



(11)

EP 3 702 710 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.09.2020 Patentblatt 2020/36

(51) Int Cl.:

F26B 17/14 (2006.01)

F26B 21/04 (2006.01)

F26B 21/08 (2006.01)

F26B 25/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20157021.5**

(22) Anmeldetaq: **12.02.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: Wenz Kunststoff GmbH & Co. KG
58511 Lüdenscheid (DE)

(72) Erfinder: **Weller, Karsten**
58509 Lüdenscheid (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG mbB**
Körnerstrasse 27
58095 Hagen (DE)

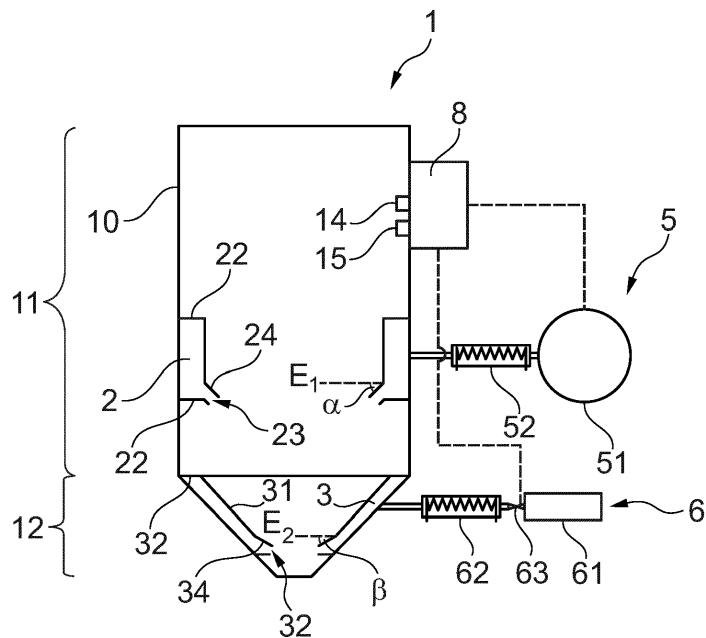
(30) Priorität: 27.02.2019 EP 19159624

(54) TROCKNUNGSBEHÄLTER UND VERFAHREN ZUR TROCKNUNG VON KUNSTSTOFFGRANULAT

(57) Die Erfindung betrifft einen Trocknungsbehälter (1) zur Trocknung von Kunststoffgranulat, mit einer Behälterwand (10), die einen hohlzylindrischen oder hohlprismaförmigen ersten Abschnitt (11) aufweist, der in einen trichterförmigen zweiten Abschnitt (12) übergeht, der endseitig eine Entnahmöffnung (13) aufweist und einem durch die Behälterwand (10) geführten Gaseinlass, der mit einer Trocknungsgasquelle verbunden ist, wobei der Gaseinlass in einem zumindest bereichsweise radial

umlaufend an der Behälterinnenwand angeordneten, zur Behältermittelachse hin kragenden Gasleitkanal (3, 4) mündet, der einen geschlossenen, ring- oder teilringförmigen Raum begrenzt, der mit wenigstens einer Auslassöffnung (33, 44) versehen ist, welche wenigstens eine Auslassöffnung (33, 44) zur Entnahmeeöffnung (13) hin gerichtet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Trocknung von Kunststoffgranulat mit einer solchen Vorrichtung.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Trocknungsbehälter zur Trocknung von Kunststoffgranulat nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Trocknung von Kunststoffgranulat nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

[0002] Vor der Verarbeitung von Kunststoffgranulat ist es zwingend erforderlich, dieses zu trocknen. Dieses betrifft insbesondere hygrokopische Kunststoffe, wie beispielsweise PA oder PBT, welche Wassermoleküle vergleichbar einem Schwamm speichern. Durch Feuchtigkeit des eingesetzten Kunststoffgranulates werden minderwertige Formteile verursacht, welche den gestellten Anforderungen nicht entsprechen. Typische Fehlerbilder reichen von den so genannten Feuchtigkeitsschlieren bis hin zu einem Molekularkettenabbau mit entsprechendem Festigkeitsverlust.

[0003] Zum Trocknen von Kunststoffgranulaten kommen unterschiedliche Trocknungsverfahren zum Einsatz. Bei Trockenlufttrocknern erfolgt die Trockenlufterzeugung in einer Luft-Trockenpatrone im Trockner. Die zu entfeuchtende Luft wird in der Trockenpatrone an einem so genannten Molekularsieb vorbeigeströmt, welches das in der Luft enthaltene Wasser aufnimmt. Das Molekularsieb besteht aus einem porösen Granulat (beispielsweise einem Silikatgel), welches eine hohe Aufnahmefähigkeit von Wasser besitzt. Ein solcher Adsorptionsstrockner ist beispielsweise in der DE 20 2017 107 185 U1 beschrieben. Hierbei ist ein Trocknungsbehälter angeordnet, der das zu trocknende Kunststoffgranulat enthält und der einen oberen zylindrischen Teil aufweist, an den sich ein unterer trichterförmiger Teil anschließt. Die Trocknungsluft wird über einen mittig in den Trocknungsbehälter angeordneten Diffusorkegel dem Kunststoffgranulat zugeführt. Dieses sogenannte Adsorptionsverfahren erweist sich als sehr energieintensiv, da zur jeweils erforderlichen Reaktivierung des Molekularsiebes eine Erhitzung auf 250°C bis 350°C erforderlich ist.

