



(11) **EP 4 299 188 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.2024 Patentblatt 2024/01

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B04B 15/02^(2006.01) B04B 5/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22182396.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B04B 15/02; B04B 5/00

(22) Anmeldetag: **30.06.2022**

(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

• **Sartorius Stedim Biotech GmbH**
37079 Göttingen (DE)

(72) Erfinder: **Tödteberg, Eckhard**
37520 Osterode (DE)

(74) Vertreter: **REHBERG HÜPPE + PARTNER**
Patentanwälte PartG mbB
Robert-Gernhardt-Platz 1
37073 Göttingen (DE)

(71) Anmelder:
• **Sigma Laborzentrifugen GmbH**
37520 Osterode/Harz (DE)

(54) **ZENTRIFUGE, VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER ZENTRIFUGE UND COMPUTERLESBARES MEDIUM**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge (19), insbesondere eine Durchflusszentrifuge, eine biotechnische Zentrifuge oder eine Blutzentrifuge. Die Zentrifuge (19) verfügt über einen Kältemittelkreislauf (1). Erfindungsgemäß ist die Ausgangsseite eines regelbaren Verdichters (4) über eine Bypassleitung (15) mit einem darin angeordneten Ventil (20) mit einer Eingangsseite eines Verdampfers (2) verbunden. In einem Normalbetriebsmodus erfolgt die Kühlung eines Zentrifugenkessels (3) bei geschlossenem Ventil (20) ausschließlich über die Regelung des Verdichters (4) und einer Entspannungseinrichtung (6). Wird hingegen ein Toleranzbereich der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) unterstrichen, wird das Ventil (20) geöffnet, um eine Erwärmung und damit eine Rückführung der Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) in den Toleranzbereich herbeizuführen.

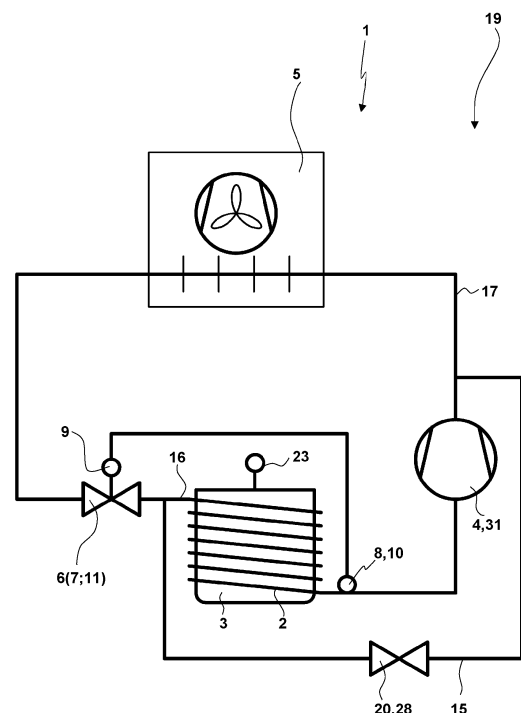


Fig. 3

EP 4 299 188 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge.

[0002] Bei der Zentrifuge handelt es sich vorzugsweise um eine Durchflusszentrifuge, bei der zumindest temporär einer Zentrifugationskammer mindestens ein Medium zugeführt wird und/oder aus dieser abgeführt wird, während die Zentrifugationskammer rotiert. Bei dem mindestens einen Medium handelt es sich insbesondere um das zu zentrifugierende Medium, eine Spülflüssigkeit, eine Buffer-Lösung oder ein aus dem zentrifugierten Medium extrahiertes, modifiziertes Medium oder ein Sediment in der Zentrifugationskammer. Um lediglich einige die Erfindung nicht beschränkende Beispiele zu nennen, kann es sich bei der Durchflusszentrifuge um eine Blutzentrifuge handeln, bei der das zu zentrifugierende Medium Blut ist und das extrahierte modifizierte Medium oder das Sediment Blutkörper oder -partikel sind, oder um eine Zentrifuge handeln, mittels welcher aus einem Medium Zellen, Mikroträger oder anderweitige, in dem Medium enthaltene Partikel gewonnen werden sollen. Möglich ist auch, dass es sich bei dem zentrifugierten Medium nicht um eine reine Flüssigkeit handelt, sondern das Medium eine Lösung oder Suspension mit Partikeln wie Zellen, Zelltrümmern oder -teilen usw. ist. Eine derartige Durchflusszentrifuge findet beispielsweise Einsatz für die Erzeugung biopharmazeutischer oder biotechnologischer Produkte in biopharmazeutischen Unternehmen oder in bio-verarbeitenden Anwendungen. Die Durchflusszentrifuge kann dabei bspw. der Gewinnung und/oder Klärung der Zellen oder Mikroträger dienen, wobei die derart gewonnenen Zellen Einsatz finden können für eine Zelltherapie. Weitere Anwendungsgebiete sind (ohne Beschränkung hierauf) die Herstellung von Impfstoffen oder die Bearbeitung von Blut zwecks Gewinnung von Blutkörpern. Derartige Durchflusszentrifugen werden bspw. von dem Unternehmen Sartorius AG, Otto-Brenner-Straße 20, 37079 Göttingen, Deutschland, und verbundenen Unternehmen unter der Kennzeichnung "Ksep" (eingetragene Marke) vertrieben, vgl. auch www.sartorius.com/en/products/process-filtration/cell-harvesting/ksep-systems (Datum der Einsichtnahme: 28.06.2022).

[0003] Ein Rotor einer derartigen Durchflusszentrifuge weist insbesondere vier Zentrifugationskammern auf, die als an dem Rotorkörper gehaltene Beutel ausgebildet sein können und gleichmäßig über den Umfang verteilt sind. Die Zentrifugationskammern sind dabei radial beabstandet von der Rotationsachse des Rotors angeordnet. Eine erste Anschlussleitung mündet radial innenliegend in eine Zentrifugationskammer, während eine zweite Anschlussleitung radial außenliegend in die Zentrifugationskammer mündet. In einer ersten Betriebsphase wird ein beispielsweise als Blut ausgebildetes erstes Medium über die zweite Anschlussleitung der Zentrifugationskammer zugeführt, während die Zentrifugationskam-

mer mit dem Rotor rotiert. In der Zentrifugationskammer lagern sich infolge der Zentrifugation in dem Medium enthaltene Partikel radial außenliegend ab, während aus der Zentrifugationskammer radial innenliegend über die erste Anschlussleitung das Restmedium (also das radial außenliegend zugeführte Medium vermindert um die radial nach außen gedrängten Partikel) abgeführt wird. In dieser ersten Betriebsphase ist somit die erste Anschlussleitung eine Abführleitung, während die zweite Anschlussleitung eine Zuführleitung ist. Mit Fortsetzung dieses Betriebs erhöht sich der Anteil der Partikel und deren Konzentration in der Zentrifugationskammer, bis diese weitestgehend oder vollständig mit den Partikeln gefüllt ist. In einer folgenden optionalen zweiten Betriebsphase erfolgt ein Waschen der Partikel in der Zentrifugationskammer. Zu diesem Zweck wird eine Wasch- oder Bufferlösung über die zweite Anschlussleitung in die Zentrifugationskammer geleitet. Die Wasch- oder Bufferlösung durchspült die Zentrifugationskammer und wird radial innenliegend über die erste Anschlussleitung abgeführt. Auch in dieser Betriebsphase rotiert die Zentrifugationskammer mit dem Rotor, so dass infolge der wirkenden Zentrifugationskraft die Partikel daran gehindert sind, mit der Wasch- oder Bufferlösung über die erste Anschlussleitung aus der Zentrifugationskammer auszutreten. Auch während der zweiten Betriebsphase dient die erste Anschlussleitung als Abführleitung für die Wasch- oder Bufferlösung, während die zweite Anschlussleitung als Zuführleitung für die Wasch- oder Bufferlösung dient. In einer anschließenden dritten Betriebsphase erfolgt weiterhin die Verdrehung der Zentrifugationskammer mit dem Rotor. In der dritten Betriebsphase wird die Durchströmungsrichtung durch die Zentrifugationskammer umgekehrt und die Partikel werden über die zweite Anschlussleitung aus der Zentrifugationskammer entnommen, während über die erste Anschlussleitung Wasch- oder Bufferlösung in die Zentrifugationskammer nachgeführt wird. Die dritte Betriebsphase endet dann, wenn sämtliche Partikel aus der Zentrifugationskammer entnommen sind. Hieran schließen sukzessive weitere Zyklen mit den erläuterten drei Betriebsphasen an.

[0004] Derartige Durchflusszentrifuge, für die die Erfindung Anwendung finden kann, sind bspw. aus EP 3 936 601 A1, EP 2 310 486 B1, EP 2 485 846 B1, US 4,216,770, US 4,419,089, US 4,389,206 und US 5,665,048 bekannt.

[0005] Möglich ist, dass die von der Erfindung betroffene Zentrifuge über eine horizontale Rotationsachse verfügt, wobei ein Austausch der Medien (bspw. Blut, ein Waschfluid und Partikel) während der Zentrifugation im Bereich der rotierenden Rotorwelle erfolgen kann. Die derart ausgebildete Durchflusszentrifuge kann beispielsweise eine Blutzentrifuge sein, bei der als Medium Blut zentrifugiert wird.

