen erfolgt die Komprimierung des Polymermaterials. Die Polymerauffangeinheit und die Polymerkomprimierungseinheit sind bevorzugt so zueinander angeordnet, dass die Beschickung der Komprimierungseinheit mit dem Polymer im mehrwelligen Bereich

20 erfolgt und das Polymer die Fördereinheit über den einwelligen Bereich verlässt. Als Wellen können beispielsweise Schneckenwellen verwendet werden.

In der Polymerkomprimierungseinheit ist es bevorzugt, dass sich lediglich eine Welle über die gesamte Länge der Polymerkomprimierungseinheit erstreckt, während sich

25 die andere Welle bzw. die anderen Wellen nur über einen Teilbereich der Polymerkomprimierungseinheit erstreckt bzw. erstrecken. Bevorzugt beginnen alle Wellen an dem Ende der Polymerkomprimierungseinheit, an dem das Polymer zugeführt wird. Nur eine dieser Wellen erstreckt sich bis zum anderen Ende der Polymerkomprimierungseinheit.

30

An dem Ausgang oder in der Nähe des Ausgangs der Polymerkomprimierungseinheit kann eine Schneideinheit zur Erzeugung von Polymerteilchen einheitlicher Größe, beispielsweise im Bereich von 0,5-20 mm, bevorzugter 1-10 mm oder 2-5 mm, angebracht sein.

5

Die Komponenten (a) – (d) sind bevorzugt so zueinander angeordnet, dass bei der Durchführung eines Abtrennungsverfahrens ein Polymer diese Komponenten in der Reihenfolge (a) → (b) → (c) → (d) durchlaufen kann.

10 Anhand der nachfolgenden Beispiele wird die vorliegende Erfindung eingehender erläutert.

Beispiele

15 Beispiel 1:

100 kg/h Lösung aus einem aliphatischen Lösungsmittel und einem darin gelöstem thermoplastischen Elastomer mit einem Feststoffgehalt 12,5 Gew% wird in einer Zweistoffdüse mit überhitztem Wasserdampf von ca. 16 bar versetzt. Das

20 Massenverhältnis von Wasserdampf zu Polymerlösung beträgt ca. 0,86. Bei dieser Zerstäubung im Zerstäubungsbehälter wird das Lösungsmittel verdampft, während Wasserdampf kondensiert. Allerdings ist die Kondensation des Wasserdampfes unvollständig. Man erhält im Zerstäuberbehälter ein Dreiphasengemisch, das verdampftes gasförmiges organisches Lösungsmittel, Wasserdampf, kondensierten
25 Wasserdampf in Tröpfchenform und Polymerpartikel umfasst. In den Polymerpartikeln liegt noch organisches Lösungsmittel vor.

Das Dreiphasengemisch aus dem Zerstäuberbehälter wird durch einen Rohrreaktors der Länge 8 m und der Dimensionierung 55,1 mm geleitet. Dieser Rohrreaktor
30 fungiert für die Polymerpartikel als Entgasungsbehälter. Während das Gemisch den

rohrförmigen Entgasungsbehälter durchströmt, stehen die Polymerpartikel in thermischen Kontakt mit dem noch vorhandenen Wasserdampf, wodurch organisches Lösungsmittel, das sich noch in diesen Polymerpartikeln befindet, ausgedampft und in die Gasphase überführt wird. Die mittlere Verweilzeit in dem rohrförmigen
5 Polymerentgasungsbehälter beträgt ca. 0,2 Sekunden.

Anschließend werden in einem Zyklon, der als Phasenseparator 1 fungiert, das gasförmige Lösungsmittel und der Überschusswasserdampf bei Drücken von 0,95 barabs getrennt. Das abgetrennte organische Lösungsmittel wird in einem
10 geeigneten Kondensator bei Kaltwassertemperaturen zwischen 6 und 10 °C niedergeschlagen. Die Polymerpartikel und der kondensierte Wasserdampf werden über einen Bodenauslass abgetrennt und einem zweiten Phasenseparator zugeführt.

In dem zweiten Phasenseparator werden die Polymerpartikel auf einem Sieb
15 gesammelt und dem zweiwelligen Ende der Polymerkomprimierungseinheit zugeführt. Nur eine dieser Wellen erstreckt sich über die gesamte Länge der Polymerkomprimierungseinheit, so dass das Polymermaterial nach Verlassen des zweiwelligen Komprimierungsbereichs in einen einwelligen Komprimierungsbereich gelangt und über diesen die Polymerkomprimierungseinheit verlässt. Beim Verlassen
20 der Polymerkomprimierungseinheit wird das Polymer durch eine Schneideeinheit in Polymerteilchen einheitlicher Größe von 5 mm geschnitten. Der Phasenseparator dient der Trennung der flüssigen Phase von dem Polymer, der Rückführung des Dampfkondensates in den Aufarbeitungskreislauf sowie der drucktechnischen Abdichtung des Systems.