[0004] Aufgrund des einfachen Aufbaus werden zur Trocknung von Kunststoffgranulat unter anderem auch Drucklufttrockner eingesetzt. Dabei wird an einen regelmäßig vorhandenen Druckluftanschluss ein Ventil zur Druck- und Durchflussmengenreduzierung angeschlossen, an das sich eine Prozessheizung anschließt, welche Luft auf Trocknungstemperatur erwärmt, bevor sie den Materialbehälter durchströmt. Dabei macht man sich folgenden Effekt zunutze: Mit steigendem Druck nimmt die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasser ab. Bei der Verdichtung von Luft wird bereits ein Großteil des Wassers abgeschieden. Wird diese verdichtete Luft auf den Umgebungsdruck entspannt, hat die entspannte Luft einen Taupunkt von ca. -25°C. Dabei ist der Taupunkt die Temperatur, bei der die in der Luft gebundene Feuchtigkeit an einem Objekt kondensiert. Je niedriger der Taupunkt der Luft, desto höher ist ihre Wasseraufnahmekapazität.

[0005] Der Einsatz der vorstehenden Vorrichtungen zur Trocknung von Kunststoffgranulat hat sich in der Pra-

xis bewährt. Vor dem Hintergrund des erheblichen Energiebedarfs der vorbekannten Trocknungsvorrichtungen liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Effizienz solcher Trocknungsvorrichtungen zu erhöhen. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch einen Trocknungsbehälter mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Mit der Erfindung ist ein Trocknungsbehälter zur Trocknung von Kunststoffgranulat bereitgestellt, dessen Effizienz erhöht ist. Überraschend hat sich gezeigt, dass die Austragsmenge des in dem Kunststoffgranulat befindlichen Wassers durch das in den Trocknungsbehälter eingebrachte Trocknungsgas signifikant erhöht wird, wenn das Trocknungsgas nicht, wie im Stand der Technik bekannt, zentral über einen Diffusorkegel, sondern vielmehr von außen nach innen durch einen zumindest bereichsweise radial umlaufend an der Behälterinnenwand angeordneten, zur Behältermittelachse hin kragenden Gasleitkanal eingebracht wird, der einen geschlossenen, ring- oder teilringförmigen Raum begrenzt, der mit wenigstens einer Auslassöffnung versehen ist, welche wenigstens eine Auslassöffnung zur Entnahmeeöffnung hin gerichtet ist. Durch die Ausrichtung der Auslassöffnungen zur Entnahmeeöffnung hin wird das Trocknungsgas, vorzugsweise vorgewärmte entspannte Pressluft oder durch einen Adsorptionsstrockner getrocknete Luft, umlaufend von außen nach innen in den unteren Bereich des in dem Behälter befindlichen Kunststoffgranulats eingebracht, von wo es langsam flächig durch das Granulat nach oben steigt und hierbei über einen längeren Zeitraum Feuchtigkeit von den Granulatpartikeln aufnimmt, die es umströmt. Hierdurch ist eine erhöhte Feuchtigkeitsabführung aus dem Granulat erzielt. Durch die zur Entnahmeeöffnung hin, nach unten gerichteten Auslassöffnungen ist weiterhin eine Verstopfung der Auslassöffnungen durch eindringende Granulatpartikel vermieden.

[0007] Als Trocknungsgas kann auch ein unter Druck komprimiertes Inertgas wie beispielsweise Stickstoff zum Einsatz kommen, das nach Entspannung ebenfalls eine erhöhte Wasseraufnahmekapazität aufweist. Hierdurch ist auch die Trocknung von oxidationsfreudigem Kunststoffgranulat ermöglicht, das bei Trocknung mittels Pressluft gemäß dem Stand der Technik mit dem Sauerstoff reagieren, im Extremfall sich sogar entzünden könnte.

[0008] Trocknungsbehälter weisen üblicherweise eine hohlyzförmische oder auch hohlquaderförmige Behälterwand auf, die in eine Trichterform übergeht. Hier von abweichend kann der Trocknungsbehälter auch in sonstiger Weise hohlprismaförmig ausgebildet sein. Unter einem Hohlprisma ist vorliegend ein geometrischer Hohlkörper zu verstehen, der durch Parallelverschiebung einer ebenen Vielecks entlang einer orthogonal zu diesem angeordneten Geraden gebildet ist.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung ist der Gasleitkanal zumindest teilweise, bevorzugt vollständig an dem zweiten Abschnitt der Behälterwand angeordnet. Hier-

durch ist eine maximale Durchströmung des Kunststoffmaterials mit Trocknungsgas erzielt. Bevorzugt ist die wenigstens eine Auslassöffnung in einem Winkel von zwischen 10° und 100°, bevorzugt zwischen 30° und 70°, besonders bevorzugt zwischen 40° und 50° Grad zu einer orthogonal zur Behältermittelachse verlaufenden Ebene ausgerichtet.

[0010] In Ausgestaltung der Erfindung ist die wenigstens eine Auslassöffnung in Form eines Langlochs oder eines Spaltes ausgebildet. Hierdurch ist ein gebündelter, schmaler Gasstrahl erzielt, wodurch eine gleichmäßige Durchflutung des Granulatmaterials unter Vermeidung von Verwirbelungen unterstützt ist.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der Gasleitkanal einen radial zur Mittelachse des Trocknungsbehälters gerichteten Vorsprung auf, in dem die Auslassöffnungen angeordnet sind. Hierdurch ist einem Eindringen von Granulatpartikeln weiter entgegengewirkt.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist axial beabstandet zu dem Gasleitkanal auf dessen der Entnahmeeöffnung entgegengesetzten Seite in dem ersten Abschnitt ein durch die Behälterwand geführter zweiter Gaseinlass angeordnet, der mit einer zweiten Trocknungsgasquelle verbunden ist, die eine Anordnung mit einer Heizung und einem Gebläse umfasst. Hierdurch ist die Zuführung von vorgewärmten Gas in einem oberen Bereich des Behälters ermöglicht, durch das dem durch die Durchströmung des Granulats abgekühlten Trocknungsgas Wärmeenergie zugeführt wird, wodurch die Aufnahmekapazität des in dem Trocknungsbehälter befindlichen Trocknungsgases für die weitere Durchflutung des Kunststoffgranulats erhöht wird. Zudem wird durch das erwärmte Trocknungsgas der zweiten Trocknungsluftquelle in dem Kunststoffgranulat befindliches Wasser in die Gasphase überführt, wodurch dieses von dem Trocknungsgas besser aufgenommen wird. Hierdurch ist der Sättigungsgrad des eingebrachten Trocknungsgases erhöht, wodurch eine Reduzierung des für den Trocknungsprozess erforderlichen Volumens an Trocknungsgas erzielt ist.