[0006] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Zentrifuge und ein computerlesbares Medium.

STAND DER TECHNIK

[0007] EP 2 814 617 B1 gibt folgende Informationen zum Stand der Technik zur Kühlung einer Laborzentrifuge:

Bei der Zentrifugation, insbesondere in sehr schnell drehenden Laborzentrifugen, entsteht während der Drehung des Zentrifugenrotors im Zentrifugenkessel Wärme durch Luftreibung und Einleitung elektrischer Verlustleistung. Da der Zentrifugenkessel zum Verhindern eines Austrittes von Zentrifugiergut mit einem Deckel verschlossen ist, kann dieser Wärmeeintrag nicht ohne weiteres abgeführt werden und führt zu einer Erhöhung der Temperatur des Zentrifugiergutes. Diese Temperaturerhöhung ist jedoch unerwünscht, da sie zu einer Zerstörung bzw. Unbrauchbarkeit der zentrifugierten Proben führen kann. Üblicherweise müssen die Proben auf einer definierten Temperatur gehalten werden, beispielsweise je nach Anwendung auf Temperaturen von 4 °C, 22 °C oder 37 °C. Daher wurden schon in der Vergangenheit Vorkehrungen zur Vermeidung einer Erhöhung der Temperatur des Zentrifugiergutes getroffen, wobei häufig eine mittelbare Kühlung eingesetzt wird. Bei dieser mittelbaren Kühlung ist der Rotor zumeist im Zentrifugenkessel unter dem Zentrifugendeckel eingeschlossen und es ist kein Kühlkanal oder dergleichen vorgesehen. Die Luft zirkuliert daher nur innerhalb des Zentrifugenkessels. Eine Kühlung wird nun durch ein zweites Medium erreicht, das an der Außenseite des Kessels vorbeigeführt oder in der Kesselwand geführt wird. Hierzu wird häufig ein Kältemittelkreislauf mit einem Kompressor, Rohren und einem Wärmetauscher vorgesehen, mittels derer ein spezielles Kältemittel über Rohrleitungen, die beispielsweise spiralförmig an dem Zentrifugenkessel, d. h. den Seitenwänden und den Boden des Kessels, anliegen, an dem Kessel vorbeigeführt wird, um Wärme abzutransportieren. Im Gegensatz zu "Kühlmitteln", wie sie beispielsweise für den Kühlwasserkreislauf von PKW eingesetzt werden, durchläuft ein Kältemittel während des Durchgangs durch den Kältemittelkreislauf Phasenänderungen, nämlich üblicherweise von flüssig nach gasförmig. Mit einem solchen Kältemittel ist auch eine Temperierung eines Kühlgutes, welches eine Temperatur unterhalb der Umgebungstemperatur hat, möglich. Mittels eines Kältemittelkreislaufes ist auch eine Abkühlung des Probengutes auf eine Temperatur unter die Temperatur der Umgebungsluft möglich. Derartige Laborzentrifugen sind beispielsweise aus DE 38 18 584 A1 oder JP 2011 255330 A bekannt. Solche Kältemittelkreisläufe 1 weisen einen Verdampfer 2 auf, der zumeist ringförmig um den Zentrifugenkessel 3 herumgeführt wird, einen Verdichter 4, einen Verflüssiger 5 und eine Entspannungseinrichtung 6 (vgl. Fig. 1). Die Entspannungseinrichtung 6 ist dabei auf den größtmöglichen Lastfall, also die Maximaldrehzahl des Zentrifugenrotors (nicht dargestellt), ausgelegt, wobei schon bekannt ist, dass die Entspannungseinrichtung 6 (Druckausgleichselement zwischen Hoch- und Niederdruckteil des Kältemittelkreislaufs 1 bei Still-

stand des Verdichters 4) als Kapillarrohr oder thermostatisches Einspritzventil 7 (abgekürzt auch "TEV") ausgebildet ist. Im Zusammenhang mit einer druckgesteuerten Temperaturerfassung 8 nach dem Verdampfer 3 wird dieses thermostatische Einspritzventil 7 dazu verwendet, in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur selbständig am Verdampfereingang VE den Kältemittelfluss im Kältemittelkreislauf 1 zu steigern oder zu drosseln. Hierzu ist eine Überhitzung des Kältemittels am Verdampferausgang VA erforderlich, so dass ein Überdruck entsteht, der direkt auf eine Feder 9 des thermostatischen Einspritzventils 7 geleitet wird, um dieses zu betätigen. Genauer gesagt besteht am Verdampferausgang VA eine gewisse Temperatur. Am Verdampferausgang VA ist der Fühler 10 des thermostatischen Einspritzventils 7 befestigt, in welchem ebenfalls ein Kältemittel enthalten ist, welches dem Kältemittel des Kältemittelkreislaufs 1 entsprechen kann. Aufgrund der Temperatur am Verdampferausgang VA hat das Kältemittel einen entsprechenden Druck, welcher sich dann auf das thermostatische Einspritzventil 7 und die Gegenkraft der Feder 9 auswirkt und somit das thermostatische Einspritzventil 7 öffnet oder schließt. Über ein weiteres Regelglied, welches hier ein frequenz- oder drehzahl geregelter Verdichter 4 ist, können andere Lastfälle teilweise, aber meist nur ungenau geregelt werden. Dadurch, dass zur Funktion des thermostatischen Einspritzventils 7 eine Überhitzung des Kältemittels erforderlich ist, kann die Verdampferleistung nicht vollständig ausgenutzt werden, wobei nur ca. 95 % der Verdampferfläche genutzt werden können. Aufgrund der erforderlichen Überhitzung liegt zwischen Verdampfereingang VE und Verdampferausgang VA eine Temperaturdifferenz von ca. 7 K vor. Ein weiterer wesentlicher Nachteil solcher bekannten Kältemittelkreisläufe 1 bei Zentrifugen besteht darin, dass die Verdichter 4 nur relativ ungenau und in gewissen Grenzen in ihrer Leistung gesteuert werden können, so dass bei verschiedenen Teillastfällen und Geringlastfällen der Verdichter 4 ggf. ganz ausgeschaltet werden muss. Dies ist allerdings nicht immer möglich, weil Verdichter 4 üblicherweise eine Mindestlaufzeit besitzen, um den internen Ölkreislauf sicher zu stellen. Im Gegenzug besteht wegen der stärkeren Erwärmung des Antriebsmotors des Verdichters 4 im Anlauf und dem notwendigen Druckausgleich oder einer Druckdifferenzminderung zwischen Hoch- und Niederdruckteil auch eine gewisse Mindestruhezeit für solche Verdichter 4, weshalb die Regelungsmöglichkeiten über den Verdichter 4 insbesondere im unteren Leistungsbereich stark begrenzt sind. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass beim Start oder Halt des Verdichters 4 eines Kältemittelkreislaufs 1 Erschütterungen entstehen. Diese Erschütterungen beeinflussen das Betriebsverhalten der Zentrifuge, erhöhen die Rückmischrate im Rotor nach Stillstand der Zentrifuge und haben Auswirkungen auf benachbart aufgestellte Laborgeräte und dergleichen. Schließlich wird durch häufiges Aus- und Einschalten des Verdichters 4 dessen Lebensdauer verkürzt.

[0008] Vor diesem Hintergrund schlägt EP 2 814 617 B1 einen Kältemittelkreislauf 1 vor (vgl. Fig. 2), bei dem die Entspannungseinrichtung 6 als elektronisch kontinuierlich oder diskret steuerbare Drossel (die auch als elektronisches Einspritzventil 11 ausgebildet sein kann) ausgebildet ist. Temperatursensoren 12, 13, 14 erfassen die Temperaturen des Kältemittels am Eingang VE des Zentrifugenkessels 3, die Ist-Temperatur in dem Zentrifugenkessel 3 und die Temperatur am Ausgang VA des Zentrifugenkessels 3. Einer elektronischen Steuereinheit werden die Temperatursignale der Temperatursensoren 12, 13, 14, eine Solltemperatur des Zentrifugenkessels 3 und ein Toleranzbereich der Ist-Temperatur des Zentrifugenkessels 3 bezüglich der Solltemperatur (insbesondere ± 5 K) zugeführt. Die elektronische Steuereinheit steuert das elektronische Einspritzventil 11 und den steuerbaren Verdichter 4 für die Temperaturregelung an. Eine Bypassleitung 15 verbindet die Verbindungsleitung 16 zwischen dem elektronischen Einspritzventil 11 und dem Verdampfer 2 mit der Verbindungsleitung 17 zwischen dem Ausgang des Verdichters 4 und dem Verdampfer 2. In der Bypassleitung 15 ist ein elektronisches Einspritzventil 18 angeordnet. Möglich ist, dass die elektronische Steuereinheit auch das elektronische Einspritzventil 18 ansteuert. Gemäß EP 2 814 617 B1 erfolgt bedarfsgerecht eine Umschaltung zwischen einer Grobregelung und einer Feinregelung wie folgt: Die Grobregelung findet Einsatz beim Start der Laborzentrifuge, bis die Ist-Temperatur für eine vorgegebene Zeitspanne innerhalb des Toleranzbereichs liegt. Dann erfolgt die Umschaltung und grundsätzliche Beibehaltung der Feinregelung während des weiteren Betriebs. Lediglich dann, wenn trotz der Feinregelung die Ist-Temperatur den Toleranzbereich verlässt, erfolgt eine Wiederaufnahme der Grobregelung. Während der Grobregelung erfolgt ausschließlich eine Regelung des Verdichters 4, ohne dass eine Regelung der elektronisch gesteuerten Einspritzventile 11, 18 erfolgt. Hingegen wird während der Feinregelung die Leistung des Verdichters 4 nicht verändert. Es erfolgt dann eine Regelung über die Regelung des elektronischen Einspritzventils 11. Hierbei erfolgt während der Feinregelung eine Regelung des elektronischen Einspritzventils 11 auf Grundlage von drei unterschiedlichen Kriterien. Zunächst erfolgt ein Herunterregeln [bzw. Heraufregeln] des elektronischen Einspritzventils 11, wenn eine Tendenz der Ist-Temperatur des Zentrifugenkessels 3 in einem vorgegebenen Tendenzzeitraum abfällt [bzw. ansteigt], womit der Fluss des Kältemittels reduziert wird [bzw. erhöht wird]. Eine Öffnung des elektronischen Einspritzventils 11 wird auch dann angesteuert, wenn die Temperatur des Kältemittels an dem Eingang VE des Verdampfers 2 kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert der Temperatur am Eingang VE des Verdampfers 2, wobei diese Öffnung so lange aufrecht erhalten wird, bis die Temperatur wieder größer ist als der vorgegebene Schwellwert der Temperatur. Auf diese Weise soll verhindert werden, dass der Verdichter 4 im Vakuumbereich betrieben wird. Schließlich wird auch die

