

(22) Anmeldetag: **21.10.2020**

(71) Anmelder: **KRONES AG**
93073 Neutraubling (DE)

(72) Erfinder: **Schuhbeck, Thomas**
93073 Neutraubling (DE)

(74) Vertreter: **Nordmeyer, Philipp Werner**
df-mp Dörries Frank-Molnia & Pohlman
Patentanwälte Rechtsanwälte PartG mbB
Theatinerstraße 16
80333 München (DE)

Viskositätermittlungseinrichtung (8) und der Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9) kommunikativ gekoppelt und eingerichtet ist, um aus der durch die Viskositätermittlungseinrichtung (8) ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, die eine funktionale Beziehung zwischen der Viskosität und dem Abfülldruck ist, einen Soll-Abfülldruck zu bestimmen und die Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9) zur Angleichung des Abfülldrucks an den Soll-Abfülldruck zu steuern.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt, vorzugsweise einem Lebensmittel. Die Erfindung ist insbesondere auf das Abfüllen viskoser Füllprodukte gerichtet.

Stand der Technik

[0002] Viskose Füllprodukte in der Lebensmittelindustrie, wie beispielsweise Ketchup oder Mayonnaise, werden zumeist in Freistrah-Abfüllmaschinen in Rundläuferbauweise abgefüllt. Um sauber und mit hoher Genauigkeit abfüllen zu können, ist eine für das Füllprodukt spezifische optimale Fließleistung einzuhalten. Die Fließleistung kann empirisch durch Abfülltests oder direkt an der Abfüllmaschine mit dem jeweiligen Füllprodukt ermittelt werden. Die Fließleistung wird dabei durch einen Gasüberdruck im Produktvorhaltebehälter geregelt, wobei das Gas steril filtrierte Druckluft oder ein anderes Gas, zumeist Inertgas, sein kann. Je höher die Viskosität des Füllprodukts, desto größer muss der Gasüberdruck im Produktvorhaltebehälter sein, um die Soll-Fließleistung einzustellen, und umgekehrt.

[0003] Aus der Erfahrung sind verschiedene mehr oder weniger geeignete Fließleistungen für eine große Auswahl an Produkten bekannt. Ebenfalls sind in Laborversuchen Fließzeiten für unterschiedliche Produkte empirisch ermittelt worden und stehen als Richtwerte für die Auslegung neuer Abfüllmaschinen und Grundeinstellung für Abfüllprogramme bzw. -prozesse zur Verfügung.

[0004] Viskositätsmessungen können im Labor mit sogenannten Rheometern durchgeführt werden. Die Viskosität ist abhängig unter anderem von der Scherrate, mit der das Produkt beaufschlagt wird, und der Temperatur. Die Messungen finden somit normalerweise bei vorgegebenen Scherraten und Temperaturen statt. Die Messergebnisse haben jedoch nur wenig Bezug zur Praxis, also zu den in der laufenden Produktion vorherrschenden Bedingungen, beispielsweise bezüglich Temperatur und Temperaturschwankungen, Verhalten nicht-newtonscher Fluide (etwa Thixotropie) usw., so dass die im Labor ermittelten Werte für die Praxis oft wenig geeignet sind. So sind sie beispielsweise zur Erstellung einer Abfülldruckmatrix in Abhängigkeit einer ermittelten Produktviskosität zumindest unzureichend.

[0005] Je Produktionsprogramm in der Abfüllmaschine sind in der Regel vorgegebene Start-Abfülldrücke für die Füllproduktsorten hinterlegt, die sich jedoch auf eine konkrete Viskosität des Füllprodukts beziehen. Da die Viskosität der Füllprodukte temperaturabhängig und von Batch zu Batch stark schwanken kann, werden beim Anfahren oder sogar während der Produktion an der Abfüllmaschine zumeist ein oder mehrere Fülltests durchgeführt, um den nötigen Abfülldruck für die aktuell vorherr-

schen Viskositätsverhältnisse zu ermitteln und/oder entsprechend zu korrigieren.