[0013] Bevorzugt ist die zweite Trocknungsgasquelle eine Umgebungsluftquelle. Durch die Zuführung erwärmer Umgebungsluft, die eine zusätzliche, wenn auch gegenüber dem Trocknungsgas geringere Aufnahmekapazität aufweist, ist der Trocknungsprozess weiter unterstützt. Alternativ kann die zweite Trocknungsgasquelle auch eine weitere Trocknungsluftquelle sein, die bevorzugt durch einen Adsorbtionstrockner gebildet ist, dem entweder Umgebungsluft oder aus dem Trocknungsbehälter entnommene, weitgehend gesättigte Luft zugeführt wird. Weiterhin kann die zweite Trocknungsgasquelle auch eine Inertgasquelle, beispielsweise eine Stickstoffquelle sein.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung ist der zweite Gaseinlass im Bereich der der Entnahmeeöffnung zugewandten, unteren Hälfte, bevorzugt im Bereich des unteren Drittels des ersten Abschnitts der Behälterwand

angeordnet.

[0015] In Ausgestaltung der Erfindung mündet der zweite Gaseinlass in einem zweiten, zumindest bereichsweise radial umlaufend an der Behälterinnenwand angeordneten, zur Behältermittelachse hin kragenden Gasleitkanal, der wenigstens eine Auslassöffnung aufweist, die bevorzugt in Form eines Langlochs oder eines Spaltes ausgebildet ist und zur Entnahmeeöffnung hin gerichtet ist.

[0016] In Weiterbildung der Erfindung sind alle vorhandenen Gaseinlässe an der Behälterwand angeordnet. Insbesondere ist kein zentraler Innenkörper wie bspw. ein Diffusorkegel zur Einleitung von Trocknungsgas vorhanden. Hierdurch ist der Trocknungsprozess optimiert. Es hat sich gezeigt, dass durch derartige im Stand der Technik bekannte zentrale Innenkörper Schattenbereiche gebildet sind, in denen nur eine verminderte Durchströmung mit aufsteigendem Trockengas stattfindet.

[0017] In Ausgestaltung der Erfindung ist in dem Behälter, bevorzugt an der Behälterwand, wenigstens ein Thermosensor und/oder wenigstens ein Taupunktsensor angeordnet, der mit einer Steuer- und Regeleinrichtung verbunden ist, über die der Volumenstrom wenigstens einer der Trocknungsgasquellen steuerbar ist, wobei die Steuer- und Regeleinrichtung mit einem in der Zuleitung zwischen Trocknungsgasquelle und Trocknungsbehälter angeordneten Ventil und/oder Gebläse verbunden ist. Hierdurch ist eine bedarfsgerechte Zuführung von Trocknungsgas der ersten und/oder der zweiten Trocknungsgasquelle ermöglicht, wodurch die Energieeffizienz des Trocknungsprozesses erhöht ist. Hierbei ist insbesondere die Energieeinsparung beachtlich, die durch eine Reduzierung von in dem Trocknungsbehälter eingebrachten, entspannten Druckgas, beispielsweise Pressluft erzielt ist.

[0018] Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu grunde, ein Verfahren zur Trocknung von Kunststoffgranulat bereitzustellen, das einen effizienten Austrag von Wasser aus dem Kunststoffgranulat ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst.

[0019] Mit der Erfindung ist ein Verfahren zur Trocknung von Kunststoffgranulat bereitgestellt, das einen effizienten Austrag von Wasser aus dem Kunststoffgranulat ermöglicht. Dadurch, dass dem Kunststoffgranulat über einen seitlich an der Behälterwand angeordneten ersten Gaseinlass über wenigstens eine Auslassöffnung eines radial zumindest bereichsweise umlaufend angeordneten Gasleitkanals ein entspannter, im Wesentlichen in Gravitationsrichtung gerichteter Trocknungsgasvolumenstrom zugeführt wird, wobei beabstandet zu dem ersten Gaseinlass auf dessen der Entnahmeeöffnung des Trocknungsbehälters abgewandten Seite über einen zweiten an der Behälterwand angeordneten Gaseinlass dem Kunststoffgranulat ein weiterer erwärmer Trocknungsgasvolumenstrom, bevorzugt ein über ein Gebläse eingebrachter erwärmer Umgebungsluftstrom oder auch ein erwärmer Inertgasstrom zugeführt wird,

ist die Feuchtigkeitsaufnahme des im Trocknungsbehälter befindlichen Trocknungsgases erhöht, wodurch die Effizienz des Trocknungsprozesses verbessert ist. Durch die Zuführung von erwärmt Trocknungsgas, insbesondere Umgebungsluft wird dem in dem Trocknungsbehälter befindlichen, durch die Durchströmung durch Kunststoffgranulat abgekühlten Trocknungsgas Wärmeenergie zugeführt, wodurch dessen Feuchtigkeitsaufnahmekapazität erhöht ist. Zudem wird durch das erwärmt Trocknungsgas, insbesondere Umgebungsluft in dem Kunststoffgranulat befindliches Wasser in die Gasphase überführt, wodurch dieses von dem Trocknungsgas besser aufgenommen wird. Der Sättigungsgrad des durch den ersten Gaseinlass eingebrachten Trocknungsgases ist hierdurch erhöht, wodurch das für den Trocknungsprozess erforderliche Volumen an Trocknungsgas, wie beispielsweise kostenintensiver Pressluft oder auch einem sonstigen Druckgas, reduziert ist.

