



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 217 807.0**

(22) Anmeldetag: **18.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **23.04.2020**

(51) Int Cl.: **A23L 3/32 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Krones AG, 93073 Neutraubling, DE

(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:
**Hoeller, Stefan, 93073 Neutraubling, DE;
Oehmichen, Thomas, 93073 Neutraubling, DE;
Feilner, Roland, 93073 Neutraubling, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE 36 89 935 T2
DE 690 33 273 T2

**GONZALEZ, OSCAR RODRIGUEZ: HURDLE
TECHNOLOGIES: MICROBIAL INACTIVATION**

**BY PULSED ELECTRIC FIELDS DURING
MILK PROCESSING, Dezember 2010, URL:
https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/2445/Thesis-ORG_Complete.pdf?sequence=6&isAllowed=y [recherchiert am
21.05.2019]**

**LI, XIANG und FARID, MOHAMMED.: A review
on recent development in non-conventional food
sterilization technologies. In: Journal of Food
Engineering, Vol. 182, 2016, S. 33-45. - ISSN 0260-
8774**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Behandeln eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts, umfassend einen Konservierungsschritt, in dem das Lebensmittel zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation mit einem gepulsten elektrischen Feld beaufschlagt wird (PEF-Behandlung). Dadurch, dass das Lebensmittel ferner in einem dem Konservierungsschritt zugeordneten Homogenisierungsschritt homogenisiert wird, lässt sich die Haltbarkeit des Lebensmittels besonders effizient und bei optimierter Produktbeschaffenheit erhöhen.

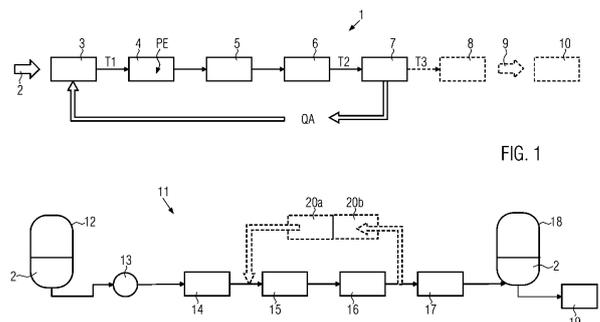


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 9.

[0002] Gepulste elektrische Felder (PEF) eignen sich prinzipiell zur nicht-thermischen Konservierung von Lebensmitteln durch mikrobielle Inaktivierung. Zu diesem Zweck werden Zellmembranen im Lebensmittel durch die elektrischen Felder perforiert. Diese sogenannte Elektroporation führt beispielsweise dazu, dass Zellwasser austritt, während die Zellstruktur im Wesentlichen erhalten bleibt und feste Zellbestandteile in den Zellen zurückgehalten werden können.

[0003] Das Lebensmittel befindet sich bei der PET-Behandlung zwischen Elektroden und wird mit elektrischen Pulsen beaufschlagt, wobei sich Feldstärken von 10 bis 80 kV/cm und Pulsdauern von 500 ns bis 4 µs bewährt haben. Nach reversibler und/oder irreversibler Perforation können sowohl intrazelluläre Stoffe freigesetzt werden als auch extrazelluläre Stoffe in die Zellen eindringen. Dadurch lässt sich auch die Produktion / Behandlung des Lebensmittels vereinfachen.

[0004] Ziel ist eine möglichst schonende, nicht-thermische Inaktivierung von Mikroorganismen in flüssigen oder halbfesten Lebensmitteln. Vorteile gegenüber einer thermischen Konservierung liegen in einer geringeren prozessbedingten Beeinträchtigung von Farbe, Aroma, Textur und Nährwert der Lebensmittel, beispielsweise von Fruchtsäften, Milchprodukten oder Flüssigkei.

[0005] Beispielsweise ist aus DE 36 89 935 T2 ein System zur Behandlung flüssiger Lebensmittel wie Fruchtsäften oder Milchprodukten bekannt. Demnach werden die Produkte zweistufig mittels Wärmetauscher und nachgeschaltetem Erhitzer erwärmt und im Vakuum entgast. Anschließend werden die Produkte einem gepulsten elektrischen Feld (PEF) ausgesetzt und dadurch haltbar gemacht, schließlich zweistufig abgekühlt und aseptisch abgefüllt. Bei der Entgasung werden gelöste Gase und/oder Produktblasen so weit entfernt, dass sie eine gleichmäßige Ausbildung gepulster elektrischer Felder nicht mehr behindern könnten. Dies ist schon bei vergleichsweise geringen Unterdrücken und kleiner Flüssigkeitsoberfläche möglich.

[0006] Aus EP 1 085 827 A1 ist ferner ein PEF-System mit vorgelagerter Kaltentgasung und Erhitzung sowie anschließendem Kühler und aseptischem Verpacker bekannt. Nachteilig ist hier beispielsweise die ineffiziente Entgasung bei vergleichsweise niedriger Temperatur.

[0007] Da ein Zellaufschluss mittels Elektroporation wenigstens hinsichtlich der Produkthaltbarkeit und der Produktqualität vorteilhaft ist, besteht zunehmend Bedarf für eine Optimierung der PEF-Behandlung flüssiger Lebensmittel und entsprechend verbesserte Behandlungsanlagen.

[0008] Die gestellte Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Demnach dient dieses zur Behandlung und insbesondere Konservierung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts und umfasst einen Konservierungsschritt, in dem das Lebensmittel zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation (Elektroporation) mit einem gepulsten elektrischen Feld beaufschlagt wird (PEF-Behandlung). Erfindungsgemäß wird das Lebensmittel / Produkt ferner in einem dem Konservierungsschritt zugeordneten Homogenisierungsschritt homogenisiert.

[0009] Flüssige Lebensmittel oder dergleichen Produkte sind im Sinne der Erfindung dadurch charakterisiert, dass sie sich für einen Transport in Leitungen durch Pumpen / Saugen und eine entsprechende Abfüllung in Behälter, insbesondere Flaschen, eignen.