Differenz der Temperaturen am Ausgang des Verdichters VA und am Eingang des Verdichters VE überwacht. Diese sollte zwischen 0 K und 1 K liegen, um die Auslastung des Verdampfers 2 maximal zu halten und zu verhindern, dass flüssiges Kältemittel in den Verdichter 4 gelangt. Falls die Differenz unterschritten wird, wird das elektronische Einspritzventil 11 weiter geschlossen und/oder die Verdichterfrequenz wird verringert.

10 AUFGABE DER ERFINDUNG

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau einer Zentrifuge und ein Verfahren zum Betrieb derselben hinsichtlich der Möglichkeiten einer Reaktion auf eine unerwünschte Verringerung der Temperatur in dem Zentrifugenkessel zu verbessern. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein computerlesbares Medium mit Steuerlogik für ein entsprechend verbessertes Verfahren vorzuschlagen.

20 LÖSUNG

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere bevorzugte erfindungsgemäße Ausgestaltungen sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

30 BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge, die über einen Zentrifugenkessel verfügt. Des Weiteren weist die Zentrifuge einen Kältemittelkreislauf auf, in dem ein Kältemittel zirkuliert, welches vorzugsweise in dem Kältemittelkreislauf eine Phasenänderung erfährt. Der Kältemittelkreislauf dient der Kühlung des Zentrifugenkessels mit dem Ziel, in dem Zentrifugenkessel eine Soll-Temperatur innerhalb eines Toleranzbereichs zu gewährleisten.

[0012] In der Zentrifuge wird (unmittelbar oder mittelbar) die Temperatur in dem Zentrifugenkessel mittels eines Temperatursensors erfasst. Um lediglich einige, die Erfindung nicht beschränkende Beispiele zu nennen, kann der Temperatursensor in einer Wandung des Zentrifugenkessels oder einem Deckel der Zentrifuge angeordnet sein, insbesondere möglichst dicht an der Zentrifugenkammer des Zentrifugenkessels oder mit unmittelbarer Angrenzung an dieselbe. Möglich ist aber auch, dass der Temperatursensor in den Rotor oder einen an dem Rotor gehaltenen Zentrifugenbehälter für das Zentrifugiergut integriert ist (vgl. auch die Offenbarung in EP 3 560 592 A1).

[0013] Der im Rahmen der Erfindung eingesetzte Kältemittelkreislauf weist einen Verdichter auf, der hinsichtlich seiner Drehzahl, Frequenz und/oder Leistung regelbar ist. Des Weiteren verfügt der Kältemittelkreislauf über einen Verflüssiger, insbesondere einen Kondensator. In dem Kältemittelkreislauf ist des Weiteren eine einstell-

bare Entspannungseinrichtung angeordnet. Der Kältemittelkreislauf verfügt auch über einen Verdampfer, der Kälte an den Zentrifugenkessel abgibt. So kann beispielsweise der Verdampfer mit einer Leitung den Zentrifugenkessel umgeben oder diese kann in eine Wandung des Zentrifugenkessels integriert sein. In dem Kältemittelkreislauf ist die einstellbare Entspannungseinrichtung vorzugsweise stromaufwärts des Verdampfers angeordnet. Mittels der einstellbaren Entspannungseinrichtung kann eine Steuerung des Flusses des Kältemittels und/oder die Entspannung desselben und damit die Gestaltung der Druck- und Temperaturverhältnisse des Kältemittels in dem Niederdruckteil und im Bereich des Verdampfers beeinflusst werden. Die einstellbare Entspannungseinrichtung kann dabei passiv ausgebildet sein und insbesondere ein thermostatisches Einspritzventil sein oder aktiv ausgebildet sein, insbesondere in Form einer elektronisch gesteuerten Drosseleinrichtung oder anderweitigen elektronisch gesteuerten Entspannungseinrichtung.

[0014] Erfindungsgemäß ist eine Verbindungsleitung des Verdichters mit dem Verflüssiger über eine Bypassleitung mit der Verbindungsleitung zwischen der Entspannungseinrichtung und dem Verdampfer verbunden. Vorzugsweise überbrückt die Bypassleitung den Verflüssiger und die einstellbare Entspannungseinrichtung. Hierbei kann die Bypassleitung eine Verbindung zwischen dem Hochdruckteil und dem Niederdruckteil des Kältemittelkreislaufes schaffen. Zur Steuerung dieser Verbindung ist in der Bypassleitung ein den Durchfluss durch die Bypassleitung steuerndes elektronisch gesteuertes Ventil angeordnet.

[0015] Die Erfindung schlägt vor, dass in der Zentrifuge eine elektronische Steuereinheit mit Steuerlogik ausgestattet ist. Die Steuerlogik überwacht eine Differenz einer vorgegebenen Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, also die Ist-Temperatur in dem Zentrifugenkessel. Ist diese Differenz größer als ein vorgegebener Schwellwert, so wird das in der Bypassleitung angeordnete Ventil durch die Steuereinheit so angesteuert, dass der Durchfluss durch die Bypassleitung erhöht wird. Dies ist vorzugsweise dann der Fall, wenn bereits eine minimale Leistung des Verdichters von der Steuereinheit angesteuert worden ist und/oder die Entspannungseinrichtung durch die Steuereinheit so angesteuert worden ist, dass die maximale Aufnahme von Wärme durch den Verdampfer erfolgt. Somit erfolgt vorzugsweise die Ansteuerung des Ventils zur Erhöhung des Durchflusses durch die Bypassleitung dann, wenn die herkömmlichen Maßnahmen zur Vermeidung einer Verringerung der Temperatur in dem Zentrifugenkessel bereits ausgereizt sind und dennoch eine Unterschreitung der Soll-Temperatur um den Schwellwert erfolgt (die ohne die erfindungsgemäßen Maßnahmen unter Umständen die Abschaltung des Verdichters erfordern könnte). In diesem Fall führt die Ansteuerung des Ventils dazu, dass mehr Kältemittel von der Hochdruckseite zu der Niederdruckseite an eine Stel-

le stromeingangs des Verdampfers gelangt. Damit wird die Menge des wärmeren Kältemittels auf der Hochdruckseite, die in die Niederdruckseite eingangs des Verdampfers eingemischt wird, erhöht, was letzten Endes dazu führt, dass von dem Verdampfer weniger Wärme aus dem Zentrifugenkessel abgeführt werden kann. Auf diese Weise kann somit einer zu starken Verringerung der Temperatur in dem Zentrifugenkessel entgegengewirkt werden, was auch möglich ist, ohne dass eine Abschaltung des Verdichters erfolgen muss oder eine weitere oder zu starke Verringerung der Leistung des Verdichters erforderlich ist.