[0020] In Weiterbildung der Erfindung wird die Temperatur und/oder der Taupunkt in dem Trocknungsbehälter durch wenigstens einen Sensor erfasst und auf Basis der erfassten Messwerte erfolgt eine Steuerung des ersten und/oder des zweiten Trocknungsgasstroms. Hierdurch wird dem Kunststoffgranulat lediglich ein auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmtes Volumen an Trocknungsgas zugeführt. Bevorzugt ist der erste Trocknungsgasvolumenstrom aus expandiertem Druckgas wie beispielsweise Pressluft oder aus durch einen Adsorptionstrockner getrockneter Umgebungsluft gebildet.

[0021] Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 die schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Trocknung von Kunststoffgranulat;
- Figur 2 die schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Trocknung von Kunststoffgranulat in einer weiteren Ausführungsform und
- Figur 3 die schematische Detaildarstellung des Gasleitkanals eines Trocknungsbehälters einer dritten Ausführungsform.

[0022] Die als Ausführungsbeispiel gewählte Vorrichtung zur Trocknung von Kunststoffgranulat gemäß Figur 1 besteht im Wesentlichen aus einem Trocknungsbehälter 1, der mit einer Trocknungsgasquelle 5 verbunden ist. Der Trocknungsbehälter 1 umfasst einen hohlzylindrischen ersten Abschnitt 11, an den sich ein trichterförmiger zweiter Abschnitt 12 anschließt, der endseitig eine Entnahmöffnung 13 aufweist. In dem zylindrischen Abschnitt 11 ist ein erster Gasleitkanal 2 angeordnet, der im Wesentlichen durch eine parallel zur Behälterwand 10 angeordnete zylindrische Innenwand 21 sowie zwei parallel zueinander angeordnete Deckwände 22 begrenzt ist, die mit der Behälterwand einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt ausbilden. Der erste Gasleitkanal 2 weist einen Gasauslass 23 auf, der in Form eines ringförmigen Spaltes gebildet ist und der durch ein Gasleitblech 24 begrenzt ist. Das Gasleitblech 24 ist derart winklig angestellt, dass der Gasauslass 23 in Richtung der Entnahmöffnung gerichtet ist. Im Ausführungsbeispiel ist das Gasleitblech 24 in einem Anstellwinkel von $\alpha = 45^\circ$ zu einer orthogonal zur Behältermittelachse verlaufenden Ebene E₁ angestellt.

5 chen rechteckigen Querschnitt ausbilden. Der erste Gasleitkanal 2 weist einen Gasauslass 23 auf, der in Form eines ringförmigen Spaltes gebildet ist und der durch ein Gasleitblech 24 begrenzt ist. Das Gasleitblech 24 ist derart winklig angestellt, dass der Gasauslass 23 in Richtung der Entnahmöffnung gerichtet ist. Im Ausführungsbeispiel ist das Gasleitblech 24 in einem Anstellwinkel von $\alpha = 45^\circ$ zu einer orthogonal zur Behältermittelachse verlaufenden Ebene E₁ angestellt.

10 **[0023]** In dem trichterförmigen zweiten Abschnitt 12 des Trocknungsbehälters 2 ist ein zweiter Gasleitkanal 3 angeordnet. Der Gasleitkanal 3 ist im Wesentlichen durch eine parallel zur Trocknungsbehälterwand angeordnete trichterförmige Innenwand 31 gebildet, die über 15 zwei parallel zueinander angeordnete Deckwände 32 mit der Behälterwand verbunden ist, wodurch ein Querschnitt in Form eines Parallelogramms gebildet ist. Der zweite Gasleitkanal 3 weist einen Gasauslass 33 auf, der in Form eines ringförmigen Spaltes gebildet ist und durch 20 ein Gasleitblech 34 begrenzt ist. Das Gasleitblech 34 ist derart winklig angestellt, dass der Gasauslass 33 in Richtung der Entnahmöffnung gerichtet ist. Im Ausführungsbeispiel ist das Gasleitblech 34 in einem Anstellwinkel von $\beta = 45^\circ$ zu einer orthogonal zur Behältermittelachse verlaufenden Ebene E₂ angestellt. Die Gasauslässe 23, 33 sind zur Vermeidung von Verstopfungen durch eindringendes Granulat jeweils mit einem - nicht dargestellten - Gitter versehen.

25 **[0024]** Der erste Gasleitkanal 2 ist mit einer Umgebungsluftquelle 5 verbunden, die aus einem Gebläse 51 sowie einer dieser nachgeschalteten Heizung 52 gebildet ist. Der zweite Gasleitkanal 3 ist mit einer Trocknungsgasquelle 6 verbunden, die eine Druckluftquelle 61 umfasst, der wiederum eine Heizung 62 nachgeschaltet ist, mit der sie über ein Expansionsventil 63 verbunden ist.

30 **[0025]** An der Behälterwand 10 sind ein Taupunktsensor 14 und ein Thermosensor 15 angeordnet, die mit einer Steuer- und Regeleinrichtung 8 verbunden sind, die eingerichtet ist, Temperatur- und Taupunkt in dem Trocknungsbehälter auf Basis der von den Sensoren 14, 15 ermittelten Messwerte auf hinterlegte Vorgabewerte einzuregeln. Hierzu ist die Steuer- und Regeleinrichtung 8 zur Steuerung des Volumenstroms der Umgebungsluftquelle 5 mit dem Gebläse 51 und zur Steuerung des Volumenstroms der Pressluftquelle 6 mit dem Expansionsventil 63 verbunden.