[0010] Durch die Homogenisierung des Lebensmittels / Produkts erhält man eine gleichmäßigere Konsistenz des Lebensmittels. Ferner kann eine Produktfraktionierung innerhalb der Mindesthaltbarkeitsdauer verhindert werden, beispielsweise ein unerwünschtes Aufschwimmen von Produktstücken und/oder Fraktionen. Beispielsweise wird die Emulsionsstabilität bei Fetten, Fruchtbestandteilen oder dergleichen verbessert. Zudem erhalten flüssige Lebensmittel, wie Frucht- und Gemüsesäfte oder Milchprodukte, eine glattere Struktur. Meist verbessert sich auch der Geschmack des Lebensmittels, welches dann als vollmundiger empfunden wird.

[0011] Vorzugsweise wird der Homogenisierungsschritt vor, insbesondere unmittelbar (ohne zwischengeschalteten Behandlungsschritt) vor der PEF-Behandlung durchgeführt, also vor dem Eintrag des gepulsten elektrischen Felds in das Lebensmittel / Produkt. Beispielsweise erfolgt die Homogenisierung nach einer Vorwärmung des Produkts. Eine Homogenisierung bei derart erhöhter Temperatur ist im Vergleich zur Kalthomogenisierung effektiver wegen einer Aktivierung von Molekülen und ermöglicht zudem einen effizienteren Zellaufschluss mittels Elektroporation. Außerdem sinkt die Produktviskosität, was einen geringeren Energieeinsatz und kleinere Apparate ermöglicht.

[0012] Alternativ oder ergänzend wird der Homogenisierungsschritt nach, insbesondere unmittelbar (ohne zwischengeschalteten Behandlungsschritt) nach der PEF-Behandlung durchgeführt. Durch den Eintrag des gepulsten elektrischen Felds in das Lebens-

mittel / Produkt wird dessen Temperatur erhöht, wodurch sich die Effizienz der Homogenisierung weiter verbessert.

[0013] Vorzugsweise durchläuft das Lebensmittel den Homogenisierungsschritt und den Konservierungsschritt, gegebenenfalls auch einen zugeordneten Entgasungsschritt, nacheinander in Form eines im Wesentlichen kontinuierlichen Produktstroms. Dies ermöglicht im Gegensatz zu einem Batch-Prozess eine vereinfachte und effizientere Produktion.

[0014] Gemäß einer weiteren günstigen Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Entgasungsschritt, in dem das Lebensmittel / Produkt unter Vakuum bei einer Temperatur von wenigstens 30°C und insbesondere unter Ausbildung eines Rieselfilms, der vorzugsweise turbulent ist, entgast wird. Dies ermöglicht eine effiziente Reduzierung des Restsauerstoffgehalts im Lebensmittel.

[0015] Vorzugsweise wird das Lebensmittel / Produkt beim Entgasungsschritt in eine Entgasungskammer mittels Drallkörpern und/oder Drallblechen eingebracht.

[0016] Gemäß einer weiteren günstigen Ausführungsform wird das Produkt vor, insbesondere unmittelbar vor dem Homogenisierungsschritt entgast, um dabei neben Gasblasen auch einen Großteil an gelöstem Sauerstoff zu entfernen, beispielsweise im Bereich von 70% bis 95% des gelösten Sauerstoffs.

[0017] Beispielsweise beträgt der Restsauerstoffgehalt des Produkts nach Entgasung höchstens 1 ppm bei einer Produktviskosität von weniger als 20 mPa*s (bezogen auf 20°C) und höchstens 3 ppm bei einer Produktviskosität von 20 bis 50 mPa*s (bezogen auf 20°C).

[0018] Somit kann Oxidation wertvoller Inhaltsstoffe im Laufe der Produktverarbeitung, bei der Lagerung bis hin zum Verzehr durch den Endverbraucher unterdrückt oder vermieden werden. Der Entgasungsschritt dient somit ebenso der Konservierung des Lebensmittels / Produkts. Zudem lässt sich ein Aufschwimmen von Inhaltsstoffen nach der Abfüllung vermeiden. Dadurch wird die Produktqualität deutlich verbessert.

[0019] Vorzugsweise hat das Lebensmittel / Produkt einer Viskosität von mindestens 20 mPa*s und wird nach einer Vorwärmung, jedoch vor der PEF-Behandlung, bei einer Temperatur von 30 bis 60°C und einem Entgasungsdruck von 50 bis 200 mbar entgast. Beispielsweise ist die Entgasung bei einer Temperatur von 30°C und einem Entgasungsdruck von 50 bis 100 mbar praktikabel oder bei einer Temperatur von 60 °C und einem Entgasungsdruck von 200 mbar.

[0020] Alternativ oder ergänzend werden Lebensmittel / Produkte mit einer Viskosität von mindestens 20 mPa*s nach der PEF-Behandlung entgast, beispielsweise bei einer Temperatur von 60 bis 90 °C und einem Entgasungsdruck von 200 bis 700 mbar, also beispielsweise bei 60 °C und 200 mbar oder 90 °C und 700 mbar.

[0021] Vorzugsweise umfasst das Verfahren einen Vorwärmungsschritt, in dem das Lebensmittel vor der PEF-Behandlung vorgewärmt wird, und einen Abkühlungsschritt, in dem das Lebensmittel nach der PEF-Behandlung abgekühlt wird. Insbesondere wird im Abkühlungsschritt gewonnene Abwärme zumindest teilweise im Vorwärmungsschritt genutzt. Die Abwärme kann hierfür bevorzugt in einem Sekundärkreislauf, insbesondere mittels Wasser, zu einem eingangseitigen Röhrenwärmetauscher übertragen werden.

[0022] Die Nutzung eines Sekundärkreislaufs ermöglicht gegenüber einem direkten Wärmetausch von Produkt zu Produkt den Einsatz von Röhrenwärmetauschern, die sich auch für die Behandlung höherviskoser Produkte eignen, beispielsweise für solche mit einer Viskosität von mehr als 20 mPa*s. Auf der (mantelseitigen) Sekundärseite von Röhrenwärmetauschern ist eine Förderung höherviskoser Produkte wegen der dort vorhandenen Totbereiche oder anderweitig ungünstiger Strömungsgeometrie generell problematisch. Diese Schwierigkeiten lassen sich durch eine Energierückgewinnung mittels eines Sekundärkreislaufs, der bevorzugt mit Wasser betrieben wird, zuverlässig und energieeffizient vermeiden.

