



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.10.2019 Patentblatt 2019/41

(51) Int Cl.:
F25D 3/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19157971.3**

(22) Anmeldetag: **19.02.2019**

(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

(72) Erfinder:
• **Castel, Jean Michel**
78390 Bois-d'Arcy (FR)
• **Follut, Florian**
69330 Meyzieu (FR)
• **Tebib, Emir**
77410 Gressy (FR)

(30) Priorität: **06.04.2018 DE 102018002750**

(71) Anmelder: **Messer France S.A.S.**
92156 Suresnes Cedex (FR)

(74) Vertreter: **Münzel, Joachim R.**
Messer Group GmbH
Messer-Platz 1
65812 Bad Soden (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUM KÜHLEN VON PRODUKTEN**

(57) Eine Vorrichtung zum Kühlen von Produkten umfasst einen Zyklon (2), dessen Gehäuse einen kreiszylinderförmigen Hinterabschnitt (3) und einen sich daran anschließenden, konisch zugeformten Vorderabschnitt (4) aufweist, der in einer Austrittsöffnung (5) ausmündet. Am Hinterabschnitt (3) ist ein Deckel (6) mit einer durch diesen konzentrisch hindurchgeführten, im Innern des Zyklons (2) ausmündenden Gasabzugsleitung (7), eine tangential in den Hinterabschnitt (3) einmündende Zuleitung für ein kryogenes Kältemittel und Zuleitung (18) für ein zu kühlendes Produkt vorgesehen.

Um die Effizienz des Kühlvorgangs zu verbessern, ist erfindungsgemäß eine sich an die Austrittsöffnung (5) des Vorderabschnitts (4) anschließende Produktausleitung (20) vorgesehen, in der Mittel (21, 22, 23) zum Aufbau eines Gegendrucks gegen den im Zyklon (2) erzeugten Strömungsdruck des abströmenden Produkts angeordnet sind.

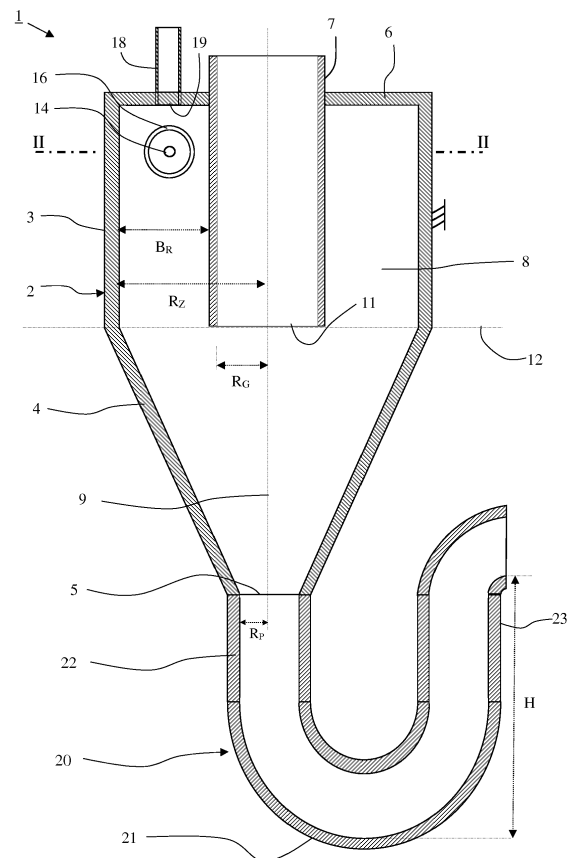


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen von Produkten, mit einem Zyklon, der ein Gehäuse mit einem kreiszylinderförmigen Hinterabschnitt und einen sich daran anschließenden, konisch zugeformten Vorderabschnitt aufweist, wobei auf der vom Vorderabschnitt entgegengesetzten oberen Stirnseite des Hinterabschnitts ein Deckel mit einer durch diesen konzentrisch hindurchgeführten, im Innern des Zyklons beab-

standet vom Deckel mit einer kreisförmigen Gasaustrittsöffnung ausmündenden Gasabzugsleitung angeordnet ist, mit einer an einer Zuleitung für ein kryogenes Kältemittel angeschlossenen Zuführungsdüse, die tangential in den Hinterabschnitt in Bereich der oberen Stirnseite einmündet, und mit mindestens einer in den Hinterabschnitt einmündenden Zuleitung für ein zu kühlendes Produkt.

[0002] Flüssige, pastöse oder pulverförmige Produkte, insbesondere Lebensmittel, wie Kuchenfüllungen, So-

ßen und Marinaden, die bei hohen Temperaturen hergestellt werden, müssen häufig nach ihrer Herstellung schnell gekühlt werden, um beispielsweise die innere Struktur des Produkts zu erhalten oder einem Bakterienwachstum entgegenzuwirken. Eine Kühlung kann beispielsweise mittels elektrisch betriebener, konventioneller Kühlaggregate erfolgen, jedoch ist dies mit einem erheblichen Energieeinsatz verbunden. Als Alternative bietet sich der direkte Kontakt des zu kühlenden Produkts mit einem kryogenen Kältemittel an. Das Kältemittel nimmt einen Teil der Wärme des Produkts auf und verdampft oder sublimiert dabei rückstandsfrei.