35 **[0026]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist im Gegensatz zu der Ausführung gemäß Figur 1 der erste Gasleitkanal 2 mit dem Auslass eines Adsorptionstrockner s 7 verbunden. Der Adsorptionstrockner 7 umfasst im Wesentlichen eine ein Molekularsieb enthaltene Trockenpatrone 71, die über eine erste Leitung 72 mit einem Gebläse 73 sowie einer dieser nachgeschalteten Heizung 74 verbunden ist. Anstelle erwärmer Umgebungsluft wird die in dem Trocknungsbehälter 1 eingebrachte expandierte Pressluft über die erste Leitung 72 durch die Trockenpatrone 71 im Kreislauf geführt. Weiterhin ist

durch die Trockenpatrone 71 eine zweite Leitung 75 geführt, durch die zur Regeneration der Trockenpatrone 71 mittels eines Gebläses 73 mit nachgeschalteter Heizung 74 erhitzte Umgebungsluft durchgeführt wird.

[0027] In Figur 3 ist ein unterer Abschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Trocknungsbehälters 1 in einer Detaildarstellung gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel weist der Trocknungsbehälter 1 einen zweiten Gasleitkanal 4 auf, der im Übergang zwischen dem zylindrischen ersten Abschnitt 11 und dem trichterförmigen zweiten Abschnitt 12 angeordnet ist. In den Trocknungsbehälter 1 ist ein rohrförmiges Zylinderblech 41 eingebracht, das im Bereich des trichterförmigen zweiten Abschnitts 12 auf der Behälterwand 10 aufliegt und mit dieser verbunden ist. Der Außendurchmesser des Zylinderblechs 41 ist kleiner, als der Innendurchmesser der Behälterwand 10 des zylindrischen ersten Abschnitts 11. An das Zylinderblech 41 schließt sich ein kegelstumpfförmiges Trichterblech 42 an, das über einen Versatzring 43 mit dem Zylinderblech 41 verbunden ist. Der Versatzring ist radial umlaufend mit langlochförmigen Auslassöffnungen 44 versehen. Das dem Versatzring 43 gegenüberliegende, durchmessererweiterte Ende des Trichterblechs 42 liegt an der Innenwand des zylindrischen ersten Abschnitts 11 des Trocknungsbehälters 1 an und ist mit diesem verbunden. Der Gasleitkanal 4 ist einerseits begrenzt durch die Behälterwand 10 und andererseits durch eine durch das Zylinderblech 41 und das Trichterblech 42 gebildete Innenwand. Zum Anschluss des Gasleitkanals 4 an einer Trocknungsgasquelle ist an dem Trocknungsbehälter 1 ein Anschluss 45 befestigt, der die Innenwand 10 im Bereich des Gasleitkanals 4 durchdringt.

[0028] Wird ein derartig ausgebildeter, mit Kunststoffgranulat gefüllter Trocknungsbehälter 1 über den Anschluss 45 mit Trocknungsgas, beispielweise mit entspannter und erwärmer Pressluft beaufschlagt, so wird der ringförmig ausgebildete Gasleitkanal 4 mit Trocknungsluft geflutet. Die Trocknungsluft strömt sodann über die Auslassöffnungen 44 des Versatzrings 43 im Wesentlichen in Gravitationsrichtung, also vertikal nach unten in Richtung der Entnahmehöffnung 13 in das Kunststoffgranulat, wobei sie sich radial nach innen das Kunststoffgranulat durchströmend ausbreitet. Durch den Auftriebseffekt steigt die erhitzte Trocknungsluft sodann durch das Kunststoffgranulat nach oben. Über den nach Verlassen der Auslassöffnungen 44 des Versatzrings 43 durch das Kunststoffgranulat zurückgelegten Strömungsweg wird dem Kunststoffgranulat von der dieses umströmenden Trocknungsluft eine Wassermenge entzogen, die - wie sich überraschend gezeigt hat - signifikant größer ist, als bei Trocknungsbehältern des Standes der Technik mit zentraler, mittiger Trockenluftzufuhr.

[0029] Beim Durchströmen des Kunststoffgranulats gibt das Trocknungsgas Wärme an das Granulat ab, wodurch das Trocknungsgas zunehmend abkühlt. Durch den oberhalb des ersten Gasleitkanals angeordneten - in Figur 3 nicht dargestellten - zweiten Gasleitkanal wird

dem Kunststoffgranulat über das Gebläse 51 erwärmt Umgebungsluft zugeführt. Durch diese erwärmte Umgebungsluft wird das in dem Granulat enthaltene Wasser in die Gasphase überführt. Zugleich wird dem Trocknungsgas Wärmeenergie zugeführt, wodurch dessen Wasseraufnahmekapazität wieder erhöht wird.

[0030] Die Temperatur und der Taupunkt des in dem Trocknungsbehälter befindlichen Trocknungsgases, vorliegend Trocknungsluft, wird über einen Taupunktsensor 14 und einen Thermosensor 15, die an der Behälterinnenwand angeordnet sind, kontinuierlich erfasst und an eine Steuer- und Regeleinrichtung 8 gemeldet, die anhand hinterlegter Vorgabewerte die Temperatur und den Taupunkt durch Ansteuerung des Gebläses 51 einerseits und des Expansionsventils 63 andererseits einregelt.

[0031] Der Trocknungsbehälter 1 sowie auch das Zylinderblech 41, das Trichterblech 43 sowie der Versatzring 42 sind im Ausführungsbeispiel aus Edelstahl hergestellt. Selbstverständlich können sämtliche Bauteile auch aus anderen, insbesondere auch aus nichtmetallischen Werkstoffen hergestellt sein. Die Bezeichnung "Blech" bezieht sich vorliegend ausschließlich auf die "Dünngewandigkeit" der Bauteile, deren Dicke erheblich geringer ist, als ihr Flächenmaß und insbesondere nicht auf den Werkstoff.

[0032] Der Gasleitkanal kann an jeder Position des Trocknungsbehälters angeordnet sein. Bevorzugt ist eine Position weit unten zu wählen, um den Durchströmungsweg des Trocknungsgases möglichst zu maximieren. Weiterhin können, wie in Figuren 1 und 2 gezeigt, auch mehrere, insbesondere parallel zueinander angeordnete Gasleitkanäle angeordnet sein, die über eine gemeinsame Trocknungsgasquelle oder auch jeweils über eine separate Trocknungsgasquelle gespeist sein können. Durch die Anordnung mehrerer, separat mit Trocknungsgas gespeister Gasleitkanäle ist eine unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit und/oder Trocknungsgasmenge einstellbar, wodurch die Durchströmung des Kunststoffgranulats mit Trocknungsgas detaillierter einstellbar ist.