[0016] Grundsätzlich gibt es für das in der Bypassleitung angeordnete Ventil hinsichtlich der Bauart (bspw. Sitzventil, Schieberventil,...), der Betriebsstellungen (kontinuierliche Betriebsstellungen; diskrete Betriebsstellungen beliebiger Anzahl) und der Ansteuerungsmöglichkeiten vielfältige Möglichkeiten, solange das Ventil durch die elektronische Steuereinheit angesteuert werden kann. Es können sämtliche hierfür geeignete Ventile, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, Einsatz finden. Für einen Vorschlag der Erfindung ist das Ventil als ein 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet, welches eine größere Öffnungsstellung und eine kleinere Öffnungsstellung aufweist. Möglich ist bspw., dass die kleinere Öffnungsstellung eine Sperrstellung ist und die größere Öffnungsstellung eine Durchlassstellung ist. In diesem Fall befindet sich das Ventil grundsätzlich in der Sperrstellung, in der die Bypassleitung geschlossen ist. Lediglich dann, wenn die Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, größer ist als der Schwellwert, wird das 2/2-Wege-Magnetventil von der Steuereinheit in die Durchlassstellung gesteuert. Hierbei kann das 2/2-Wege-Magnetventil ohne elektrische Anregung durch die Steuereinheit seine Sperrstellung einnehmen, während für die Umschaltung in die Durchlassstellung eine elektrische Erregung möglich ist. Möglich ist aber auch eine umgekehrte Auslegung des Ventils, sodass dieses mit der elektrischen Erregung in die Sperrstellung überführt wird. In diesem Fall kann die stabile Stellung des Ventils, die nur durch die elektrische Erregung verlassen werden kann, mittels einer Feder gesichert sein. Für eine andere Ausführungsform kann das Ventil als bistabiles Ventil ausgebildet sein, welches eine einmal herbeigeführte Durchlassstellung einerseits und Sperrstellung andererseits beibehält, ohne dass eine Erregung des Ventils erforderlich ist. Lediglich für den Wechsel der Ventilstellung in beide Richtungen ist dann eine elektrische Erregung des Ventils erforderlich.

[0017] Für die Kriterien für eine Steuerung des 2/2-Wege-Magnetventils in die Durchlassstellung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Möglich ist beispielsweise, dass eine Steuerung des 2/2-Wege-Magnetventils solange in die Durchlassstellung erfolgt, bis die Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, wieder kleiner ist als der Schwellwert oder eine beliebige andere,

mit der Soll-Temperatur korrelierende Temperatur. Für eine besonders einfache Ausgestaltung der Erfindung steuert die Steuerlogik das 2/2-Wege-Magnetventil für eine vorbestimmte Zeitspanne von der Sperrstellung in die Durchlassstellung. Hierbei kann die vorbestimmte Zeitspanne abhängig sein von Betriebsparametern der Zentrifuge, die eine Drehzahl der Zentrifuge, eine Umgebungstemperatur der Zentrifuge, das aktuelle Zentrifugiergut und/oder die Art des eingesetzten Rotors der Zentrifuge betreffen können, um nur einige die Erfindung nicht beschränkende Beispiele zu nennen. Möglich ist auch, dass während des Betriebs der Zentrifuge und auch unter Umständen einer Vielzahl von Betriebszyklen ein Anlernen der Zeitspanne erfolgt, für welche das Ventil durch die Steuerlogik in die Durchlassstellung gesteuert wird.

[0018] Im Rahmen der Erfindung kann ein beliebige Entspannungseinrichtung Einsatz finden, welche somit auch ein elektronisch gesteuertes Entspannungsventil oder ein elektronisch gesteuerte Drossel sein kann. Für eine besonders einfache Ausgestaltung der Erfindung findet im Rahmen der Erfindung als Entspannungseinrichtung ein passives thermostatisches Einspritzventil Einsatz.

[0019] In der erfindungsgemäßen Zentrifuge kann ein Verdichter beliebiger Bauart Einsatz finden. Vorzugsweise findet ein Rollkolbenverdichter Einsatz, dessen Betrieb sich einerseits sehr vorteilhaft hinsichtlich der unerwünschten Vibrationen herausgestellt hat und andererseits auch hinsichtlich des Betriebs umweltverträglicher Kältemittel vorteilhaft sein kann.

[0020] Für eine Lösung der Erfindung kann anstelle der Ausgestaltung des Ventils als 2/2-Wege-Magnetventil ein Ventil Einsatz finden, welches mehrere unterschiedliche Öffnungsquerschnitte aufweist. Hierbei kann das Ventil mehrere diskrete Betriebsstellungen aufweisen, die mit den unterschiedlichen Öffnungsquerschnitten korrelieren. Ebenfalls möglich ist, dass das Ventil kontinuierlich unterschiedliche Öffnungsquerschnitte aufweist, wobei die unterschiedlichen Öffnungsquerschnitte eine vollständige Schließstellung und/oder eine vollständige Öffnungsstellung aufweisen können oder nicht. Beispielsweise kann das Ventil als Proportionalventil ausgebildet sein, welches kontinuierlich unterschiedliche Öffnungsquerschnitte je nach elektrischer Erregung ermöglicht. Möglich ist auch, dass das Ventil mehrere unterschiedliche Öffnungsquerschnitte bereitstellt, in dem das Ventil als pulsweitenmodelliertes Ventil ausgebildet ist, bei dem das Tastverhältnis für die Pulsweitenmodulation korreliert mit dem Öffnungsquerschnitt. Für derartige Ausgestaltungen weist die Steuereinheit Steuerlogik auf, die für den Fall, dass die Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, größer ist als ein Schwellwert, einen größeren Öffnungsquerschnitt herbeiführt. Die Vergrößerung des Öffnungsquerschnittes hängt in diesem Fall aber ab von dem Betrag der Differenz, einer Änderungsgeschwindigkeit der Dif-

ferenz und/oder der Zeitspanne, die die Differenz größer ist als der Schwellwert. Möglich ist beispielsweise, dass zunächst lediglich eine geringe Vergrößerung der Öffnung des Ventils herbeigeführt wird. Stellt dann die Steuerlogik der Steuereinheit fest, dass weiterhin die Temperatur in dem Zentrifugenkessel zu niedrig ist, kann eine weitere Vergrößerung der Öffnung erfolgen. Im Rahmen der Erfindung kann auch eine Steuerung des Öffnungsquerschnittes oder eine Regelung der Größe desselben auf Grundlage der Betriebsparameter der Zentrifuge, insbesondere der Ist-Temperatur in dem Zentrifugenkessel, erfolgen.

[0021] Die Steuerlogik der Steuereinheit kann für einen Vorschlag der Erfindung in zwei unterschiedlichen Modi arbeiten: Ein Normalbetriebsmodus liegt dabei vor, wenn der Betrag der Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, kleiner ist als der Schwellwert (oder ein zweiter Schwellwert). In dem Normalbetriebsmodus nimmt die Steuerlogik eine Steuerung oder Regelung ausschließlich mittels der einstellbaren Entspannungseinrichtung und/oder mittels des regelbaren Verdichters vor. In dem Normalbetriebsmodus befindet sich das Ventil in einer ersten Stellung. Ein Ausnahmebetriebsmodus liegt vor, wenn der Betrag der Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, größer ist als der Schwellwert (oder der vorgenannte zweite Schwellwert). In dem Ausnahmebetriebsmodus steuert die Steuerlogik das Ventil in eine von der ersten Stellung abweichende zweite Stellung. Vorzugsweise erfolgt in dem Ausnahmebetriebsmodus keine zusätzliche Steuerung oder Regelung mittels der einstellbaren Entspannungseinrichtung und/oder mittels des Verdichters. Für diesen Vorschlag der Erfindung ist in der ersten Stellung des Ventils der Öffnungsquerschnitt des Ventils kleiner als der Öffnungsquerschnitt des Ventils in der zweiten Stellung. Findet als Ventil ein 2/2-Wege-Magnetventil Einsatz, kann es sich bei der ersten Stellung um die Sperrstellung handeln, während es sich dann bei der zweiten Stellung um die Durchlassstellung handeln kann. Finden hingegen andere Ausgestaltungen des Ventils mit kontinuierlich oder in diskreten Stufen veränderbaren Öffnungsquerschnitt Einsatz, kann in der ersten Stellung und/oder zweiten Stellung eine beliebige Teilöffnung erfolgen.

[0022] Für einen Vorschlag der Erfindung wird in der Zentrifuge der Verdichter während des Betriebs der Laborzentrifuge permanent betrieben, wobei während des Betriebs die Drehzahl immer mindestens einer minimalen Drehzahl entspricht. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung kann somit das Erfordernis eines Abschaltens des Betriebs des Verdichters vermieden werden, was vorteilhaft einerseits hinsichtlich des Betriebs und der Lebensdauer sowie der Schmierbedingungen des Verdichters ist und andererseits vorteilhaft ist, um eine unerwünschte Durchmischung des Zentrifugiergutes in Folge des Stoppens und Wiederanlaufens des Ver-

dichters zu vermeiden.

[0023] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe stellt ein Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge dar. Hierbei ist die Zentrifuge grundsätzlich so aufgebaut, wie dies zuvor in den unterschiedlichen Ausgestaltungen und Weiterbildungen erläutert worden ist. In einem Verfahrensschritt erfolgt zunächst eine Durchführung der Prüfung, ob eine Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, größer ist als ein Schwellwert. Ergibt diese Prüfung, dass die Differenz größer ist als der Schwellwert, wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren der Durchfluss durch die Bypassleitung erhöht.

[0024] Für einen Vorschlag der Erfindung erfolgt in dem Verfahren die Steuerung oder Regelung des Durchflusses des Kältemittels durch den Verdampfer (auch oder ausschließlich) durch ein passives thermostatisches Einspritzventil.

[0025] Möglich ist, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in dem Kältemittelkreislauf das Kältemittel mittels eines Rollkolbenverdichters gefördert wird.