[0023] Insbesondere für Lebensmittel / Produkte mit einer Viskosität von mindestens als 20 mPa*s ist eine Vorwärmung in Röhrenwärmetauschern und dann zumindest anteilig mittels gedrahteter Rohre vorteilhaft. Besonders günstig ist eine zumindest teilweise Vorwärmung an Rohren mit Kreuzdrallungen. Die Drallungen / Kreuzdrallungen ermöglichen eine besonders effiziente Erwärmung. Die Wärmetauscher können folglich kleiner gebaut werden, und das Produkt wird schneller erhitzt, wodurch der Wärmemengeneintrag sinkt und die Produktqualität steigt.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren die wie folgt aneinander gereihten Behandlungsschritte: Vorwärmungsschritt; Entgasungsschritt; Homogenisierungsschritt, Konservierungsschritt (PEF-Behandlung); und Abkühlungsschritt. Vorzugsweise folgen darauf Schritte zur Abfüllung des Lebensmittels / Produkts in Behälter, insbesondere Flaschen, und deren Verpackung in Gebinden.

[0025] Die gestellte Aufgabe wird ebenso mit einer Vorrichtung nach Anspruch 9 gelöst. Demnach ist diese zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts ausgebildet

und umfasst eine Konservierungsstufe, die zur Beaufschlagung des Lebensmittels mit einem gepulsten elektrischen Feld (PEF-Behandlung) zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation des Lebensmittels ausgebildet ist, sowie erfindungsgemäß eine der Konservierungsstufe zugeordnete Homogenisierungsstufe zur Homogenisierung des Lebensmittels. Damit lassen sich die bezüglich des Anspruchs 1 beschriebenen Vorteile erzielen.

[0026] Vorzugsweise ist die Homogenisierungsstufe der Konservierungsstufe, insbesondere unmittelbar, vorgeschaltet. Alternativ oder ergänzend könnte die (oder eine weitere) Homogenisierungsstufe der Konservierungsstufe nachgeschaltet sein. Damit lassen sich die bezüglich der entsprechenden Verfahrensschritte beschriebenen Vorteile erzielen.

[0027] Vorzugsweise ist der Homogenisierungsstufe eine Entgasungsstufe zur Entgasung des Lebensmittels und zur Reduzierung seines Sauerstoffgehalts um insbesondere im Bereich von 70% bis 95% vorgeschaltet. Damit lassen sich die bezüglich der entsprechenden Verfahrensschritte beschriebenen Vorteile erzielen.

[0028] Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung einen eingangsseitigen Röhrenwärmetauscher zur Vorwärmung des Lebensmittels wenigstens vor der PEF-Behandlung und einem ausgangsseitigen Röhrenwärmetauscher zur Abkühlung des Lebensmittels wenigstens nach der PEF-Behandlung sowie insbesondere einen Sekundärkreislauf zum Transport von Abwärme, beispielsweise mittels Wasser, aus dem ausgangsseitigen Röhrenwärmetauscher zum eingangsseitigen Röhrenwärmetauscher. Damit lassen sich die bezüglich der entsprechenden Verfahrensschritte beschriebenen Vorteile erzielen.

[0029] In einer weiteren günstigen Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Reinigungsanlage auf, mit der Reinigungs- und/oder Spülflüssigkeit, beispielsweise in Form von Lauge, Säure und/oder Wasser, wenigstens durch die Homogenisierungsstufe und die Konservierungsstufe, gefördert werden kann. In einer bevorzugten Variante wird das elektrische Feld beim Reinigen der Vorrichtung dann aufrechterhalten. Hierdurch kann die Reinigungswirkung der Reinigungsflüssigkeit verbessert werden, beispielsweise dadurch, dass die Temperatur des Reinigungsmediums durch den Energieeintrag erhöht wird.

[0030] Gemäß einer weiteren günstigen Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Sterilisierungsanlage auf, mit der ein Sterilisationsmedium wenigstens durch die Homogenisierungsstufe und die Konservierungsstufe gefördert werden kann. Das Sterilisationsmedium kann dabei eine erhöhte Temperatur von beispielsweise wenigstens 100°C, besonders wenigstens 120°C, aufweisen. In einer bevorzugten

Variante wird das elektrische Feld beim Sterilisieren der Anlage aufrechterhalten

[0031] Optional kann die Vorrichtung einen aseptischen Puffertank für die Aufnahme von behandeltem Lebensmittel / Produkt aufweisen. Der aseptische Puffertank ist dann bevorzugt direkt vor der Abfüllung des Lebensmittels angeordnet. Somit können Schwankungen bei der Abfüllung bzw. bei der Produktbehandlung besonders effizient ausgeglichen werden.

[0032] Obwohl die oben beschriebene Erfindung und deren Ausführungsformen auf der Grundlage einer Kombination des Konservierungsschritts / der Konservierungsstufe mit dem Homogenisierungsschritt / der Homogenisierungsstufe eine besonders effiziente Konservierung und Qualitätsverbesserung bei flüssigen Lebensmitteln oder dergleichen abzufüllenden Produkten ermöglicht, kann die gestellte Aufgabe alternativ auch mit einer Variante gelöst werden, die auf einer Kombination des Konservierungsschritts / der Konservierungsstufe mit einem Entgasungsschritt / einer Entgasungsstufe basiert, und bei der der Homogenisierungsschritt / die Homogenisierungsstufe lediglich optional sind.

[0033] Demnach dient das Verfahren dann ebenso zur Behandlung und insbesondere Konservierung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts und umfasst einen Konservierungsschritt, in dem das Lebensmittel zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation mit einem gepulsten elektrischen Feld beaufschlagt wird (PEF-Behandlung). Erfindungsgemäß wird das Lebensmittel / Produkt dann in einem dem Konservierungsschritt zugeordneten Entgasungsschritt entgast.

[0034] Der Entgasungsschritt kann dann gemäß wenigstens einer der voranstehend und/oder nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen durchgeführt und entsprechend mit wenigstens einem der anderen voranstehend und/oder nachfolgend beschriebenen Behandlungsschritte kombiniert werden, beispielsweise mit dem beschriebenen Homogenisierungsschritt und/oder Vorwärmungsschritt und/oder Abkühlungsschritt.

[0035] Die entsprechende Vorrichtung kann dann ebenso zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels oder dergleichen abzufüllenden Produkts ausgebildet sein und umfasst eine Konservierungsstufe, die zur Beaufschlagung des Lebensmittels mit einem gepulsten elektrischen Feld (PEF-Behandlung) zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation des Lebensmittels (Elektroporation) ausgebildet ist, sowie erfindungsgemäß eine der Konservierungsstufe zugeordnete Entgasungsstufe zur Entga-

sung und insbesondere zur Reduzierung des Sauerstoffgehalts des Lebensmittels / Produkts.