[0033] Wenngleich in den vorstehenden Ausführungsbeispielen durchgehend Trocknungsluft als Trocknungsgas Verwendung findet, ist die Erfindung nicht auf den Einsatz von Trocknungsluft beschränkt. Selbstverständlich ist der Einsatz sämtlicher zur Trocknung von Kunststoffgranulat geeigneter Trocknungsgase von der Erfindung umfasst, insbesondere auch der Einsatz von Inertgas wie beispielsweise Stickstoff zur Trocknung von oxidationsfreudigen Kunststoffgranulaten.

Patentansprüche

1. Trocknungsbehälter (1) zur Trocknung von Kunststoffgranulat, mit einer Behälterwand (10), die einen hohlzylindrischen oder hohlprismaförmigen ersten Abschnitt (11) aufweist, der in einen trichterförmigen

- zweiten Abschnitt (12) übergeht, der endseitig eine Entnahmeöffnung (13) aufweist und einem durch die Behälterwand (10) geführten Gaseinlass, der mit einer Trocknungsgasquelle verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gaseinlass in einem zumindest bereichsweise radial umlaufend an der Behälterinnenwand angeordneten, zur Behältermittelachse hin kragenden Gasleitkanal (3, 4) mündet, der einen geschlossenen, ring- oder teilringförmigen Raum begrenzt, der mit wenigstens einer Auslassöffnung (33, 44) versehen ist, welche wenigstens eine Auslassöffnung (33, 44) zur Entnahmeöffnung (13) hin gerichtet ist. 5
2. Trocknungsbehälter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasleitkanal (3, 4) zumindest teilweise, bevorzugt vollständig an dem zweiten Abschnitt (12) der Behälterwand (10) angeordnet ist. 15
3. Trocknungsbehälter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Auslassöffnung (33, 44) in einem Winkel von zwischen 10° und 100°, bevorzugt zwischen 30° und 70°, besonders bevorzugt zwischen 40° und 50° Grad zu einer orthogonal zur Behältermittelachse verlaufenden Ebene (E_2) ausgerichtet ist. 25
4. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Auslassöffnung (33, 44) in Form eines Langlochs oder eines Spaltes ausgebildet ist. 30
5. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasleitkanal (3, 4) einen radial zur Mittelachse des Trocknungsbehälters gerichteten Vorsprung aufweist, in dem die Auslassöffnungen (33, 44) angeordnet sind. 35
6. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trocknungsgasquelle durch eine Druckgasquelle, insbesondere eine Pressluftquelle (6) oder durch den Trocknungsgasauslass eines Adsorbtionstrockners (7) gebildet ist. 40
7. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** axial beabstandet zu dem Gasleitkanal (3, 4) auf dessen der Entnahmeöffnung (13) entgegengesetzten Seite in dem ersten Abschnitt (11) ein durch die Behälterwand (10) geführter zweiter Gaseinlass angeordnet ist, der mit einer zweiten Trocknungsgasquelle, bevorzugt einer Umgebungsluftquelle verbunden ist, die eine Anordnung mit einer Heizung (52, 64) und einem Gebläse (51, 63) umfasst. 45
8. Trocknungsbehälter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Gaseinlass im Bereich der Entnahmeöffnung (13) zugewandten unteren Hälfte, bevorzugt des unteren Drittels des ersten Abschnitts (11) der Behälterwand (10) angeordnet ist. 50
9. Trocknungsbehälter nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Gaseinlass in einem zweiten Gasleitkanal (2) mündet, der wenigstens eine Auslassöffnung (23) aufweist, die bevorzugt in Form eines Langlochs oder eines Spaltes ausgebildet ist und zur Entnahmeöffnung (13) hin gerichtet ist. 55
10. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle vorhandenen Gaseinlässe an der Behälterwand (10) angeordnet sind. 10
11. Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Trocknungsbehälter (1), insbesondere an der Behälterwand (10) wenigstens ein Thermosensor (15) und/oder wenigstens ein Taupunktsensor (14) angeordnet ist, der mit einer Steuer- und Regeleinrichtung (8) verbunden ist, über die der Volumenstrom wenigstens einer der Trocknungsgasquellen (5, 6) steuerbar ist, wobei die Steuer- und Regeleinrichtung (8) mit einem in der Zuleitung zwischen Trocknungsgasquelle und Trocknungsbehälter angeordneten Ventil (63) und/oder Gebläse (51, 63) verbunden ist. 20
12. Verfahren zur Trocknung von Kunststoffgranulat in einem Trocknungsbehälter, insbesondere einem Trocknungsbehälter nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei dem Kunststoffgranulat über einen seitlich an der Behälterwand (10) angeordneten ersten Gaseinlass über wenigstens eine Auslassöffnung (23, 33, 44) eines radial zumindest bereichsweise umlaufend angeordneten Gasleitkanals (2, 3, 4) ein im Wesentlichen in Gravitationsrichtung gerichteter erster Trocknungsgasvolumenstrom zugeführt wird, wobei beabstandet zu dem ersten Gaseinlass auf dessen der Entnahmeöffnung (13) des Trocknungsbehälters (1) abgewandten Seite über einen zweiten an der Behälterwand (10) angeordneten Gaseinlass dem Kunststoffgranulat ein weiterer, zweiter erwärmer Trocknungsgasstrom zugeführt wird. 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Trocknungsgasvolumenstrom ein mittels eines Gebläses (51) eingebrachter, erwärmer Umgebungsluftstrom ist. 40
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur und/oder der 45