[0003] Als "kryogene Kältemittel" werden im Folgenden solche flüssigen, festen oder gasförmigen Medien verstanden, die beim Kontakt mit dem zu kühlenden Produkt eine Temperatur von -20°C und darunter aufweisen. Insbesondere handelt es sich bei dem kryogenen Kältemittel um ein verflüssigtes Gas, wie beispielsweise flüssiger Stickstoff, oder um Kohlendioxid in fester oder flüssiger Form.

[0004] Bei Verwendung von Kohlendioxid als kryogenem Kältemittel wird dieses üblicherweise in flüssiger Form unter einem Druck von über 5,18 bar abs. herangeführt und an einer Düse, der sogenannten Entspannungsdüse, auf Atmosphärendruck (1 bar) entspannt. Dabei kühlt sich das Kohlendioxid auf eine Temperatur von minus 78,9°C (194 K) ab, wobei ein Gemisch aus Kohlendioxidschnee und kaltem Kohlendioxidgas entsteht. Zumindest die Kohlendioxidpartikel werden anschließend zum Kühlen von Produkten eingesetzt und beispielsweise auf die Oberfläche eines zu kühlenden Produkts aufgetragen oder - im Falle eines flüssigen, pastösen oder pulverigen Produkts - in das Produkt eingemischt.

[0005] Aus der EP 1734 320 A2 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der ein zu kühlendes, pumpfähiges Produkt sowie ein kryogenes Kältemittel, wie beispielsweise Flüssigstickstoff, flüssiges Kohlendioxid, flüssiges Argon

oder flüssige Luft, in einem Wirbelschneckenkühler in Kontakt gebracht und innig durchmischt wird. Das Gemisch wird anschließend einer Trenneinrichtung zugeführt, an der das verdampfte kryogene Kältemittel abgezogen wird. Das gekühlte Produkt steht anschließend zur Verarbeitung in weiteren Verfahren oder zur Verpackung bereit.

[0006] Aus der WO 2005/053440 A1 ist eine Vorrichtung zum Kühlen flüssiger Produkte bekannt, bei der in einen mit dem zu kühlenden Produkt gefüllten Behälter ein kryogenes Kältemittel, beispielsweise flüssiger Stickstoff oder flüssiges Kohlendioxid eingebracht wird. Das Kältemittel verdampft beim thermischen Kontakt mit dem Produkt und wird an einem Kopfraum des Behälters abgezogen. Nach dem Kühlvorgang wird das gekühlte Produkt über eine vom Boden des Behälters abzweigende Leitung entnommen.

[0007] Die WO 2016/060869 A1 betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen flüssiger Lebensmittel, wie beispielsweise Soßen. Bei diesem Gegenstand wird das Produkt durch eine Rohrleitung geführt, in die an einer oder mehreren Stellen ein kryogenes Kältemittel, beispielsweise flüssiger Stickstoff, eingetragen wird. Die beschriebene Vorrichtung ist allerdings recht aufwändig im Aufbau, zumal das beim Verdampfen stark expandierende Kältemittel eine druckstabile Ausgestaltung der Rohrleitung erfordert.

[0008] In der EP 3 234 485 A1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem ein zu kühlendes Produkt in einem Zyklon mit expandierendem Kohlendioxid in Kontakt gebracht wird. Es bildet sich ein Gemisch aus festen Kohlendioxidpartikeln und dem Produkt, das aus einer im Bodenbereich des Zyklons angeordneten Austrittsöffnung abgezogen wird. Der nur kurze Kontakt von Produkt und Kohlendioxidpartikeln führt allerdings nur zu einer vergleichsweise geringfügigen Abkühlung des Produkts.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine effiziente und einfach zu handhabende Möglichkeit zum Kühlen von fließfähigen, insbesondere flüssigen oder pulverförmigen Produkten anzugeben.

[0010] Gelöst ist diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art und Zweckbestimmung ist erfindungsgemäß also dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsöffnung des Vorderabschnitts mit einer Produktausleitung für gekühltes Produkt strömungsverbunden ist, in der Mittel zum Aufbau eines dem Strömungsdruck des durch die Produktausleitung abströmenden Produkts entgegen wirkenden Gegendrucks angeordnet sind.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst also einen Zyklon, dessen Gehäuse in an sich bekannter Weise einen zylinderförmigen Hinterabschnitt und einen sich daran anschließenden, konisch zugeformten Vor-