25

Beispiel 2:

200 kg/h Kautschuklösung aus einem cycloaliphatischen Lösungsmittel mit einem Feststoffgehalt von 15 % wird in einer Dreistoffdüse mit überhitztem Wasserdampf
30 mit einem Druck von ca. 16 bar sowie mit konditioniertem Washwasser mit einer

Temperatur von ca. 85 °C versetzt. Das Massenverhältnis Wasserdampf zu Polymerlösung beträgt 1,15, das Verhältnis Massenstrom Waschwasser zu Kautschuklösung beträgt 3,50. Bei dieser Zerstäubung im Zerstäubungsbehälter wird das Lösungsmittel verdampft, während Wasserdampf kondensiert. Allerdings ist die
5 Kondensation des Wasserdampfes unvollständig. Man erhält im Zerstäuberbehälter ein Dreiphasengemisch, das verdampftes gasförmiges organisches Lösungsmittel, Wasserdampf, kondensierten Wasserdampf in Tröpfchenform und Polymerpartikel umfasst. In den Polymerpartikeln liegt noch organisches Lösungsmittel vor.

10 Das Dreiphasensystem wird durch einen Rohrreaktors der Länge 4,0 m und der Dimensionierung 44,3 mm geleitet. Dieser Rohrreaktor fungiert für die Polymerpartikel als Entgasungsbehälter. Während das Gemisch den rohrförmigen Entgasungsbehälter durchströmt, stehen die Polymerpartikel in thermischen Kontakt mit dem noch vorhandenen Wasserdampf, wodurch organisches Lösungsmittel, das
15 sich noch in diesen Polymerpartikeln befindet, ausgedampft und in die Gasphase überführt wird. Die mittlere Verweilzeit in dem rohrförmigen Polymerentgasungsbehälter beträgt ca. 0,1 Sekunde.

Anschließend werden in einem Zyklon, der als Phasenseparator 1 fungiert, das
20 gasförmige Lösungsmittel und der Überschusswasserdampf vom Waschwasser, von kondensiertem Wasserdampf und den Polymerpartikeln bei einem Druck von 0,85 barabs getrennt. Das abgetrennte organische Lösungsmittel wird in einem geeigneten Kondensator bei Kaltwassertemperaturen zwischen 6 und 10°C niedergeschlagen. Die Polymerpartikel und der kondensierte Wasserdampf werden
25 über einen Bodenauslass abgetrennt und einem zweiten Phasenseparator zugeführt.

In dem zweiten Phasenseparator werden die Polymerpartikel auf einem Sieb gesammelt und dem zweiwelligen Ende der Polymerkomprimierungseinheit zugeführt. Nur eine dieser Wellen erstreckt sich über die gesamte Länge der
30 Polymerkomprimierungseinheit, so dass das Polymermaterial nach Verlassen des

zweiwelligen Komprimierungsbereichs in einen einwelligen Komprimierungsbereich gelangt und über diesen die Polymerkomprimierungseinheit verlässt. Beim Verlassen der Polymerkomprimierungseinheit wird das Polymer durch eine Schneideeinheit in Polymerteilchen einheitlicher Größe von 3 mm geschnitten. Der Phasenseparator

5 dient der Trennung der flüssigen Phase von dem Polymer, der Rückführung des Dampfkondensates und des Waschwassers in den Aufarbeitungskreislauf zur energetischen und ökologischen Optimierung sowie der drucktechnischen Abdichtung des Systems.