Taupunkt in dem Trocknungsbehälter (1) durch wenigstens einen Sensor (14, 15) erfasst wird und auf Basis der erfassten Messwerte eine Steuerung wenigstens eines Trocknungsgasvolumenstroms erfolgt. 5

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **da- durch gekennzeichnet, dass** der erste Trocknungsgasvolumenstrom aus expandiertem Druckgas, insbesondere expandierter Pressluft oder aus 10 durch einen Adsorptionstrockner (7) getrockneter Umgebungsluft gebildet ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

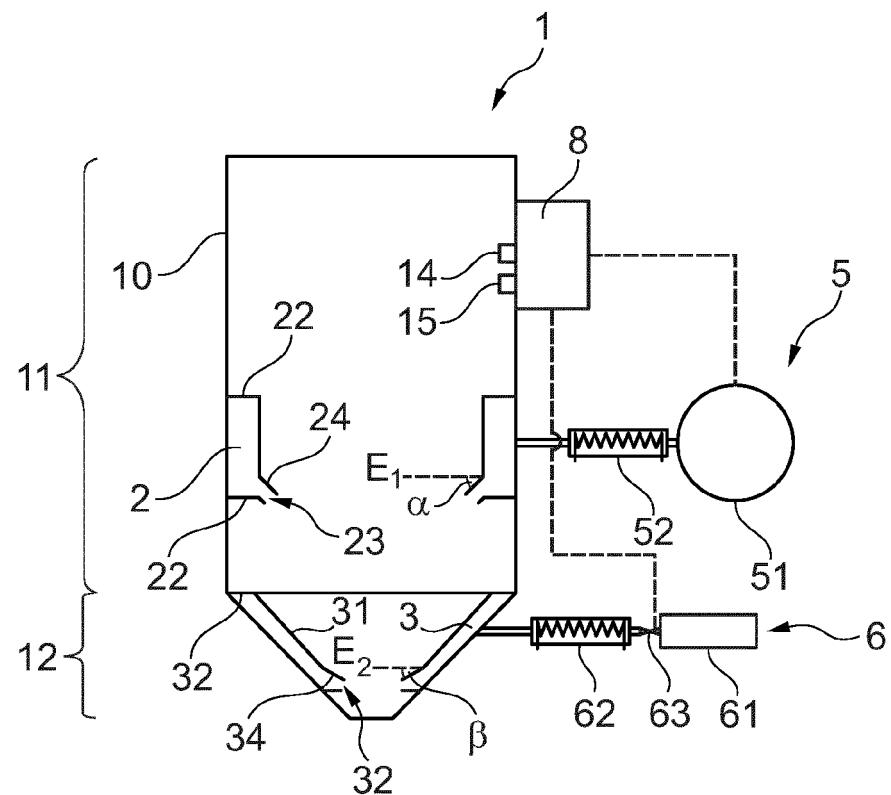


Fig. 2

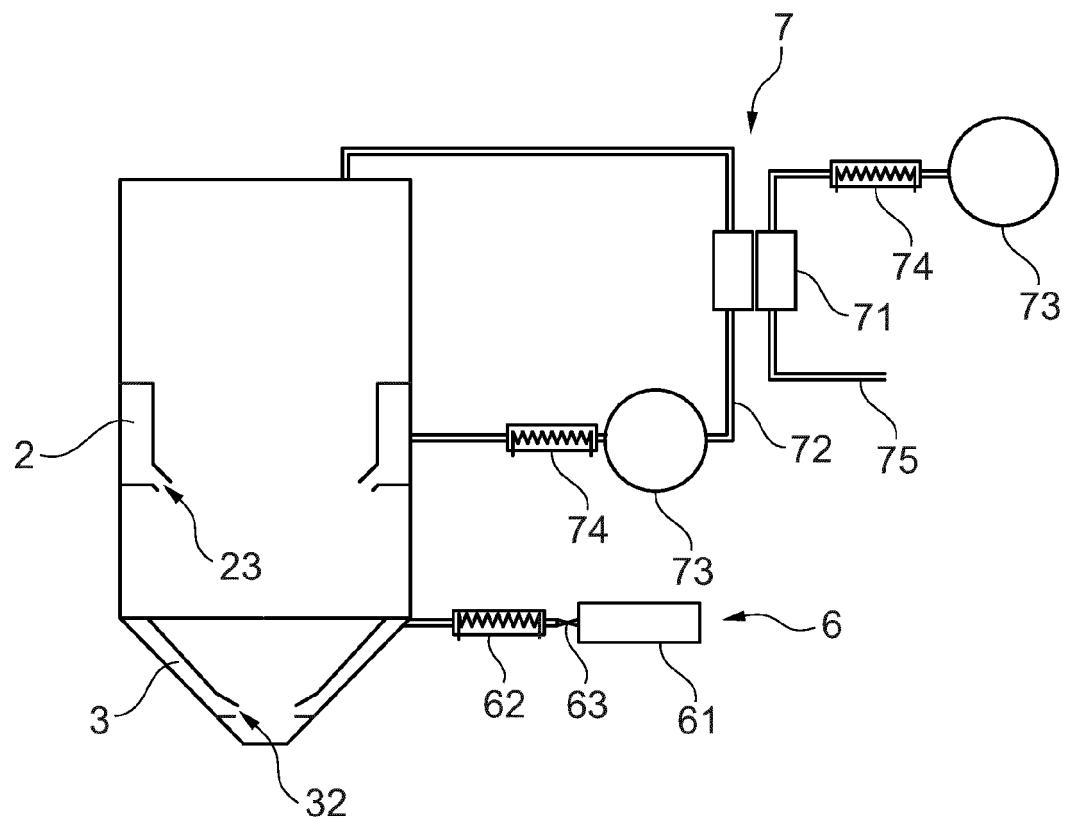
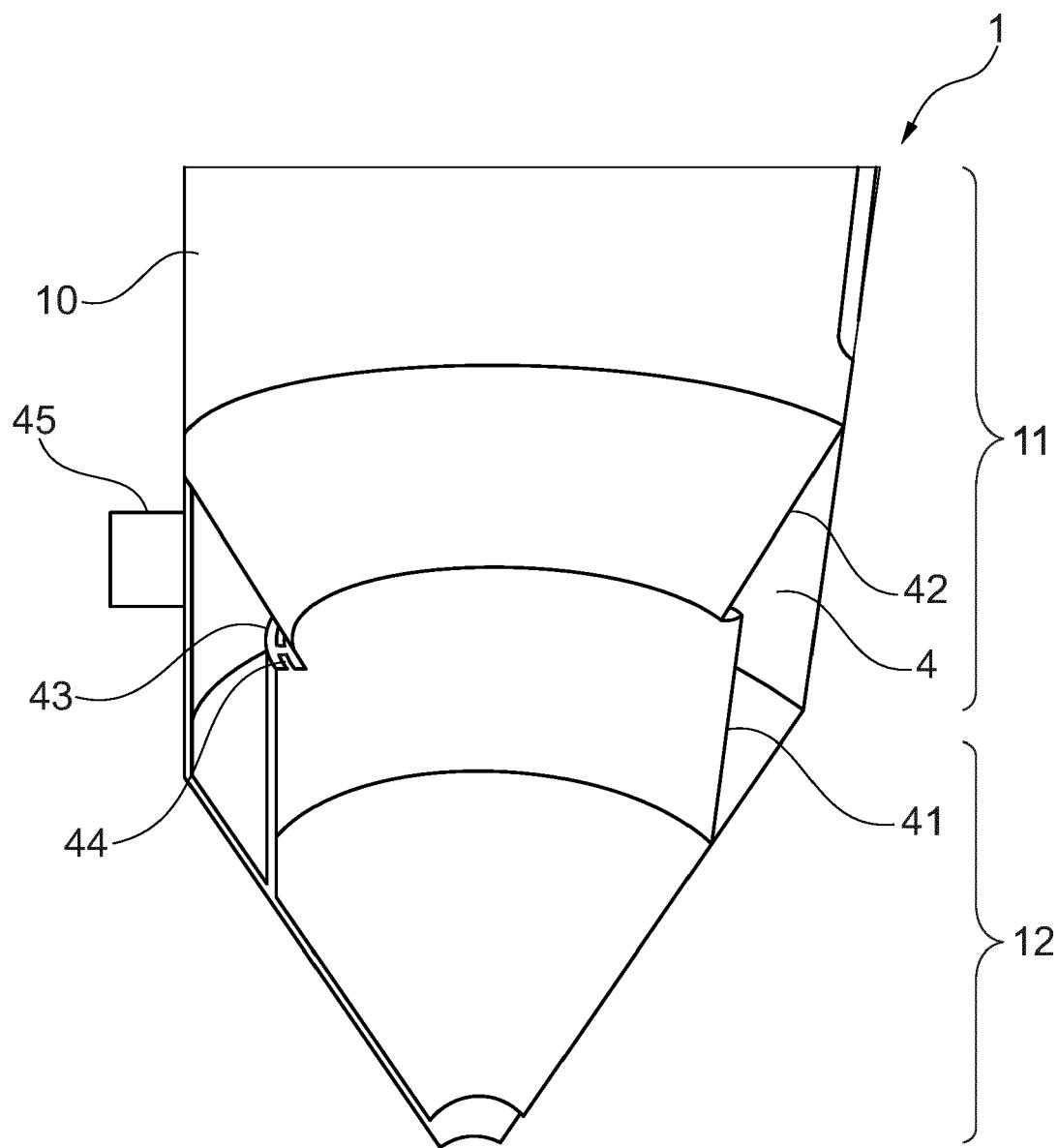


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 15 7021

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
		Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	US 2018/124994 A1 (KAEB PAUL A [US] ET AL) 10. Mai 2018 (2018-05-10) * Absatz [0047] - Absatz [0051]; Abbildungen 1,2 *	1-10,12, 15
15	Y	EP 2 886 984 A2 (MOTAN HOLDING GMBH [DE]) 24. Juni 2015 (2015-06-24) * Absatz [0123]; Abbildungen 9a,b *	11,13,14
20	Y,D	DE 20 2017 107185 U1 (DIGICOLOR GMBH [DE]) 4. Dezember 2017 (2017-12-04) * Absatz [0017] - Absatz [0019]; Abbildungen *	13
25	X	US 5 915 814 A (CREWS RICHARD S [US]) 29. Juni 1999 (1999-06-29) * Spalte 5, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 39; Abbildung 9 *	1,3,4,6, 10