derabschnitt aufweist, der in eine Austrittsöffnung ausmündet. Auf der vom Vorderabschnitt entgegengesetzten Stirnseite des Hinterabschnitts ist ein Deckel mit einer durch diesen hindurchgeführten, im Innern des Zyklons beabstandet vom Deckel mit einer Gasaustrittsöffnung ausmündenden Gasabzugsleitung (auch Tauchrohr genannt) angeordnet. Der Zyklon steht üblicherweise senkrecht, wobei die Austrittsöffnung des Vorderabschnitts nach unten und die Gasaustrittsöffnung nach oben gerichtet ist. In den Hinterabschnitt des Zyklons mündet tangential eine Zuleitung für ein Kältemittel ein, die mit einer stirnseitigen Düsenöffnung ausgerüstet ist. Des Weiteren mündet in den Hinterabschnitt eine Zuleitung zum Zuführen eines zu kühlenden Produkts ein. Beispielsweise mündet die Zuleitung für das Produkt im wesentlichen senkrecht oder in einem spitzen Winkel zur Strömungsrichtung des Kältemittels in den Hinterabschnitt und beabstandet von der Düsenöffnung der Zuleitung für das Kältemittel ein. Um ein Anfrieren des Produkts an den Wänden des Zyklons zu vermeiden, können diese mit einer - beispielsweise elektrischen - Heizeinrichtung ausgerüstet sein.

[0013] Im Einsatz der Vorrichtung wird im Zyklon aufgrund der Zuführung des Kältemittels und dessen Entspannung und/oder Verdampfung ein erheblicher Strömungsdruck in Richtung auf die Austrittsöffnung des Vorderabschnitts ausgeübt. Überraschend hat sich nun herausgestellt, dass eine besonders effiziente Abkühlung des Produkts dann erzielt werden kann, wenn gegen diesen Strömungsdruck ein gewisser Gegendruck aufgebaut wird. Die Ursache für die Steigerung der Kühlleistung ist nicht restlos geklärt, möglicherweise führt der Gegendruck zu einer längeren Verweildauer des Produkts im Zyklon und damit zu einer längeren Kontaktzeit mit dem kryogenen Kältemittel. Die Erfindung sieht daher vor, dass in einer sich an die Austrittsöffnung anschließenden Produktausleitung Mittel zum Erzeugen eines solchen Gegendrucks angeordnet sind.

[0014] Die Mittel zum Aufbau eines Gegendrucks können dabei Strömungswiderstände innerhalb der Produktausleitung, wie beispielsweise eine Blende oder sonstige Verengung des freien Strömungsquerschnitts, umfassen. In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfassen sie ein Drosselventil, mittels dem ein bestimmter zu erzielender Gegendruck eingestellt werden kann. Diese Ausgestaltung empfiehlt sich insbesondere dann, wenn in der Vorrichtung verschiedene Produkte zu kühlen sind und eine bestimmte Kühlleistung, abhängig von Art und Eigenschaften des Produkts, wie beispielsweise Temperatur oder Viskosität und/oder der einzustellenden Temperatur gefordert ist. Das Drosselventil kann auch regelbar ausgestaltet sein und während des Kühlvorgangs einen Gegendruck in Abhängigkeit von einem gemessenen Parameter, wie beispielsweise der ausgangsseitigen Temperatur des Produkts, geregelt werden.

[0015] In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform umfassen die Mittel zum Aufbau des Gegendrucks einen Abschnitt der Produktausleitung, die nach Art eines Si-

phons ausgebildet ist und zumindest einen geodätisch nach oben verlaufenden Leitungsabschnitt umfasst. Im Betrieb der Vorrichtung bildet sich in dem senkrecht nach oben verlaufenden Leitungsabschnitt eine aus gekühltem Produkt bestehende Säule aus, deren Gewicht (bei flüssigen Produkten: hydrostatischer Druck) als Gegendruck gegen den Strömungsdruck an der Austrittsöffnung des Zyklons wirkt. Selbstverständlich können die Mittel zum Aufbau eines Gegendrucks auch miteinander kombiniert werden, also beispielsweise eine Blende oder ein Drosselventil in der Produktzuleitung mit einem senkrecht nach oben verlaufenden Leitungsabschnitt.

[0016] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor dass die Zuleitung für das zu kühlende Produkt derart in den Hinterabschnitt einmündet, dass ein aus ihr entströmender Produktstrom in den Strom des an der Zuführungsdüse eingetragenen Kältemittels gerichtet ist. Dadurch wird bereits unmittelbar nach der Zuführung des Produkts eine innige Durchmischung von Produkt und Kältemittel bewirkt.

[0017] Bevorzugt erfolgt dabei der Eintrag des Produkts über eine senkrecht zum Kältemittelstrom einmündende Zuleitung, die beispielsweise durch den Deckel des Hinterabschnitts geführt ist und zumindest mit ihrem Endabschnitt im wesentlichen parallel zu einer Längsachse des Zyklons verläuft. Das Produkt wird in diesem Fall also im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des Kältemittels in den Zyklon eingetragen. Die Zuleitung für das Produkt kann jedoch auch in einem spitzen Winkel in den Hinterabschnitt einmünden, mit jeweils einer Richtungskomponente parallel und senkrecht zum Kältemittelstrom. Im Übrigen kann die Zuleitung für das Produkt mündungsseitig auch mit einer Sprühdüse ausgerüstet sein.

[0018] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung mündet die Zuleitung für das Produkt nicht unmittelbar vor der Zuführungsdüse für das Kältemittel in den Hinterabschnitt aus, sondern axial beabstandet zu dieser. Bevorzugt mündet die Zuleitung für das Produkt 1 cm bis 10 cm vor der Zuführungsdüse in den Hinterabschnitt ein, besonders bevorzugt 2 cm bis 5 cm. Der Produktstrom trifft bei dieser Ausgestaltung auf einen bereits verbreiterten Kältemittelstrom und wird von diesem mitgerissen.