[0036] Die Entgasungsstufe kann dann gemäß wenigstens einer der voranstehend und/oder nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet sein und entsprechend mit wenigstens einer der anderen voranstehend und/oder nachfolgend beschriebenen Behandlungsstufen kombiniert werden, beispielsweise mit der beschriebenen Homogenisierungsstufe und/oder der Vorwärmungsstufe (mit eingangsseitigem Röhrenwärmetauscher) und/oder der Abkühlungsstufe (mit ausgangsseitigem Röhrenwärmetauscher).

[0037] Die jeweils vorhandenen Behandlungsstufen lassen sich auf prinzipiell bekannte Weise gemeinsam steuern.

[0038] Die beschriebenen Vorrichtungen / Systeme zur Behandlung und insbesondere Konservierung flüssiger Lebensmittel können in vorteilhafter Weise, gegebenenfalls auch unter anderem, eine Abfüllanlage, insbesondere eine Getränkeabfüllanlage zur Abfüllung von Behältern, insbesondere von Getränkebehältern wie Fässer oder Flaschen aufweisen.

[0039] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind zeichnerisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 ein Fließschema durch eine erste Ausführungsform der Vorrichtung;

Fig. 3 ein Fließschema durch eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung; und

Fig. 4 ein Fließschema durch eine alternative Variante der Vorrichtung;

[0040] Wie die **Fig. 1** in schematischer Darstellung erkennen lässt, umfasst das Verfahren **1** zur Behandlung und insbesondere Konservierung eines flüssigen Lebensmittels **2** oder dergleichen abzufüllenden Produkts in einer bevorzugten Ausführungsform einen Vorwärmungsschritt **3** zum Vorwärmen des Lebensmittels **2**, einen Entgasungsschritt **4** zum Entgasen des Lebensmittels **2** insbesondere einschließlich einer Reduzierung seines Sauerstoffgehalts, einen Homogenisierungsschritt **5** zur Homogenisierung des Lebensmittels **2**, einen Konservierungsschritt **6** zur PEF-Behandlung des Lebensmittels **2** und einen Abkühlungsschritt **7** zum Abkühlen des Lebensmittels **2**.

[0041] Daran kann sich beispielsweise direkt oder unter Zwischenspeicherung des flüssigen Lebensmittels **2** ein prinzipiell bekannter Abfüllschritt **8** zur Abfüllung des Lebensmittels **2** in Behälter **9**, insbesondere Flaschen, anschließen sowie ein Verpackungsschritt **10** zur Verpackung der Behälter **9** in (nicht dargestellten) Gebinden.

schrift **10** zur Verpackung der Behälter **9** in (nicht dargestellten) Gebinden.

[0042] Das Lebensmittel **2** durchläuft die obigen Behandlungsschritte wenigstens von der Vorwärmung bis zur Abkühlung als im Wesentlichen kontinuierlicher Produktstrom (Pfeilrichtung).

[0043] Das Lebensmittel **2** ist flüssig, das heißt mittels Pumpen förderbar, und könnte prinzipiell durch ein anderweitiges Produkt, beispielsweise ein kosmetisches Produkt, mit vergleichbarer Konsistenz ersetzt werden.

[0044] Das Lebensmittel **2** wird im Vorwärmungsschritt **3** auf eine erste Temperatur **T1** erwärmt, die im Entgasungsschritt **4** im Wesentlichen aufrechterhalten wird und beispielsweise 30-60 °C beträgt. Der Entgasungsschritt **4** dient insbesondere der Reduzierung des Sauerstoffgehalts im Lebensmittel **2**.

[0045] Der Entgasungsschritt **4** ist optional, je nach Lebensmittel **2** und geforderter Produktqualität.

[0046] Vorzugsweise wird die erste Temperatur **T1** im Homogenisierungsschritt **5** im Wesentlichen aufrechterhalten, um die Effektivität der Homogenisierung und/oder die daraus resultierende Produktqualität zu optimieren. Ansonsten erfolgt die Homogenisierung des Lebensmittels **2** auf prinzipiell bekannte Weise

[0047] Der Konservierungsschritt **6** bewirkt aufgrund des elektromagnetischen Energieeintrags zur die PEF-Behandlung eine Temperaturerhöhung des Lebensmittels **2** auf eine zweite Temperatur **T2**, beispielsweise von 30°C auf eine zweite Temperatur **T2** von 60 °C. Die zweite Temperatur **T2** beträgt vorzugsweise höchstens 90 °C zugunsten eines Erhalts von Geschmacksstoffen, Farbstoffen oder dergleichen wertvoller Bestandteile des Lebensmittels **2**.

[0048] Die PEF-Behandlung erfolgt beispielsweise bei einem Energieeintrag von 100-120 kJ pro kg (Lebensmittel). Der thermische Energieeintrag beträgt dabei weniger als 0,1 Pasteurisierungseinheiten. Die Prozessdauer der PEF-Behandlung beträgt beispielsweise 30-40 s.

[0049] Eine derartige PEF-Behandlung bewirkt eine stabile Konservierung des Lebensmittels **2** bei üblichen Lagertemperaturen von beispielsweise höchstens 10 °C während einer Haltbarkeitsdauer von beispielsweise wenigstens 4 Wochen.

[0050] Im Abkühlungsschritt **7** wird das Lebensmittel **2** auf eine dritte Temperatur **T3** für einen nachfolgenden Abfüllschritt **8** abgekühlt. Gegebenenfalls wird das abgekühlte Lebensmittel **2** vor der Abfüllung

in einem Puffertank zwischengespeichert (in **Fig. 1** nicht dargestellt).

[0051] Im Abkühlungsschritt **7** gewonnenen Abwärme **QA** wird mittels eines mit dem Lebensmittel **2** nicht in Berührung kommenden Sekundärmediums, das insbesondere Wasser ist, zum Vorwärmungsschritt **3** zurückgeführt und dort folglich zur Vorwärmung des Lebensmittels **2** auf die erste Temperatur **T1** verwendet.