[0026] Des Weiteren ist möglich, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Ventil in mehrere unterschiedliche Öffnungsquerschnitte (kontinuierlich oder in diskreten Stufen) gesteuert wird. Ist dann eine Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, größer als ein Schwellwert, wird eine Vergrößerung des Öffnungsquerschnitts herbeigeführt. Hierbei erfolgt die Vergrößerung und das Ausmaß der Vergrößerung in Abhängigkeit des Betrags der ermittelten Differenz, der Änderungsgeschwindigkeit der Differenz und/oder der Zeitspanne, die die Differenz größer ist als der Schwellwert.

[0027] Im Rahmen der Erfindung kann auch eine Prüfung durchgeführt werden, ob der Betrag der Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor erfasst, kleiner ist als der Schwellwert (oder ein zweiter anderer Schwellwert). Ist dies der Fall, wird die Zentrifuge in einem Normalbetriebsmodus betrieben. In dem Normalbetriebsmodus erfolgt eine Steuerung oder Regelung mittels der einstellbaren Entspannungseinrichtung und/oder mittels des Verdichters. In dem Normalbetriebsmodus befindet sich das Ventil in einer ersten Stellung. Ist hingegen der Betrag der Differenz größer als der Schwellwert (oder der zweite Schwellwert), wird die Zentrifuge in einem Ausnahmbetriebsmodus betrieben. In dem Ausnahmbetriebsmodus wird das Ventil in eine von der ersten Stellung abweichende zweite Stellung gesteuert. In dem Ausnahmbetriebsmodus erfolgt dabei vorzugsweise keine Steuerung oder Regelung mittels der einstellbaren Entspannungseinrichtung oder mittels des Verdichters. Für die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Verfahrens ist in der ersten Stellung des Ventils der Öffnungsquerschnitt des Ventils kleiner als der Öffnungsquerschnitt des Ventils in der zweiten Stellung.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung des erfin-

dungsgemäßen Verfahrens wird der Verdichter während des Betriebs der Zentrifuge permanent betrieben, wobei während dieses Betriebs die Drehzahl immer mindestens einer minimalen Drehzahl entspricht.

[0029] Eine weitere Lösung der der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe stellt ein computerlesbares Medium dar, welches Steuerlogik aufweist für die Durchführung eines Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifuge, wie dieses zuvor erläutert worden ist. Mit der Steuerlogik auf einem derartigen computerlesbaren Medium kann beispielsweise eine nachträgliche Ermöglichung der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf einer vorhandenen Zentrifuge oder ein Upgrade der Steuer- software erfolgen.

[0030] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0031] Die in der Beschreibung genannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen, ohne dass die Vorteile zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen.

[0032] Hinsichtlich des Offenbarungsgehalts - nicht des Schutzbereichs - der ursprünglichen Anmeldungsunterlagen und des Patents gilt Folgendes: Weitere Merkmale sind den Zeichnungen - insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung - zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Patentansprüche möglich und wird hiermit angeregt. Dies betrifft auch solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche kombiniert werden. Ebenso können in den Patentansprüchen aufgeführte Merkmale für weitere Ausführungsformen der Erfindung entfallen, was aber nicht für die unabhängigen Patentansprüche des erteilten Patents gilt.

[0033] Die in den Patentansprüchen und der Beschreibung genannten Merkmale sind bezüglich ihrer Anzahl so zu verstehen, dass genau diese Anzahl oder eine größere Anzahl als die genannte Anzahl vorhanden ist, ohne dass es einer expliziten Verwendung des Adverbs "mindestens" bedarf. Wenn also beispielsweise von einem Ventil oder einer Entspannungseinrichtung die Rede ist, ist dies so zu verstehen, dass genau ein Ventil oder eine Entspannungseinrichtung, zwei Ventile oder zwei Entspannungseinrichtungen oder mehr Ventile oder mehr Entspannungseinrichtungen vorhanden sind. Die in den Patentansprüchen angeführten Merkmale können durch weitere Merkmale ergänzt werden oder die einzigen Merkmale sein, die der Gegenstand des jeweiligen Patentanspruchs aufweist.

[0034] Die in den Patentansprüchen enthaltenen Bezugszeichen stellen keine Beschränkung des Umfangs der durch die Patentansprüche geschützten Gegenstände dar. Sie dienen lediglich dem Zweck, die Patentansprüche leichter verständlich zu machen.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0035] Im Folgenden wird die Erfindung anhand in den Figuren dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Laborzentrifuge mit einem Kältemittelkreislauf gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Laborzentrifuge mit einem Kältemittelkreislauf gemäß EP 2 814 617 B1.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Zentrifuge mit einem Kältemittelkreislauf.

Fig. 4 zeigt schematisch ein Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge mit einem Kältemittelkreislauf.

FIGURENBESCHREIBUNG

[0036] **Fig. 3** zeigt schematisch eine Zentrifuge 19 mit einem Zentrifugenkessel 3 und einem Kältemittelkreislauf 1, in dem ein Verdichter 4, ein Verflüssiger 5, eine Entspannungseinrichtung 6, welches als thermostatisches Einspritzventil 7 oder elektronisch gesteuerte Entspannungseinrichtung oder Drossel 11 ausgebildet sein kann, und ein Verdampfer 2 in dieser Reihenfolge in einem Kreis miteinander verbunden sind. Eine Verbindungsleitung 17 zwischen dem Verdichter 4 und dem Verflüssiger 5 ist über eine Bypassleitung 15 mit darin angeordnetem elektronisch gesteuerten Ventil 20 mit einer Verbindungsleitung 16 zwischen der Entspannungseinrichtung 6 und dem Verdampfer 2 verbunden. Ist die Entspannungseinrichtung 6 als thermostatisches Einspritzventil 7 ausgebildet, verfügt dieses vorzugsweise über eine Feder 9 und die druckgesteuerte Temperaturerfassung 8 mit dem Fühler 10 (vgl. **Fig. 1** und den eingangs angeführten Stand der Technik).

[0037] Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist in **Fig. 4** dargestellt. Zunächst wird (ggf. nach einem Hochlaufen des Betriebs der Zentrifuge 19) die Zentrifuge 19 in einem Normalbetriebsmodus 21 betrieben. In dem Normalbetriebsmodus 21 erfolgt in einem Verfahrensschritt 22 eine Regelung der Temperatur in dem Zentrifugenkessel 3. Bei dieser Regelung erfolgt zunächst eine Regelung des Flusses des Kältemittels und der Größe der Öffnung oder der Drosselwirkung der Entspannungseinrichtung 6. Dies kann, wie dargestellt auf passive Weise erfolgen, wenn als Entspannungseinrichtung 6 ein thermostatisches Einspritzventil 7 eingesetzt ist. Möglich ist aber

auch, dass mittels eines Temperatursensors 23 die Temperatur in dem Zentrifugenkessel 3 ermittelt wird und bedarfsgerecht mittels einer Steuereinheit ein elektronisches Einspritzventil oder eine elektronische Drossel 11 angesteuert wird. Alternativ oder zusätzlich kann eine Steuerung oder Regelung der Temperatur erfolgen durch Ansteuerung des regelbaren Verdichters 4 mittels der Steuereinheit. In einem Verfahrensschritt 24, der im Zuge der vorgenannten Steuerung oder Regelung stattfinden kann, erfolgt eine Ermittlung einer Differenz einer vorgegebenen (beispielsweise vom Nutzer eingegebenen und in der Steuereinheit abgelegten oder eines aus einem Kennfeld für die gewählten Betriebsdaten ausgelesenen) Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel und der Temperatur, die der Temperatursensor 23 erfasst (also eine Ist-Temperatur, wobei die gemessene Temperatur auch korrigiert oder umgerechnet werden kann in die Ist-Temperatur in der Zentrifugenkammer innerhalb des Zentrifugenkessels 3 oder eine Schätzung dieser Ist-Temperatur). In einem Verfahrensschritt 25 wird dann diese Differenz verglichen mit einem Schwellwert, der beispielsweise 5 K, 3 K oder 1 K betragen kann. Ist die Differenz kleiner als der Schwellwert und somit die Ist-Temperatur weniger als um den Schwellwert kleiner als die Soll-Temperatur, kann der Normalbetriebsmodus 21 fortgesetzt werden, in dem wieder zu dem Verfahrensschritt 22 zurückgekehrt wird.