[0019] Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einem Verfahren zum Kühlen von Produkten, unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst. Dabei wird an einer in den Hinterabschnitt eines Zyklons einmündenden Zuführungsdüse tangential ein kryogenes Kältemittel in den Zyklon eingetragen. Gleichzeitig wird ein zu kühlendes Produkt in einem auf den Strom des eingetragenen Kältemittels gerichteten Produktstrom zugeführt. Das Gemisch aus Kältemittel und Produkt wird im Zyklon getrennt, wobei das Produkt über eine Produktausleitung, die aus einem sich an den Hinterabschnitt anschließenden konisch zugeformten Vorderabschnitt ausmündet, abgeführt wird. Verdampftes Kältemittel wird über

eine Gasabzugsleitung im Hinterabschnitt des Zyklons abgeführt.

[0020] Erfindungsgemäß wird in der Produktausleitung abströmseitig ein dem Strömungsdruck des abströmenden Produkts entgegenwirkender Gegendruck erzeugt. Der Gegendruck wird mittels geeigneter Mittel auf einen vorgegebenen Wert eingestellt oder in Abhängigkeit von einem gemessenen Wert geregelt. Als Mittel kann beispielsweise ein Drosselventil oder eine Engstelle in der Produktausleitung oder die Aufrechterhaltung einer Flüssigkeitssäule, gegen deren hydrostatischen Druck das Abströmen des gekühlten Produkts zu erfolgen hat, zum Einsatz kommen. Durch das Anlegen des Gegendrucks werden die Strömungsverhältnisse im Inneren des Zyklons derart verändert, dass es zu einer längeren Kontaktzeit von Produkt und Kältemittel und damit zu einer effizienteren Kühlung des Produkts kommt.

[0021] Bevorzugt wird der Gegendruck auf einen Wert von 0,03 bis 0,2 bar, besonders bevorzugt auf einen Wert zwischen 0,05 und 0,1 bar eingestellt. Als kryogenes Kältemittel kommt bevorzugt flüssiger Stickstoff oder flüssiges Kohlendioxid, das beim Eintritt in den Zyklon zu einem Gemisch aus gasförmigem und festem Kohlendioxid entspannt, zum Einsatz.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zur Kühlung flüssiger, fluidisierter oder pulverförmiger Produkt geeignet. Insbesondere wird die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kühlung von Lebensmittelprodukten auf Fett- oder Wasserbasis, insbesondere flüssiger Lebensmittelprodukte, wie beispielsweise Soßen, Suppen oder Säfte, mit oder ohne feste Bestandteile, eingesetzt. Nach der Kühlung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann das Produkt anschließend weiteren Verarbeitungsschritten oder einer Verpackungseinheit zugeführt werden. Das beim Kühlvorgang entstehende gasförmige Kältemittel, beispielsweise Kohlendioxidgas, wird an der Gasabzugsleitung abgezogen und kann beispielsweise auch zur Vor Kühlung des dem Zyklon zugeführten Kältemittels eingesetzt werden.

Beispiel:

[0023] Der Hinterabschnitt des Zyklons einer erfindungsgemäßen Vorrichtung besitze einen Rohrdurchmesser von beispielsweise 250 mm bis 300 mm. In den Hinterabschnitt wird ein wässriges Produkt mit einem Mengenstrom zwischen 2,5 m³/h eingetragen. Gleichzeitig wird flüssiges Kohlendioxid als Kältemittel mit einem Mengenstrom von 1,2 t/h eingetragen. In der Produktausleitung wird beispielsweise mittels eines Drosselventils ein Gegendruck zwischen 0,05 bar und 0,1 bar erzeugt. Das am Ausgang der Produktausleitung entnommene Produkt besitzt eine Temperatur, die um bis zu 40°C niedriger ist als die Temperatur des zugeführten Produkts.

[0024] Anhand der Zeichnung soll ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden. In schemati-

schen Ansichten zeigen:

Fig. 1: Eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Schnitansicht längs der Linie I-I in Fig. 2,

Fig. 2: Die Vorrichtung aus Fig. 1 in einer Schnitansicht längs der Linie II-II in Fig. 1,

[0025] Die in den Zeichnungen gezeigte Vorrichtung 1 zum Kühlen von Produkten umfasst einen Zyklon 2, dessen Gehäuse in an sich bekannter Weise einen Hinterabschnitt 3 mit kreiszylinderförmigem Querschnitt mit Radius R_z und einen sich daran anschließenden, konisch zugeformten Vorderabschnitt 4 aufweist, der in einer Austrittsöffnung 5 mit Radius R_p ausmündet. Der Zyklon 2 ist aus einem schlecht wärmeleitenden Material, wie Edelstahl oder Titan, gefertigt und kann überdies, hier nicht gezeigt, mit einer thermisch isolierenden Hülle ausgerüstet sein.