[0052] Unterschiede zwischen der im Abkühlungsschritt **7** gewonnenen und der im Vorwärmungsschritt **3** benötigten Wärmemenge können durch zusätzliche Erwärmung oder Kühlung des Sekundärmediums bei der Rückführung ausgeglichen werden (in **Fig. 1** nicht dargestellt).

[0053] Das Lebensmittel **2** hat beispielsweise eine Viskosität von 20-50 mPa*s (bezogen auf 20°C) und wird dann vorzugsweise auf eine erste Temperatur **T1** von 30-60°C erwärmt.

[0054] Der Entgasungsschritt **4** erfolgt dann im Wesentlichen bei der ersten Temperatur **T1** und einem Entgasungsdruck PE von 50-200 mbar, beispielsweise bei einer ersten Temperatur **T1** von 30°C und einem Entgasungsdruck PE von 50-100 mbar oder bei einer ersten Temperatur **T1** von 60 °C und einem Entgasungsdruck PE von 200 mbar.

[0055] Alternativ oder ergänzend könnte das Lebensmittel **2**, insbesondere bei einer Produktviskosität von mindestens 20 mPa*s, auch nach der PEF-Behandlung / dem Konservierungsschritt **6** entgast werden (in **Fig. 1** nicht dargestellt), beispielsweise bei einer zweiten Temperatur **T2** von 60-90 °C und einem Entgasungsdruck PE von 200-700 mbar, also beispielsweise bei 60 °C und 200 mbar oder 90 °C und 700 mbar.

[0056] Der Entgasungsschritt **4** ist derart ausgelegt, dass nicht nur im Lebensmittel **2** vorhandene Gasblasen ausgetrieben werden, sondern auch ein Großteil von dem im Lebensmittel **2** gelösten Sauerstoff, beispielsweise im Bereich von 70% bis 95% des gelösten Sauerstoffs.

[0057] Beispielsweise beträgt der Restsauerstoffgehalt des Lebensmittels **2** nach dem Entgasungsschritt **4** höchstens 1 ppm bei einer Produktviskosität von weniger als 20 mPa*s (bezogen auf 20°C) und höchstens 3 ppm bei einer Produktviskosität von 20-50 mPa*s (bei 20°C).

[0058] Die stark schematisierte **Fig. 2** zeigt mit der Vorrichtung **11** eine bevorzugte einfache Ausführungsform zur Behandlung und insbesondere Konservierung des flüssigen Lebensmittels **2** oder dergleichen abzufüllenden Produkts.

[0059] Demnach wird das flüssige Lebensmittel **2** in einem Vorlagetank **12** vorgehalten und von einer Produktpumpe **13** seriell durch einen Vorwärmungsstufe **14** zum beschriebenen Vorwärmen des Lebensmittels **2** auf die erste Temperatur **T1**, durch eine Homogenisierungsstufe **15** zur beschriebenen Homogenisierung des Lebensmittels **2**, durch eine Konservierungsstufe **16** zur beschriebenen PEF-Behandlung des Lebensmittels **2**, durch eine Abkühlungsstufe **17** zum beschriebenen Abkühlen des Lebensmittels **2** auf die dritte Temperatur **T3** und schließlich in einen aseptischen Puffertank **18** zur Zwischenspeicherung des behandelten Lebensmittels **2** vor dessen Abfüllung in einer prinzipiell bekannten Abfüllmaschine bzw. Abfüllanlage **19** gefördert.

[0060] Die Konservierungsstufe **16** ist beispielsweise als eigenständig arbeitendes PEF-System für die kontinuierliche Verarbeitung von 50-10.000 Liter Flüssigprodukt pro Stunde ausgebildet, vorzugsweise mit Medienanschlüssen zum Cleaning-In-Place (CIP) und Sterilizing-In-Place (SIP).

[0061] In der **Fig. 2** ist entsprechend eine optionale Reinigungsanlage **20a** zum Fördern von Reinigungs- und/oder Spülflüssigkeit (siehe Blockpfeile) wenigstens durch die Homogenisierungsstufe **15** und die Konservierungsstufe **16** gestrichelt angedeutet, ebenso eine optionale Sterilisierungsanlage **20b** zum Fördern eines Sterilisationsmittels (siehe Blockpfeile) wenigstens durch die Homogenisierungsstufe **15** und die Konservierungsstufe **16**.

[0062] Vorzugsweise ist die Reinigungsanlage **20a** und/oder die Sterilisierungsanlage **20b** für ein CIP/SIP sämtlicher produktführender Oberflächen der jeweils vorhandenen Behandlungsstufen ausgelegt (obwohl dies für die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen nicht dargestellt ist).

[0063] Die **Fig. 3** zeigt mit der Vorrichtung **21** eine bevorzugte erweiterte Ausführungsform zur Behandlung und insbesondere Konservierung des flüssigen Lebensmittels **2** oder dergleichen abzufüllenden Produkts. Bezüglich der Vorrichtung **11** beschriebene Anlagenkomponenten sind hierbei mit identischen Bezugszeichen versehen und aufgrund im Wesentlichen identischer Funktionen nicht nochmals beschrieben.

[0064] Demnach ist zwischen der Vorwärmungsstufe **14** und der Homogenisierungsstufe **15** zusätzlich eine Entgasungsstufe **22** zur beschriebenen Entgasung und Reduzierung des Sauerstoffgehalts des Lebensmittels **2** vorhanden, umfassend: eine Entgasungskammer **22a**; eine Absaugpumpe **22b** zur Erzeugung des Entgasungsdrucks PE in der Entgasungskammer **22a**; und eine Förderpumpe **22c** für das entgaste Lebensmittel **2**.

[0065] Das Lebensmittel **2** kann mittels Drallkörpern und/oder Drallblechen (nicht dargestellt) in die Entgasungskammer **22a** eingebracht werden und wird darin vorzugsweise unter Ausbildung eines turbulenten Rieselfilms entgast. Dies ermöglicht eine besonders effiziente Reduzierung des Restsauerstoffgehalts im Lebensmittel **2**.

[0066] Ferner ist ein Sekundärkreislauf **23** zur Wärmerückgewinnung durch Rückführung von in der Abkühlungsstufe **17** beim Abkühlen des behandelten Lebensmittels **2** gewonnener Abwärme **QA** zur Vorwärmungsstufe **14** vorhanden.