[0038] Ist hingegen die Differenz der Soll-Temperatur und der Ist-Temperatur größer als der Schwellwert und somit die Ist-Temperatur mehr als um den Schwellwert kleiner als die Soll-Temperatur, erfolgt ein Wechsel von dem Normalbetriebsmodus 21 zu einem Ausnahmebetriebsmodus 26. In dem Ausnahmebetriebsmodus 26 wird in einem Verfahrensschritt 27 das Ventil 20 von der Steuereinheit so angesteuert, dass der Durchfluss in der Bypassleitung 15 erhöht wird. Möglich ist, dass das Ventil 20 als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet ist. In diesem Fall erfolgt in dem Verfahrensschritt 27 eine Ansteuerung des 2/2-Wege-Magnetventils 28 derart, dass dieses von der Sperrstellung in die Durchlassstellung überführt wird. Optional möglich ist, dass in einem Verfahrensschritt 29 weitere Maßnahmen getroffen werden, um die Ist-Temperatur zu erhöhen, was beispielsweise durch geeignete Ansteuerung des regelbaren Verdichters 4 und/oder Ansteuerung der Entspannungseinrichtung 6 erfolgen kann. Möglich ist, dass dieser Zustand dann für eine vorbestimmte Zeitspanne aufrechterhalten wird. Unmittelbar oder nach der Zeitspanne wird in einem Verfahrensschritt 30 geprüft, ob die Differenz der Soll-Temperatur von der Ist-Temperatur weiterhin größer ist als der Schwellwert. Ist dies der Fall, wird weiterhin der Ausnahmebetriebsmodus 26 aufrecht erhalten und in dem Verfahrensschritt 27 wird das Ventil 20 geöffnet, weiter als zuvor geöffnet oder der Öffnungszustand des Ventils 20 wird Aufrechterhalten. Ist hingegen die Ist-Temperatur derart angestiegen, dass diese maximal um den Schwellwert kleiner ist als die Soll-Temperatur, erfolgt eine Rückkehr in den Normalbetriebsmodus 21, womit dann wieder

die Verfahrensschritte 22, 24, 25 ausgeführt werden.

[0039] Möglich ist auch, dass in der Bypassleitung 15 das Ventil 20 parallelgeschaltet ist mit einem Leitungsabschnitt, der einen vorbestimmten Durchlassquerschnitt oder eine Drossel mit einem vorbestimmten Drosselquerschnitt aufweist, womit mittels dieses Leitungsabschnitts ein permanenter Durchfluss durch die Bypassleitung 15 gewährleistet ist. In diesem Fall kann der so gewährleistete Durchfluss je nach Öffnungsstellung des Ventils 20 zusätzlich beeinflusst werden. Auch in diesem Fall kann das Ventil 20 als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet sein oder als beliebig anderweitiges diskret oder kontinuierlich verstellbares Ventil.

[0040] Vorzugsweise ist der Verdichter 4 als Rollkolbenverdichter 31 ausgebildet.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0041]

1	Kältemittelkreislauf	
2	Verdampfer	
3	Zentrifugenkessel	
4	Verdichter	
5	Verflüssiger	5
6	Entspannungseinrichtung	
7	thermostatisches Einspritzventil	
8	druckgesteuerte Temperaturerfassung	
9	Feder	
10	Füller	10
11	elektronisch gesteuerte Entspannungseinrichtung oder elektronisch gesteuerte Drossel	15
12	Temperatursensor	
13	Temperatursensor	
14	Temperatursensor	
15	Bypassleitung	25
16	Verbindungsleitung	
17	Verbindungsleitung	
18	elektronisch gesteuertes Einspritzventil	
19	Zentrifuge	30
20	Ventil	
21	Normalbetriebsmodus	
22	Verfahrensschritt	
23	Temperatursensor	
24	Verfahrensschritt	35
25	Verfahrensschritt	
26	Ausnahmebetriebsmodus	
27	Verfahrensschritt	
28	2/2-Wege-Magnetventil	
29	Verfahrensschritt	40
30	Verfahrensschritt	
31	Rollkolbenverdichter	45

Patentansprüche

1. Zentrifuge (19), insbesondere Durchflusszentrifuge, biotechnische Zentrifuge oder Blutzentrifuge, mit

- a) einem Zentrifugenkessel (3),
- b) einem Kältemittelkreislauf (1) mit einem zirkulierenden Kältemittel und
- c) einem Temperatursensor (23), der eine Temperatur erfasst, die mit der Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) zumindest korreliert,

wobei

- c) der Kältemittelkreislauf (1)
 - ca) einen regelbaren Verdichter (4),
 - cb) einen Verflüssiger (5),
 - cc) eine veränderbare Entspannungseinrichtung (6) und
 - cd) einen Kälte an den Zentrifugenkessel (3) abgebenden Verdampfer (2) aufweist,

- d) eine Verbindungsleitung (17) des Verdichters (4) mit dem Verflüssiger (5) über eine Bypassleitung (15) mit einer Verbindungsleitung (16) zwischen der Entspannungseinrichtung (6) und dem Verdampfer (2) verbunden ist und
- e) in der Bypassleitung (15) ein den Durchfluss steuerndes elektronisch gesteuertes Ventil (20) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- f) eine elektronische Steuereinheit vorhanden ist, die Steuerlogik aufweist, die für den Fall, dass eine Differenz

- der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und

- der Temperatur, die der Temperatursensor (23) erfasst, größer ist als ein Schwellwert, das Ventil (20) so ansteuert, dass der Durchfluss durch die Bypassleitung (15) erhöht wird.

2. Zentrifuge (19) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) das Ventil (20) ein 2/2-Wege-Magnetventil (28) mit einer größeren Öffnungsstellung und einer kleineren Öffnungsstellung, insbesondere mit einer Durchlassstellung und einer Sperrstellung, ist und

- b) die Steuereinheit Steuerlogik aufweist, die für den Fall, dass eine Differenz

- der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und

- der Temperatur, die der Temperatursensor (23) erfasst,

- größer ist als ein Schwellwert, das 2/2-Wege-Magnetventil (28) von der kleineren Öffnungsstellung in die größere Öffnungsstellung steuert, wobei die Steuerlogik vorzugs-

- weise das 2/2-Wege-Magnetventil (28) für eine vorbestimmte Zeitspanne von der kleineren Öffnungsstellung in die größere Öffnungsstellung steuert.
3. Zentrifuge (19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entspannungseinrichtung (6) ein passives thermostatisches Einspritzventil (7) ist.
4. Zentrifuge (19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichter (4) ein Rollkolbenverdichter (31) ist.
5. Zentrifuge (19) nach einem der Ansprüche 1, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil mehrere unterschiedliche Öffnungsquerschnitte aufweist und die Steuereinheit Steuerlogik aufweist, die für den Fall, dass eine Differenz
- der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und
 - der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, größer ist als ein Schwellwert, einen größeren Öffnungsquerschnitt herbeiführt in Abhängigkeit eines Betrags der Differenz, einer Änderungsgeschwindigkeit der Differenz und/oder der Zeitspanne, die die Differenz größer ist als der Schwellwert.
6. Zentrifuge (19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit Steuerlogik aufweist, die
- a) in einem Normalbetriebsmodus (21), in dem der Betrag der Differenz
 - der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und
 - der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, kleiner ist als der Schwellwert oder ein zweiter Schwellwert, eine Steuerung und/oder Regelung mittels der Entspannungseinrichtung (6) und/oder mittels des Verdichters (4) vornimmt, während sich das Ventil (20) in einer ersten Stellung befindet, und
 - b) in einem Ausnahmbetriebsmodus (26), in dem der Betrag der Differenz
 - der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und
 - der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, größer ist als der Schwellwert oder der zweite Schwellwert, das Ventil (20) in eine von
- der ersten Stellung abweichende zweite Stellung steuert, wobei in dem Ausnahmbetriebsmodus (26) vorzugsweise keine Steuerung und/oder Regelung mittels der Entspannungseinrichtung (6) und/oder mittels des Verdichters (4) erfolgt,
- c) wobei in der ersten Stellung des Ventils (20) der Öffnungsquerschnitt des Ventils (20) kleiner ist als der Öffnungsquerschnitt des Ventils (20) in der zweiten Stellung.
7. Zentrifuge (19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichter (4) während des Betriebs der Zentrifuge (19) permanent betrieben wird, wobei während des Betriebs die Drehzahl immer mindestens einer minimalen Drehzahl entspricht.
8. Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge (19), insbesondere einer Durchflusszentrifuge, einer biotechnischen Zentrifuge oder Blutzentrifuge, mit einem Zentrifugenkessel (3), einem Kältemittelkreislauf (1) mit einem zirkulierenden Kältemittel und einem Temperatursensor (23), der eine Temperatur erfasst, die mit der Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) zumindest korreliert, wobei der Kältemittelkreislauf (1) einen regelbaren Verdichter (4), einen Verflüssiger (5), eine Entspannungseinrichtung (6) und einen Kälte an den Zentrifugenkessel (3) abgebenden Verdampfer (2) aufweist, eine Verbindungsleitung (17) des Verdichters (4) mit dem Verflüssiger (5) über eine Bypassleitung (15) mit der Verbindungsleitung (16) zwischen der Entspannungseinrichtung (6) und dem Verdampfer (2) verbunden ist und in der Bypassleitung (15) ein den Durchfluss steuerndes elektronisch gesteuertes Ventil (20) angeordnet ist, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist,
- a) Durchführung der Prüfung, ob eine Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, größer ist als ein Schwellwert,
 - b) für den Fall, dass die Prüfung ergibt, dass die Differenz größer ist als der Schwellwert, Erhöhen des Durchflusses durch die Bypassleitung (15).
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchfluss des Kältemittels durch den Verdampfer (2) durch ein passives thermostatisches Einspritzventil (7) gesteuert oder geregelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Kältemittelkreislauf (1) das Kältemittel mittels eines Rollkolbenverdichters

(31) gefördert wird.

trifuge, einer biotechnischen Zentrifuge oder einer Blutzentrifuge, nach einem der Ansprüche 8 bis 13.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass

5

- a) das Ventil (20) in mehrere unterschiedliche Öffnungsquerschnitte gesteuert wird und
- b) geprüft wird, ob eine Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, größer ist als ein Schwellwert, und wenn dies der Fall ist, eine Vergrößerung des Öffnungsquerschnitts des Ventils (20) herbeiführt wird in Abhängigkeit des Betrags der Differenz, einer Änderungsgeschwindigkeit der Differenz und/oder der Zeitspanne, die die Differenz größer ist als der Schwellwert.