Ansprüche

- 5 1. Ein Verfahren zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung oder
-dispersion, folgende Schritte umfassend:
- 10 (i) eine Lösung oder Dispersion eines Polymers in einem organischen
Lösungsmittel wird durch in Kontakt bringen mit Wasserdampf in
einem Zerstäuberbehälter zerstäubt, wobei ein Teil des organischen
Lösungsmittels in die Gasphase überführt wird, ein Teil des
Wasserdampfes in Form von Tröpfchen kondensiert und
Polymerpartikel erhalten werden, in denen noch organisches
Lösungsmittel vorliegt,
- 15 (ii) das im Zerstäuberbehälter erhaltene Gemisch wird in einen
Polymerentgasungsbehälter weitergeleitet und durchströmt den
Polymerentgasungsbehälter, wobei das in den Polymerpartikeln
vorliegende organische Lösungsmittel durch den thermischen Kontakt
zwischen den Polymerpartikeln und dem Wasserdampf zumindest
teilweise aus den Polymerpartikeln ausgetrieben und in die Gasphase
20 überführt wird,
- (iii) das den Polymerentgasungsbehälter verlassende Gemisch wird in
einen Phasenseparator 1 weitergeleitet und in dem Phasenseparator 1
wird das in der Gasphase vorliegende organische Lösungsmittel und,
sofern noch vorhanden, der Wasserdampf, von den Polymerpartikeln
25 und dem kondensierten Wasserdampf getrennt,
- (iv) die abgetrennten Polymerpartikel und der abgetrennte kondensierte
Wasserdampf aus Schritt (iii) werden in einen Phasenseparator 2
weitergeleitet und in dem Phasenseparator 2 werden die
Polymerpartikel von dem kondensierten Wasserdampf abgetrennt.
- 30
2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Polymerlösung mit dem
Wasserdampf in einer Mehrstoffdüse in Kontakt gebracht wird.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Eintritt der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter unter einem Winkel von 45-100 ° zum Eintritt des Wasserdampfes in den Zerstäuberbehälter erfolgt.
- 5 4. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der in den Zerstäuberbehälter eingeleitete Wasserdampf einen Druck im Bereich von 3-25 bar aufweist; und/oder das Masseverhältnis von Wasserdampf zu Polymerlösung in Schritt (i) im Bereich von 0,2-3 liegt.
- 10 5. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der mittlere Durchmesser der im Zerstäuberbehälter gebildeten Polymerpartikel im Bereich von 0,01-5 mm liegt.
- 15 6. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Polymerentgasungsbehälter zumindest abschnittsweise rohrförmig ist; und/oder das zerstäubte Gemisch aus Schritt (i) den Polymerentgasungsbehälter kontinuierlich durchströmt und der kondensierte Wasserdampf in der Strömung in Tröpfchenform vorliegt.
- 20 7. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mittlere Verweilzeit in dem Polymerentgasungsbehälter 0,1-10 Sekunden beträgt.
- 25 8. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Trennung des in der Gasphase vorliegenden organischen Lösungsmittels und, sofern noch vorhanden, des Wasserdampfes von den Polymerpartikeln und dem kondensierten Wasserdampf im Phasenseparator 1 mittels Fliehkrafttrennung erfolgt.
- 30 9. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mittlere Verweilzeit in dem Phasenseparator 1 weniger als 100 Sekunden beträgt.

10. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in Schritt (iv) die Trennung der Polymerpartikel von dem kondensierten Wasserdampf erfolgt, indem die Polymerpartikel komprimiert werden; und/oder wobei der
5 Phasenseparator 2 eine Polymerauffangeinheit und eine Polymerkomprimierungseinheit, welche einen mehrwelligen Komprimierungsbereich und einen einwelligen Komprimierungsbereich enthält, umfasst.
- 10 11. Eine Anlage zur Abtrennung eines Polymers aus einer Polymerlösung oder -dispersion, umfassend
- (a) einen Zerstäuberbehälter,
 - (b) einen Polymerentgasungsbehälter,
 - (c) einen ersten Phasenseparator zur Abtrennung einer gasförmigen Phase
15 von einer Flüssig- und Feststoffphase,
 - (d) einen zweiten Phasenseparator zur Abtrennung einer Flüssigphase von einer Feststoffphase.
12. Die Anlage nach Anspruch 11, wobei der Zerstäuberbehälter
20 Vorrichtungselemente für das Einbringen der Polymerlösung und des Wasserdampfes enthält und diese Vorrichtungselemente so angeordnet sind, dass der Eintritt der Polymerlösung in den Zerstäuberbehälter unter einem Winkel von 45-100 ° zum Eintritt des Wasserdampfes in den Zerstäuberbehälter erfolgt.
- 25
13. Die Anlage nach Anspruch 11 oder 12, wobei der Polymerentgasungsbehälter zumindest abschnittsweise rohrförmig ist.
14. Die Anlage nach einem der Ansprüche 11-13, wobei der erste
30 Phasenseparator (c) ein Fliehkraft-Phasenseparator ist.

15. Die Anlage nach einem der Ansprüche 11-14, wobei der zweite Phasenseparator (d) eine Polymerkomprimierungseinheit enthält, die einen mehrwelligen und einen einwelligen Komprimierungsbereich aufweist,
- 5
16. Die Anlage nach Anspruch 15, wobei der zweite Phasenseparator (d) eine Polymerauffangeinheit enthält und die Polymerauffangeinheit und die Polymerkomprimierungseinheit so zueinander angeordnet sind, dass die Beschickung der Polymerkomprimierungseinheit mit einem Polymer im
- 10 mehrwelligen Komprimierungsbereich erfolgen kann.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/055826

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C08F6/00 C08C2/06 C08F6/10 C08F6/14
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 C08F C08C
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 660 046 C (DEGUSSA) 17 May 1938 (1938-05-17) Beispiel; page 1, line 59 - page 2, line 17; claims 1,2 -----	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 10 June 2014	Date of mailing of the international search report 16/06/2014
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Gold, Josef
--	---------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055826

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 660046	C	17-05-1938	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2014/055826

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C08F6/00 C08C2/06 C08F6/10 C08F6/14
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C08F C08C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 660 046 C (DEGUSSA) 17. Mai 1938 (1938-05-17) Beispiel; Seite 1, Zeile 59 - Seite 2, Zeile 17; Ansprüche 1,2 -----	1-16

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
---	--

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 10. Juni 2014	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 16/06/2014
--	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Gold, Josef
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055826

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 660046	C	17-05-1938	KEINE