[0067] Der Sekundärkreislauf **23** leitet demnach ein Sekundärmedium **24**, vorzugsweise Wasser, zum Sekundärvorlauf **17a** der Abkühlungsstufe **17** und leitet das dort vom PEF-behandelten Lebensmittel **2** erhitze Sekundärmedium **24** vom Sekundärrücklauf **17b** der Abkühlungsstufe **17** über einen optionalen Korrekturwärmetauscher **26** mittels einer Sekundärkreispumpe **27** zum Sekundärvorlauf **14a** der Vorwärmungsstufe **14**. Dort gibt das Übertragungsmedium **24** zumindest einen Anteil der Abwärme **QA** an das vorzuwärmende flüssige Lebensmittel **2** ab und fließt vom Sekundärrücklauf **14b** der Vorwärmungsstufe **14** über einen optionalen Kühler **25** wieder zurück zum Sekundärvorlauf **17a**.

[0068] Der Sekundärkreislauf **23** nutzt somit bei der Abkühlung des behandelten Lebensmittels **2** / Produkts freiwerdende Energie zur Vorwärmung des unbehandelten Lebensmittels **2** / Produkts. Mit dem Korrekturwärmetauscher **26** kann das Sekundärmedium **24** gekühlt werden, falls die sekundärseitige Vorlauftemperatur an der Vorwärmstufe **14** ansonsten zu hoch wäre (falls in der Konservierungsstufe **16** zu viel Wärme/Energie erzeugt wird und als Abwärme **QA** in der Abkühlungsstufe **17** anfällt), oder geheizt werden, falls die sekundärseitige Vorlauftemperatur an der Vorwärmungsstufe **14** ansonsten zu niedrig wäre, beispielsweise beim Hochfahren der Vorrichtung **21**.

[0069] Prinzipiell könnten der Kühler **25**, der Korrekturwärmetauscher **26** und/oder die Sekundärkreispumpe **27** an beliebigen Stellen im Sekundärkreislauf **2** angeordnet werden, je nach Energiebilanz der Behandlungsstufen der Vorrichtung **21**.

[0070] Es versteht sich von selbst, dass das Lebensmittel **2** primärseitig durch die Vorwärmungsstufe **14** und die Abkühlungsstufe **17** fließt und somit entsprechend den hygienischen Anforderungen vom Sekundärkreislauf **23** getrennt ist.

[0071] Zu diesem Zweck und im Hinblick auf die Viskosität des Lebensmittels **2** umfassen die Vorwärmungsstufe **14** und die Abkühlungsstufe **17** vorzugsweise Rohrwärmetauscher.

[0072] Der Sekundärkreislauf kann **23** bei allen beschriebenen Ausführungsformen und Varianten vorteilhaft eingesetzt werden.

[0073] Die **Fig. 4** zeigt als optionale Variante eine Vorrichtung **31**, die ohne die Homogenisierungsstufe **15** auskommt, ansonsten aber im Wesentlichen der zuvor beschriebenen Vorrichtung **21** entspricht, also eine Entgasungsstufe **22** aufweist. Entsprechend kann damit ein Verfahren zur Kombination des Entgasungsschritts **4** mit dem Konservierungsschritt **6** durchgeführt werden. Hierbei könnte der Sekundärkreislauf **23** bzw. die Wärmerückgewinnung im Abkühlungsschritt **7** (siehe **Fig. 1**) optional auch weggelassen werden.

[0074] Bezüglich der Vorrichtungen **11** und/oder **21** bereits beschriebene Anlagenkomponenten sind in der **Fig. 4** mit identischen Bezugszeichen versehen und aufgrund im Wesentlichen identischer Funktion nicht nochmals beschrieben.

[0075] Ferner ist in der **Fig. 4** gestrichelt angedeutet, dass die Homogenisierungsstufe **15** alternativ oder ergänzend auch stromabwärts der Konservierungsstufe **16** angeordnet sein kann und insbesondere unmittelbar daran anschließend. Die Homogenisierung des Lebensmittels **2** erfolgt dann im Wesentlichen mit der zweiten Temperatur **T2**, also beispielsweise bei 60-90 °C.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 3689935 T2 [0005]
- EP 1085827 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren (1) zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels (2) oder dergleichen abzufüllenden Produkts, umfassend einen Konservierungsschritt (6), in dem das Lebensmittel (2) zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation mit einem gepulsten elektrischen Feld beaufschlagt wird (PEF-Behandlung), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lebensmittel (2) ferner in einem dem Konservierungsschritt (6) zugeordneten Homogenisierungsschritt (5) homogenisiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Homogenisierungsschritt (5) vor, insbesondere unmittelbar vor dem Konservierungsschritt (6) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Homogenisierungsschritt (5) nach, insbesondere unmittelbar nach dem Konservierungsschritt (6) durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, ferner mit einem Entgasungsschritt (4), in dem das Lebensmittel (2) unter Vakuum bei einer Temperatur (T1) von wenigstens 30°C und insbesondere unter Ausbildung eines Rieselfilms entgast wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Lebensmittel (2) eine Viskosität von mindestens 20 mPa*s, bezogen auf 20°C, aufweist und bei einer Temperatur von 30-60°C sowie einem Entgasungsdruck (PE) von 50-200 mbar entgast wird, insbesondere vor dem Konservierungsschritt (6).

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, ferner mit einem Entgasungsschritt (4), in dem das Lebensmittel (2) vor, insbesondere unmittelbar vor dem Homogenisierungsschritt (5) entgast und dabei der Sauerstoffgehalt im Lebensmittel (2) reduziert wird, insbesondere um im Bereich von 70% bis 95%.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, ferner mit einem Vorwärmsschritt (3), in dem das Lebensmittel (2) vor der PEF-Behandlung vorgewärmt wird, und mit einem Abkühlschritt (7), in dem das Lebensmittel (2) nach der PEF-Behandlung abgekühlt wird

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei im Abkühlschritt (7) gewonnene Abwärme (QA) zumindest teilweise im Vorwärmsschritt (3) genutzt wird und hierfür in einem Sekundärkreislauf (23), insbesondere mittels Wasser, zu einem eingangsseitigen Röhrenwärmetauscher zurückgeführt wird.