[0026] Auf seiner dem Vorderabschnitt 4 entgegengesetzten Stirnseite ist der Hinterabschnitt 3 mit einem Deckel 6 abgeschlossen. Eine zylinderförmige Gasabzugsrohr 7 mit Innenradius R_G , das in hier nicht gezeigter Weise an einer Gasabzugsleitung angeschlossen ist, ist durch den Deckel 6 mittig hindurchgeführt, wodurch zwischen der Außenwand des Gasabzugsrohrs 7 und der Innenwand des Hinterabschnitts 3 ein Ringraum 8 der Breite B_R besteht. Das Gasabzugsrohr 7 ist tief in das Innere des Zyklons 2 hineingeführt und endet mit einer Gasaustrittsöffnung 11 ungefähr in Höhe der Ebene 12 des Übergangs zwischen Hinterabschnitt 3 und Vorderabschnitt 4 des Zyklons 2. Der Hinterabschnitt 3, der Vorderabschnitt 4 und das Gasabzugsrohr 7 sind entlang einer gemeinsamen vertikalen Achse 9 angeordnet, wobei die Austrittsöffnung 5 unten und das Gasabzugsrohr 7 oben am Zyklon 2 angeordnet sind. Beispielsweise beträgt der Radius R_z zwischen 10 cm und 15 cm, der Radius R_G zwischen 5 cm und 10 cm und der Radius R_p zwischen 5 cm und 10 cm.

[0027] In den Hinterabschnitt 3 des Zyklons 2 mündet eine Zuführungsdüse 14 für ein kryogenes Kältemittel ein, die über eine Zuleitung 15 mit einer hier nicht gezeigten Quelle für ein kryogenes Kältemittel strömungsverbunden ist. Bei der Quelle handelt es sich beispielsweise um einen Tank für tiefkalt verflüssigten Stickstoff oder für druckverflüssigtes Kohlendioxid. Ein Endabschnitt der Zuleitung 15, an dessen Stirnseite sich die Zuführungsdüse 14 befindet, ist innerhalb einer tangentialen Zuführungsabschnitts 16 des Zyklons 2 und axial zu diesem angeordnet. Eine Flanschverbindung 17 sorgt für eine gasdichte Verbindung zwischen Zuleitung 15 und Zuführungsabschnitt 16.

[0028] Weiterhin ist eine Produktzuleitung 18 vorgesehen, die an einer Austrittsöffnung 19 im Deckel 6 senkrecht oder schräg, mit einer zusätzlichen tangentialen Richtungskomponente, in den Hinterabschnitt 3 einmündet. Die Austrittsöffnung 19 ist so angeordnet, dass sie mit dem Endabschnitt der Zuleitung 15 fluchtet und um einen Abstand D von beispielsweise 2 cm bis 5 cm axial

beabstandet vor der Zuführungsdüse 14 ausmündet.

[0029] An die Austrittsöffnung 5 des Vorderabschnitts 4 schließt sich eine Produktausleitung 20 zum Abführen von gekühltem Produkt an, die im hier gezeigten Ausführungsbeispiel durchgehend einen Querschnittsradius R_P besitzt, der dem Radius der Austrittsöffnung 5 des Zyklons entspricht. Die Produktausleitung 20 weist nach Art eines Siphons einen U-förmigen Leitungsabschnitt auf, der im Einsatz der Vorrichtung 1 mit einem Krümmer 21 geodätisch nach unten und mit seinen Schenkeln 22, 23 nach oben gerichtet ist, wobei sich der Schenkel 22 unmittelbar an die Austrittsöffnung 5 anschließt. Krümmer 21 und Schenkel 22, 23 des U-förmigen Leitungsabschnitts so dimensioniert, dass in ihm eine Flüssigkeitssäule der Höhe H von beispielsweise 500 mm bis 800 mm aufrecht erhalten werden kann.

[0030] Beim Betrieb der Vorrichtung 1 strömt ein kryogenes Kältemittel, beispielsweise druckverflüssigtes Kohlendioxid, das über die Zuleitung 15 mit einem Druck von mehr als 5,18 bar (abs.), beispielsweise einem Druck zwischen 18 bis 20 bar (abs.), zur Zuführungsdüse 14 geführt wird, in den Zyklon 2 ein. An der Zuführungsdüse 14 expandiert das Kohlendioxid unter Bildung eines Stroms aus Kohlendioxidgas und Kohlendioxidschnee, der tangential in den Ringraum 8 zwischen der Innenwand des Hinterabschnitts 3 und der Außenwand des Gasabzugsrohrs 7 einströmt und dort auf eine in Richtung des Vorderabschnitts absinkende spiralförmige Bahn 25 gezwungen wird, wie in Fig. 2 angedeutet. Anstelle von Kohlendioxid kann im Übrigen auch ein anderes kryogenes Kältemittel, wie beispielsweise flüssiger Stickstoff, zum Einsatz kommen.