10

15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Prüfung durchgeführt wird, ob der Betrag der Differenz der Soll-Temperatur in dem Zentrifugenkessel (3) und der Temperatur, die der Temperatursensors (23) erfasst, kleiner ist als der Schwellwert oder ein zweiter Schwellwert, und

20

25

- a) wenn dies der Fall ist, die Zentrifuge (19) in einem Normalbetriebsmodus (21) betrieben wird, in dem eine Steuerung und/oder Regelung mittels der Entspannungseinrichtung (6) und/oder mittels des Verdichters (4) erfolgt, während sich das Ventil (20) in einer ersten Stellung befindet, und
- b) wenn dies nicht der Fall ist, die Zentrifuge (19) in einem Ausnahmbetriebsmodus (26) betrieben wird, in dem das Ventil (20) in eine von der ersten Stellung abweichende zweite Stellung gesteuert wird, wobei in dem Ausnahmbetriebsmodus (26) vorzugsweise keine Steuerung und/oder Regelung mittels der Entspannungseinrichtung (6) und/oder mittels des Verdichters (4) erfolgt,

30

35

40

wobei in der ersten Stellung des Ventils (20) der Öffnungsquerschnitt des Ventils (20) kleiner ist als der Öffnungsquerschnitt des Ventils (20) in der zweiten Stellung.

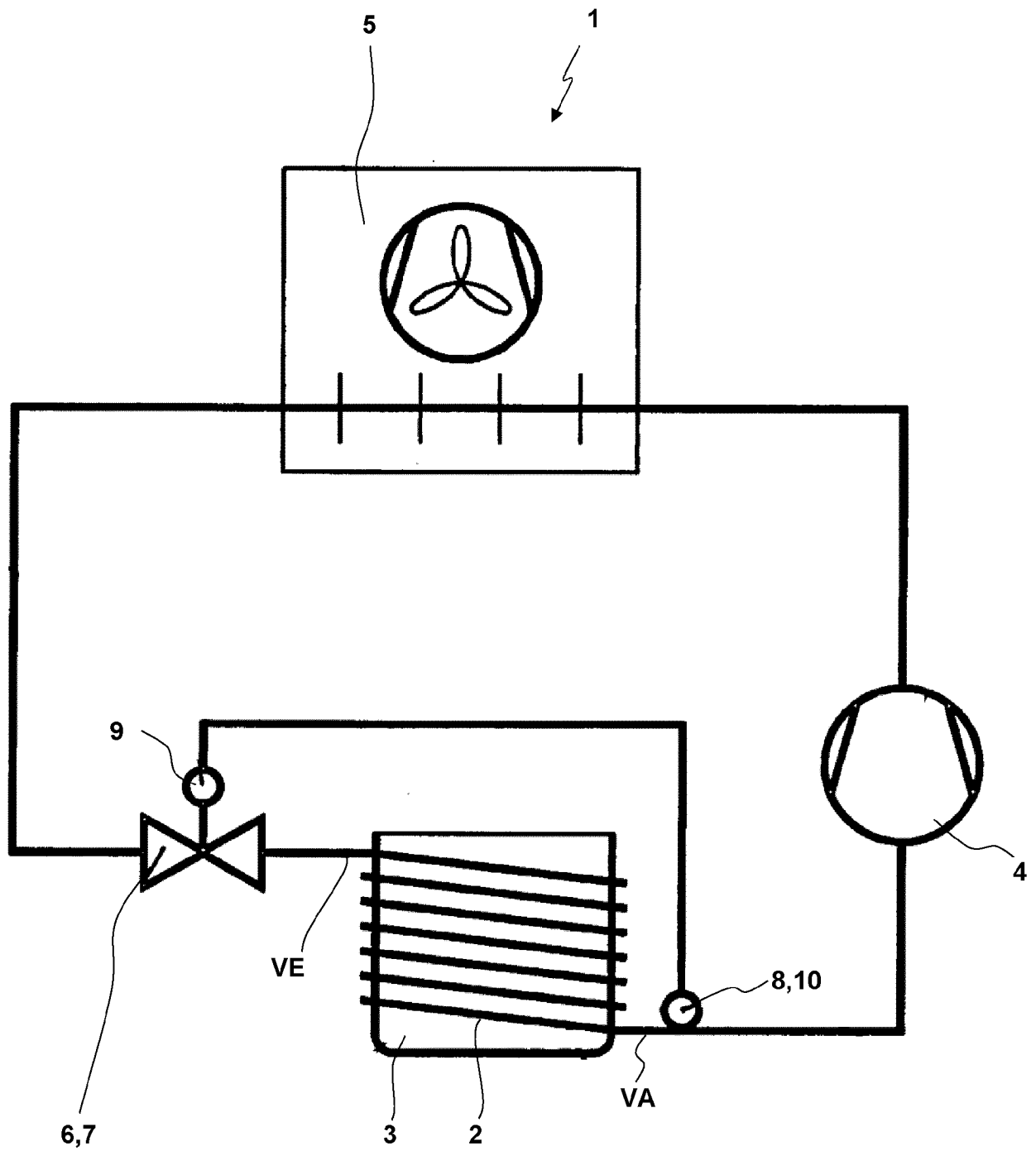
45

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (4) während des Betriebs der Zentrifuge (19) permanent betrieben wird, wobei während des Betriebs die Drehzahl immer mindestens einer minimalen Drehzahl entspricht.

50

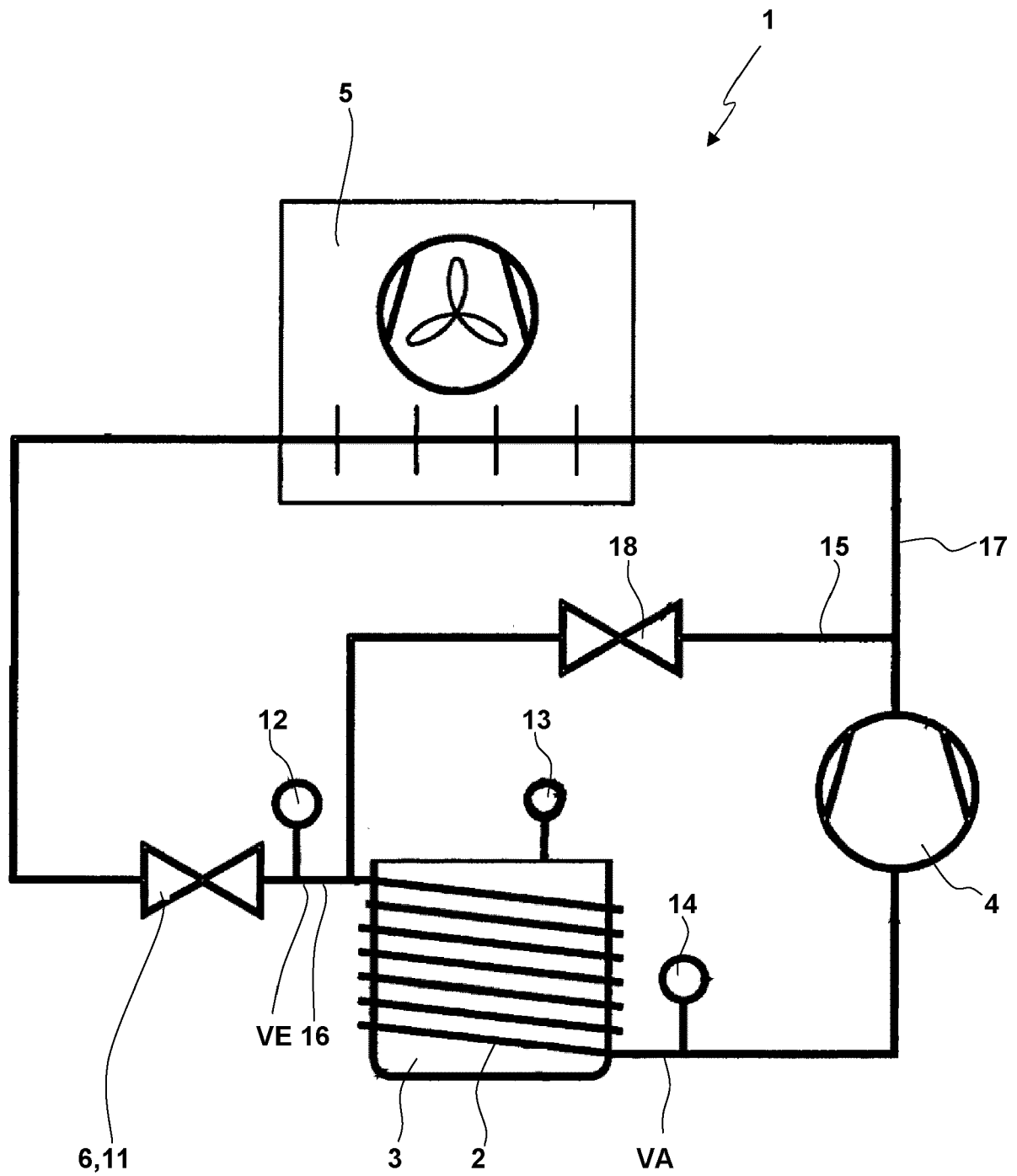
55

14. Computerlesbares Medium mit Steuerlogik zur Durchführung eines Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifuge (19), insbesondere einer Durchflusszen-