9. Vorrichtung (11, 21) zur Behandlung eines flüssigen Lebensmittels (2) oder dergleichen abzufüllenden Produkts, umfassend eine Konservierungsstu-

fe (16), die zur Beaufschlagung des Lebensmittels (2) mit einem gepulsten elektrischen Feld (PEF-Behandlung) zur mikrobiellen Inaktivierung durch zelluläre Perforation des Lebensmittels (2) ausgebildet ist, **gekennzeichnet durch** eine der Konservierungsstufe (16) zugeordnete Homogenisierungsstufe (15) zur Homogenisierung des Lebensmittels (2).

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Homogenisierungsstufe (15) der Konservierungsstufe (16), insbesondere unmittelbar, vorgeschaltet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Homogenisierungsstufe (15) eine Entgasungsstufe (22) zur Entgasung des Lebensmittels (2) und zur Reduzierung seines Sauerstoffgehalts, um insbesondere im Bereich von 70% bis 95%, vorgeschaltet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, ferner mit einer Vorwärmungsstufe (14), insbesondere umfassend einen eingangsseitigen Röhrenwärmetauscher, zur Vorwärmung des Lebensmittels (2) vor der PEF-Behandlung und einer Abkühlungsstufe (17), insbesondere umfassend einen ausgangsseitigen Röhrenwärmetauscher, zur Abkühlung des Lebensmittels (2) nach der PEF-Behandlung.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, ferner mit einem Sekundärkreislauf (23) zum Transport von Abwärme (QA) mittels eines Sekundärmediums (24), insbesondere mittels Wasser, aus der Abkühlstufe (17) zur Vorwärmstufe (14).

14. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 9 bis 13, ferner mit einer Reinigungsanlage (20a) zum Fördern von Reinigungs- und/oder Spülflüssigkeiten wenigstens durch die Homogenisierungsstufe (15) und die Konservierungsstufe (16), und/oder mit einer Sterilisierungsanlage (20b) zum Fördern von Sterilisationsmitteln wenigstens durch die Homogenisierungsstufe (15) und die Konservierungsstufe (16).

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Konservierungsstufe (16) derart eingerichtet ist, dass darin vorhandene Reinigungsflüssigkeiten, Spülflüssigkeiten und/oder Sterilisationsmittel mit einem gepulsten elektrischen Feld beaufschlagt werden können.

16. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 9 bis 15, ferner umfassend eine Abfüllanlage (19), insbesondere eine Getränkeabfüllanlage zur Abfüllung des Lebensmittels (2) oder dergleichen Produkts in Behälter (9), insbesondere in Getränkebehälter wie Fässer oder Flaschen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