[0031] Gleichzeitig mit dem Kältemittel wird ein zu kühlendes flüssiges Produkt über die Produktzuleitung 18 zugeführt. Das Produkt vermischt sich vor der Ausmündung 19 innig mit dem aus der Zuführungsdüse 14 eingetragenen Kältemittel und wird von dessen Strom mitgerissen. Dabei nimmt das Kältemittel Wärme vom Produkt auf und verdampft bzw. sublimiert dabei zumindest teilweise, wobei sich das Produkt abkühlt.

[0032] In an sich bekannter Weise transformiert die spiralförmige Bahn 25 des verdampften Kältemittels auf Höhe der Gasaustrittsöffnung 11 in eine innerhalb des Gasabzugsrohrs 7 aufsteigende Spiralbahn. Das am Gasabzugsrohr 7 entweichende gasförmige Kältemittel wird anschließend bevorzugt aufgefangen und beispielsweise zur Vorkühlung des zugeführten Kältemittels in der Zuleitung 15 eingesetzt. Durch die kreisförmigen Strömungen innerhalb des Zyklons 2 werden die Flüssigkeitstropfen bzw. Partikel des Produkts spätestens nach einigen Umdrehungen aufgrund der Fliehkraft an die Innenwand des kegelförmigen Vorderabschnitts 4 geschleudert und soweit abgebremst, dass sie sich aus der Strömung lösen und nach unten in Richtung der Austrittsöffnung 5 laufen. Das flüssige Produkt wird anschließend über den U-förmigen Leitungsabschnitt der Produktausleitung 20 abgeführt.

[0033] Die Zuführung und Expansion des Kältemittels

im Zyklon 2 führt zu einem starken Strömungsdruck des Produkts in Richtung auf die Produktausleitung 20. Beim Abströmen über die Produktausleitung 20 muss das Produkt jedoch den Schenkel 23 des U-förmigen Leitungsabschnitts und damit einen der Höhe H entsprechenden hydrostatischen Druck überwinden, der als Gegendruck zum Strömungsdruck des Produkts wirkt. Der Gegendruck von beispielsweise 0,05 bar bis 0,08 bar führt zu einer längeren durchschnittlichen Kontaktzeit der Flüssigkeitströpfchen des Produkts mit dem Kältemittel und damit zu einer wesentlich stärkeren Abkühlung des Produkts im Vergleich zu einer direkt nach unten geführten Ausleitung. Im Übrigen ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 in gleicher Weise auch zur Kühlung eines pulverförmigen Produkts geeignet.

Bezugszeichenliste

[0034]

1. Vorrichtung
2. Zyklon
3. Hinterabschnitt
4. Vorderabschnitt
5. Austrittsöffnung
6. Deckel
7. Gasabzugsrohr
8. Ringraum
9. Achse
10. -
11. Gasaustrittsöffnung
12. Ebene
13. -
14. Zuführungsdüse
15. Zuleitung
16. Zuführungsabschnitt
17. Flanschverbindung
18. Produktzuleitung
19. Austrittsöffnung
20. Produktausleitung
21. Krümmer
22. Schenkel
23. Schenkel
24. -
25. Bahn
- B_Z Breite des Ringspalts
- R_G Innenradius Gasableitung
- R_P Innenradius Produktausleitung
- R_Z Innenradius Hinterabschnitt des Zyklons
- H Höhe einer Flüssigkeitssäule in der Produktausleitung
- D Abstand zwischen Zuführungsdüse und Produktzuleitung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kühlen von Produkten, mit einem Zyklon (2), der ein Gehäuse mit einem kreiszylinderförmigen Hinterabschnitt (3) und einen sich daran anschließenden, konisch zugeformten Vorderabschnitt (4) mit einer Austrittsöffnung (5) aufweist, wobei auf der vom Vorderabschnitt (4) entgegengesetzten oberen Stirnseite des Hinterabschnitts (3) ein Deckel (6) mit einer durch diesen konzentrisch hindurchgeführten, im Innern des Zyklons (2) beabstandet vom Deckel (6) mit einer kreisförmigen Gasaustrittsöffnung (11) ausmündenden Gasabzugsleitung (7) angeordnet ist, mit einer an einer Zuleitung (15) für ein kryogenes Kältemittel angeschlossenen Zuführungsdüse (14), die tangential in den Hinterabschnitt (3) im Bereich der oberen Stirnseite einmündet, und mit mindestens einer in den Hinterabschnitt (3) einmündenden Zuleitung (18) für ein zu kühlendes Produkt,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Austrittsöffnung (5) des Vorderabschnitts (4) mit einer Produktausleitung (20) für gekühltes Produkt strömungsverbunden ist, in der Mittel (21, 22, 23) zum Aufbau eines dem Strömungsdruck des durch die Produktausleitung (20) abströmenden Produkts entgegen wirkenden Gegendrucks angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (21, 22, 23) zum Aufbau eines Gegendrucks ein Drosselventil umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (21, 22, 23) zum Aufbau des Gegendrucks einen geodätisch nach oben verlaufenden Leitungsabschnitt (23) der Produktausleitung (20) umfassen, in dem im Betrieb der Vorrichtung eine Flüssigkeitssäule aufbaubar ist, deren hydrostatischer Druck als Gegendruck wirkt.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (18) für das Produkt derart in den Hinterabschnitt (3) einmündet, dass ein aus ihr entströmender Produktstrom in den Strom des an der Zuführungsdüse (14) eingetragenen Kältemittels gerichtet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (18) für das Produkt axial beabstandet von der Zuführungsdüse (14) für das Kältemittel in den Hinterabschnitt (3) des Zyklons (2) einmündet.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuleitung (18) für das Produkt zumindest mit ihrem in den Zyklon (2) einmündenden Endabschnitt im wesentlichen parallel zu einer Längsachse (9) des Zyklons (2) angeordnet ist.
7. Verfahren zum Kühlen von Produkten unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein kryogenes Kältemittel an einer Zuführungsdüse (14) tangential in den Hinterabschnitt (3) des Gehäuses eines Zyklons (2) eingeleitet wird, über eine in den Zyklon (2) einmündende Zuleitung (18) ein zu kühlendes Produkt in den Strom des eingeleiteten Kältemittels eingetragen wird und sich mit diesem vermischt, anschließend das Gemisch aus Kältemittel und Produkt im Zyklon (2) getrennt wird, wobei das Produkt über eine aus einem sich an den Hinterabschnitt (3) anschließenden konisch zugeformten Vorderabschnitt (4) ausmündende Produktausleitung (20) und verdampftes Kältemittel über eine in den Hinterabschnitt (3) einmündende Gasabzugsleitung (7) abgeführt wird,