30	X	US 4 974 336 A (HAHN GRANVILLE J [US]) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) * Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 45; Abbildung 2 *	1-3,10
35	A		12-15
40			
45			
50	3	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt	
55	Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juni 2020
	Prüfer Mootz, Frank		
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 15 7021

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-06-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 2018124994 A1	10-05-2018	AU 2017358528 A1		11-04-2019
			BR 112019009437 A2		04-02-2020
			CA 3038025 A1		17-05-2018
20			US 2018124994 A1		10-05-2018
			WO 2018089043 A1		17-05-2018
	EP 2886984 A2	24-06-2015	BR 102014031694 A2		28-06-2016
			CN 105043016 A		11-11-2015
25			DE 102013022092 A1		18-06-2015
			EP 2886984 A2		24-06-2015
			US 2015176896 A1		25-06-2015
30	DE 202017107185 U1	04-12-2017	KEINE		
	US 5915814 A	29-06-1999	AT 218695 T		15-06-2002
			DE 69713121 D1		11-07-2002
			EP 0931237 A1		28-07-1999
35			HK 1021223 A1		25-10-2002
			MY 121240 A		28-01-2006
			US 5915814 A		29-06-1999
			WO 9809121 A1		05-03-1998
40	US 4974336 A	04-12-1990	KEINE		
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202017107185 U1 **[0003]**