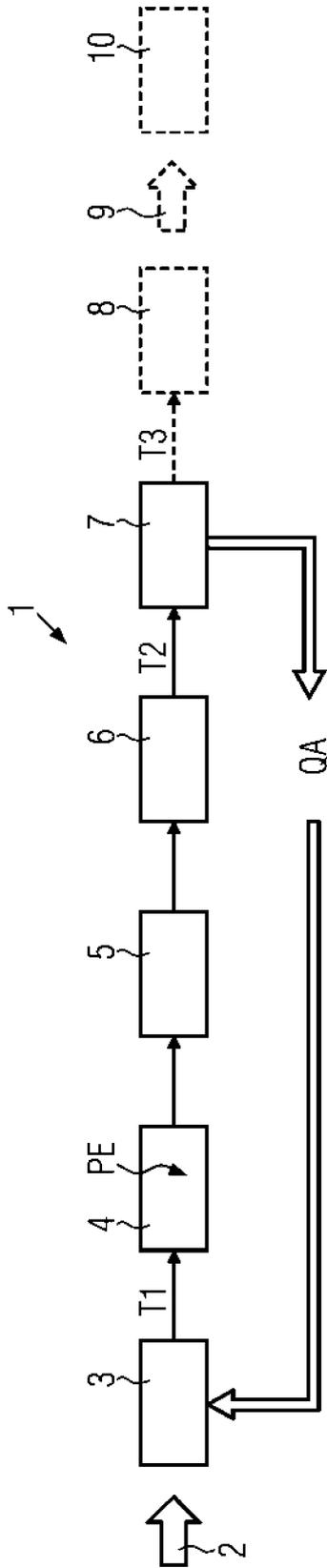


FIG. 1

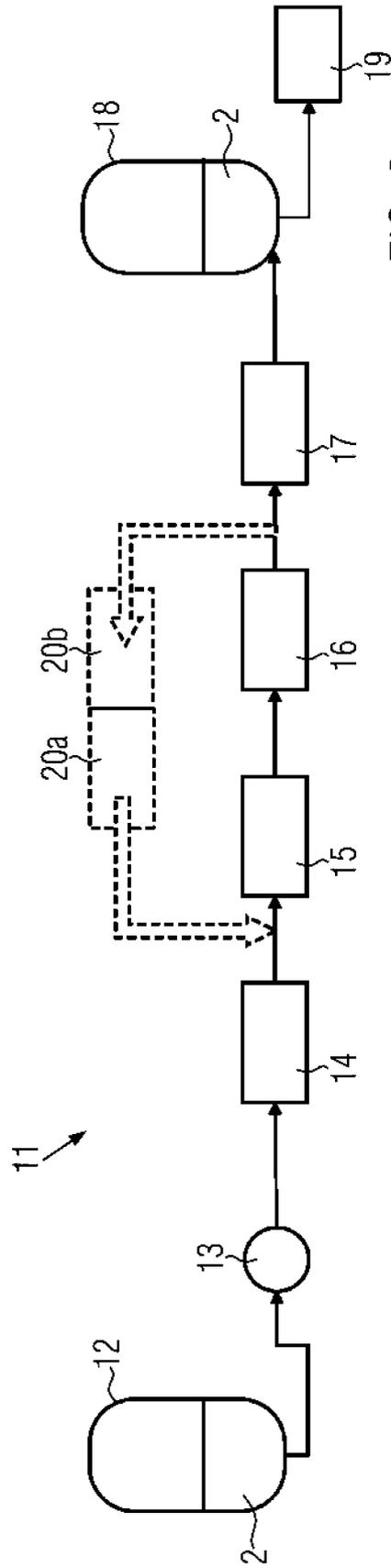


FIG. 2

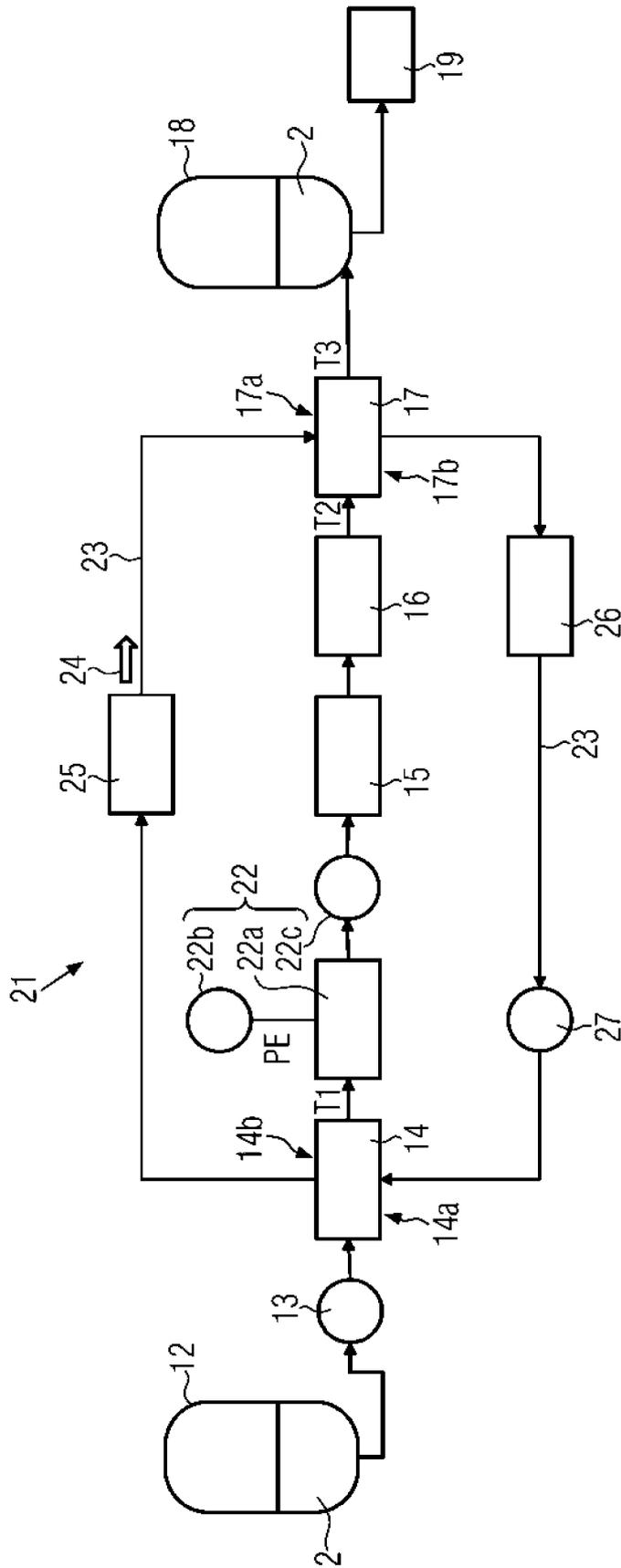


FIG. 3

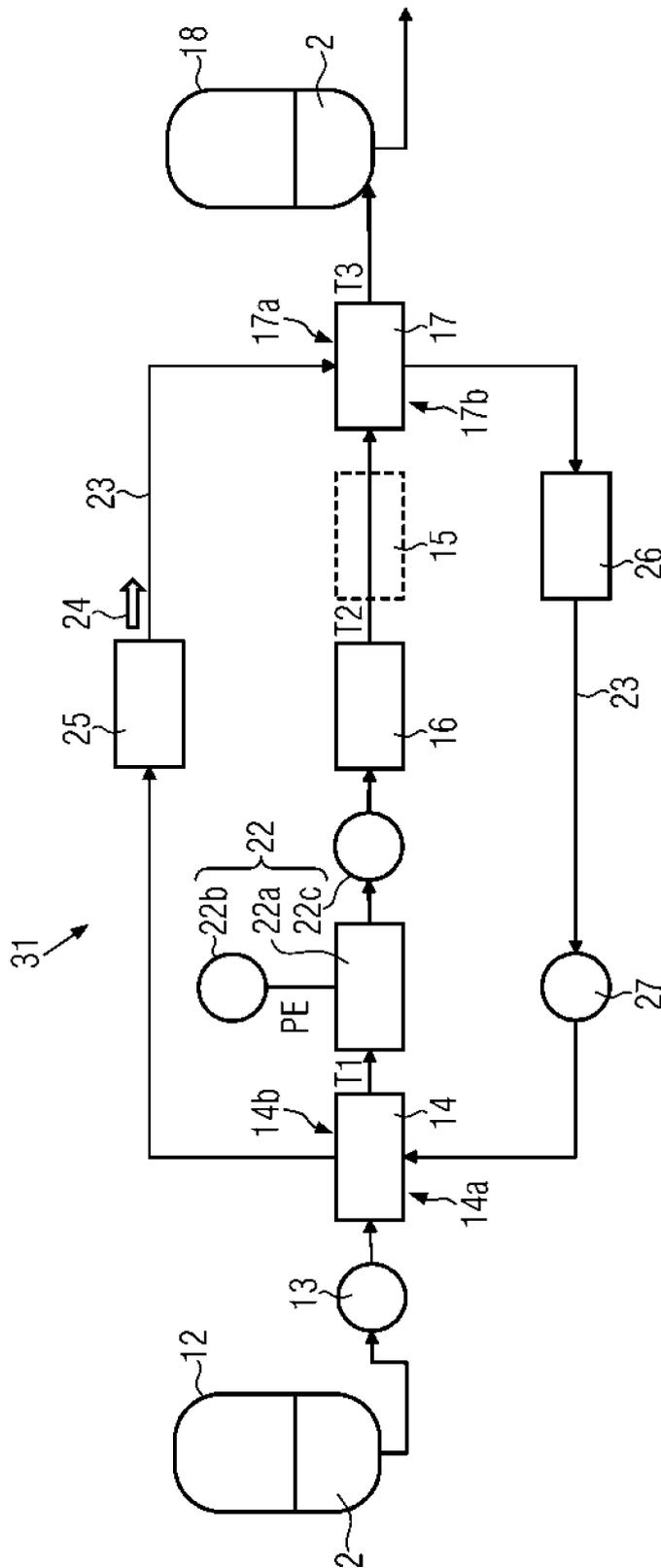


FIG. 4