dadurch gekennzeichnet,
dass der in der Produktausleitung (20) abströmseitig ein dem Strömungsdruck des abströmenden Produkts entgegen wirkender Gegendruck erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gegendruck auf einen Wert von 0,03 bis 0,2 bar, bevorzugt zwischen 0,05 und 0,1 bar eingestellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als kryogenes Kältemittel flüssiges Kohlendioxid oder flüssiger Stickstoff zum Einsatz kommt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt ein flüssiges oder pulverförmiges Produkt ist.

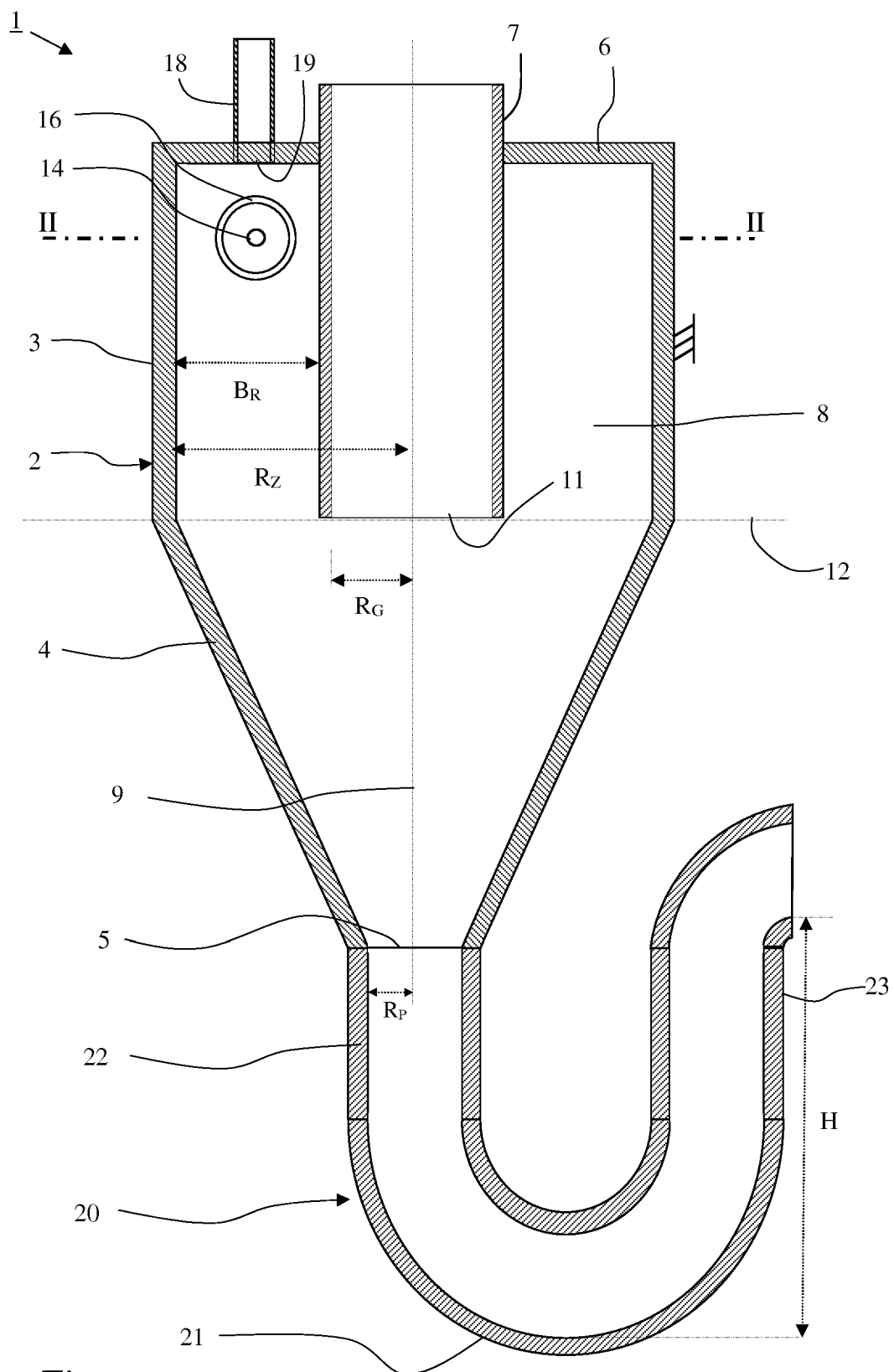
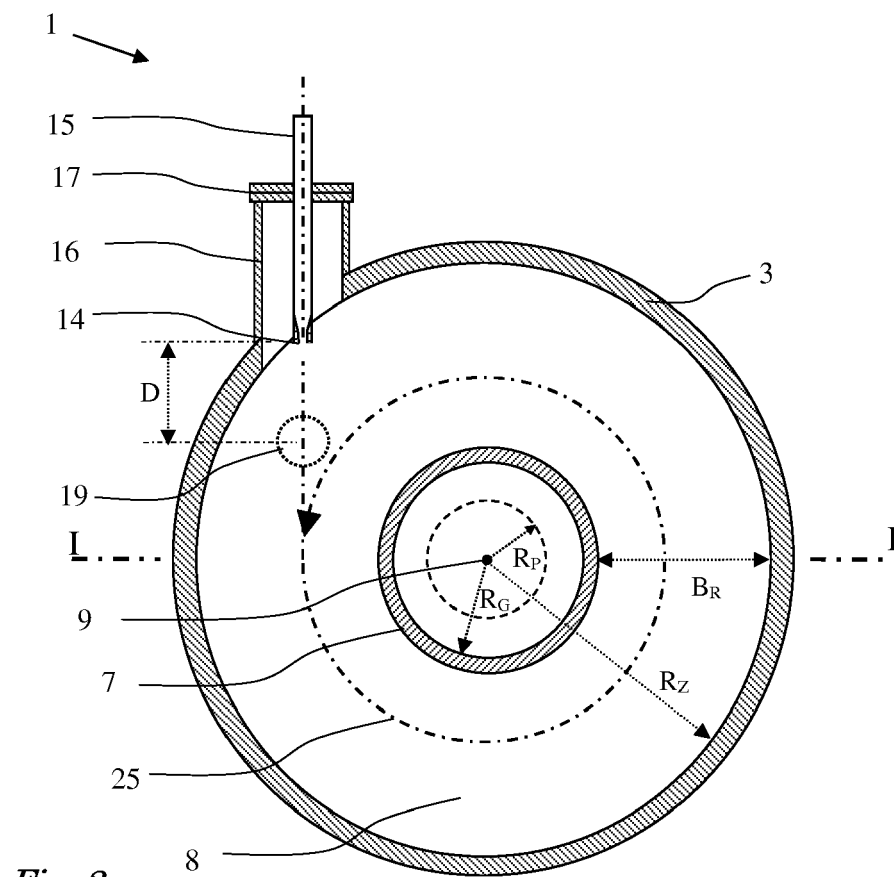


Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 7971

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2014 018981 A1 (MESSER FRANCE SAS [FR]; MESSER GROUP GMBH [DE]) 23. Juni 2016 (2016-06-23)	1,4-7,9,10	INV. F25D3/10
A	* Abbildung 1 *	2,3,8	
X	DE 41 13 512 A1 (GROLITSCH LISBETH [DE]) 29. Oktober 1992 (1992-10-29)	1,7	
A	DE 26 59 546 A1 (BOEHRINGER MANNHEIM GMBH) 13. Juli 1978 (1978-07-13)	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25D F25B F26B A23L
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		22. August 2019	Kuljis, Bruno
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 15 7971

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.

22-08-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102014018981 A1	23-06-2016	DE 102014018981 A1	23-06-2016
			EP 3234485 A1	25-10-2017
			WO 2016097018 A1	23-06-2016
15	-----	-----	-----	-----
	DE 4113512 A1	29-10-1992	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	DE 2659546 A1	13-07-1978	AR 214108 A1	30-04-1979
			AT 356498 B	25-04-1980
20			AU 506746 B2	24-01-1980
			BE 862370 A	27-06-1978
			CA 1106686 A	11-08-1981
			CH 625332 A5	15-09-1981
			DD 133295 A5	27-12-1978
25			DE 2659546 A1	13-07-1978
			FI 773941 A	01-07-1978
			FR 2375901 A1	28-07-1978
			GB 1559920 A	30-01-1980
			IE 46022 B1	26-01-1983
			IT 1089419 B	18-06-1985
30			JP S53114783 A	06-10-1978
			NL 7714401 A	04-07-1978
			ZA 7707184 B	25-10-1978
	-----	-----	-----	-----
35				
40				
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

- EP 1734320 A2 [0005]
- WO 2005053440 A1 [0006]
- WO 2016060869 A1 [0007]
- EP 3234485 A1 [0008]