STAND DER TECHNIK

Fig. 1



STAND DER TECHNIK

Fig. 2

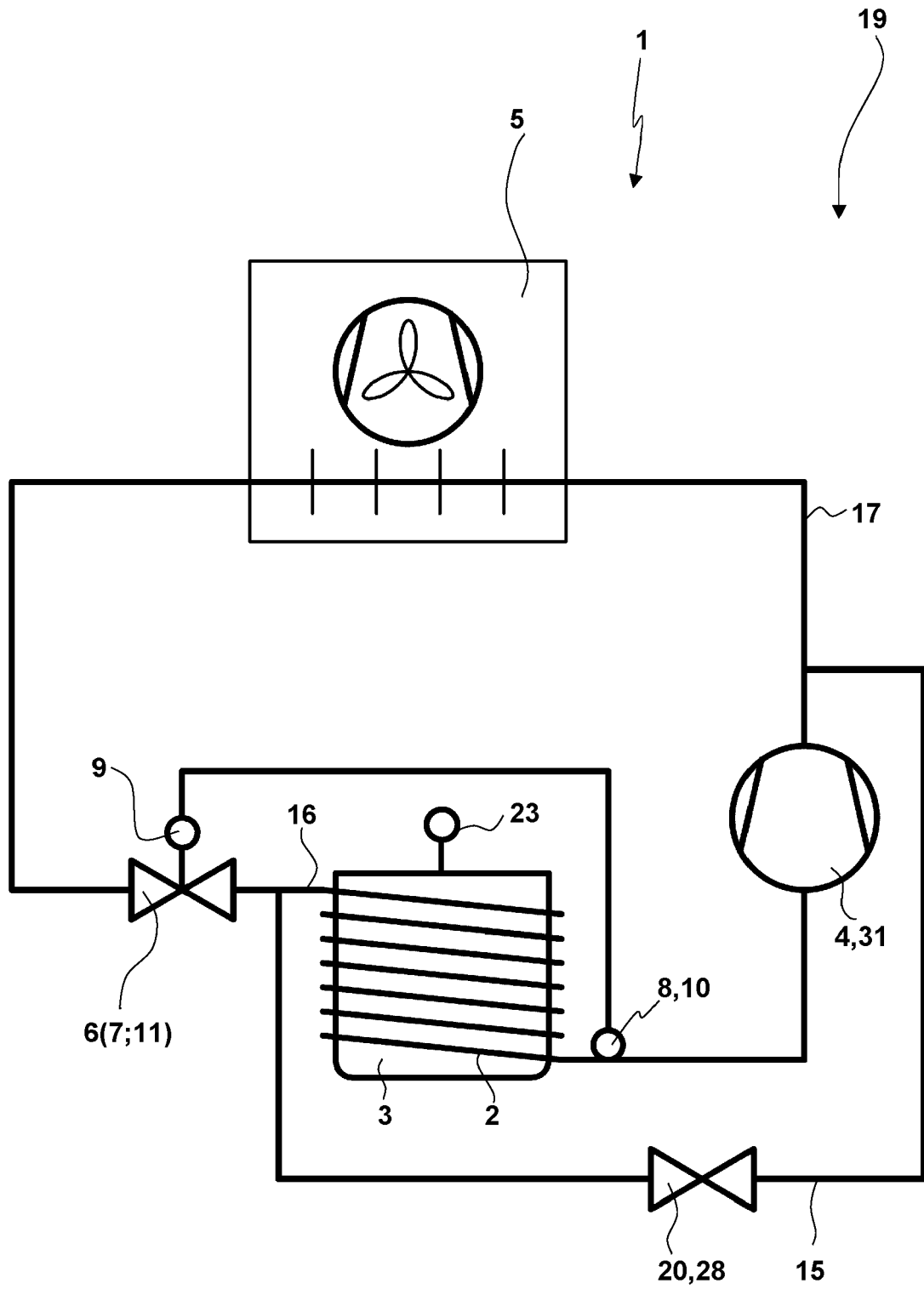


Fig. 3

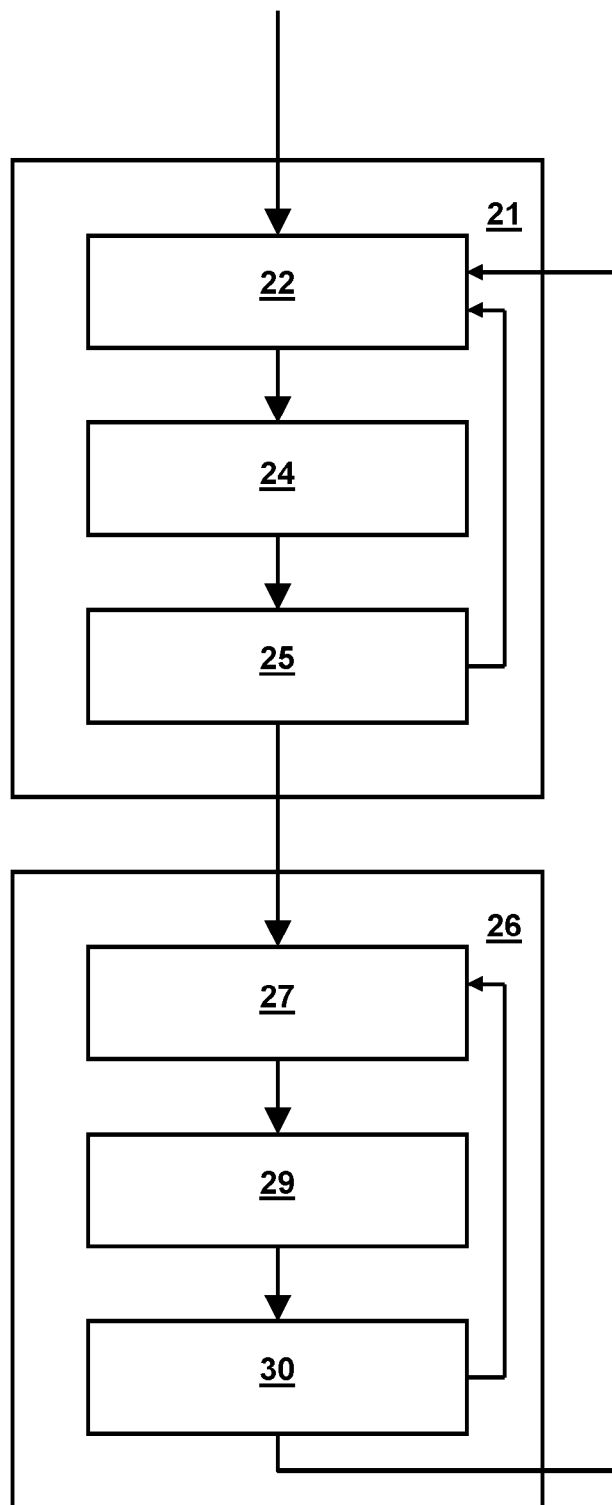


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 2396

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D	EP 2 814 617 B1 (EPPENDORF AG [DE]) 22. Januar 2020 (2020-01-22)	1-7, 14	INV. B04B15/02 B04B5/00
Y	* Abbildungen *	8-13	

X	JP 2010 008022 A (TOMY LTD) 14. Januar 2010 (2010-01-14)	1, 8, 14	
Y	* Abbildungen *	8-13	

X	EP 0 295 377 A2 (HERMLE BERTHOLD GMBH MASCHF [DE]) 21. Dezember 1988 (1988-12-21)	1, 8, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B04B
Y	* Abbildungen *	8-13	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	20. Dezember 2022	Kopacz, Ireneusz	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
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		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	

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

EP 22 18 2396

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

20-12-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2814617 B1	22-01-2020	CN 104203422 A	10-12-2014
		DE 102012002593 A1	14-08-2013
		EP 2814617 A2	24-12-2014
		JP 6329910 B2	23-05-2018
		JP 2015513447 A	14-05-2015
		PL 2814617 T3	27-07-2020
		US 2015080202 A1	19-03-2015
		WO 2013120604 A2	22-08-2013
JP 2010008022 A	14-01-2010	KEINE	
EP 0295377 A2	21-12-1988	DE 3720085 A1	29-12-1988
		EP 0295377 A2	21-12-1988

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 3936601 A1 **[0004]**
- EP 2310486 B1 **[0004]**
- EP 2485846 B1 **[0004]**
- US 4216770 A **[0004]**
- US 4419089 A **[0004]**
- US 4389206 A **[0004]**
- US 5665048 A **[0004]**
- EP 2814617 B1 **[0007] [0008] [0035]**
- DE 3818584 A1 **[0007]**
- JP 2011255330 A **[0007]**
- EP 3560592 A1 **[0012]**