[0006] Auch bei längeren Stopps der Abfüllmaschinen kann sich bei vielen Produkten mit thixotropen Fließeigenschaften, d.h. einer zeitabhängigen Viskosität, oder durch temperaturbedingte Viskositätsschwankungen der ideale Abfülldruck im Vergleich zum letzten, durch die Druckregelung eingestellten Abfülldruck verschieben. Der Neustart der Produktion wird daher in aller Regel nicht optimal verlaufen, und es werden einige Zeit und Abfüllungen vergehen, bis der Druck wieder auf die optimale Fließleistung eingeregelt ist. Dabei wird unter Umständen die Füllgenauigkeit beeinträchtigt, und es kann zu unter- aber auch überfüllten Behältern kommen, die aussortiert werden müssen, wodurch es zu einem Produktverlust kommt.

[0007] Die Durchführung von Fülltests zur Ermittlung des viskositätsabhängigen optimalen Start-Abfülldrucks nimmt Zeit in Anspruch, die von der reinen Produktionszeit abzuziehen ist. Die Fülltests senken den Wirkungsgrad der Anlage.

[0008] Es kommt hinzu, dass das Produkt in der Abfüllmaschine während der Zeit, in der die Fülltests durchgeführt werden, eine Temperaturänderung (Abkühlung oder Erwärmung) erfahren kann, so dass die aus den Fülltests ermittelten Werte bei Wiederanfahren der Produktion bereits überholt sein können oder nur kurzzeitig stimmen und somit temperaturbedingt nachkorrigiert werden müssen. Etwaige Korrekturen oder Überprüfungen derselben können wieder zeitaufwendige Fülltests nach sich ziehen.

[0009] Falls keine Fülltests zur Ermittlung des viskositätsabhängigen optimalen Abfülldrucks durchgeführt werden, etwa zum Zweck der Wirkungsgradsteigerung der Abfüllanlage, können bei einem zu niedrigen Abfülldruck eine Unterfüllung und bei einem zu hohen Abfülldruck eine Überfüllung der Behälter auftreten. Unter- und überfüllte Behälter müssen aussortiert werden, was zu einem Produktverlust führt. Außerdem kann es bei einer Überfüllung vorkommen, dass Füllprodukt aus den Behältern austritt. Dies kann zu einer Verschmutzung der Behälter sowie der Abfüllmaschine und etwaigen weiteren Komponenten der Abfülllinie führen. In diesem Fall muss die Anlage zwischengereinigt werden, was wiederum zu einem Zeitverlust, damit zur Verschlechterung des Wirkungsgrades und ferner zum Einsatz kostenintensiver Reinigungsmedien führt.

[0010] Da die Viskosität temperaturabhängig ist und von Batch zu Batch schwanken kann, führen ein starrer, unflexibler Abfülldruck und eine schwankende Viskosität zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Abfüllgenauigkeit.

[0011] Eine Änderung der Viskosität als Fehlerquelle oder Störung des Abfüllprozesses wurde in der DE 10 2013 100 702 A1 erkannt. Darin wird vorgeschlagen, die Viskosität des Mediums anhand der Füllkennlinie und des Druckverlaufs zu überwachen und zu überprüfen, ob die Viskosität innerhalb eines vorgegebenen Erwar-

tungsbereiches liegt. Eine Berücksichtigung der Viskosität ist auch aus anderen Abfüllprozessen bekannt, so etwa aus der WO 97/00224 A1.

Darstellung der Erfindung

[0012] Ausgehend von dem bekannten Stand der Technik liegt eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt, vorzugsweise einem Lebensmittel, bereitzustellen, insbesondere die Leistungsfähigkeit zu verbessern und/oder den Produktverlust zu reduzieren.

[0013] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren mit den Merkmalen des nebengeordneten Verfahrensanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen folgen aus den Unteransprüchen, der folgenden Darstellung der Erfindung sowie der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung, hierin auch als "Füllvorrichtung" bezeichnet, dient zum Befüllen von Behältern mit einem Füllprodukt. Die Füllvorrichtung ist insbesondere zum Abfüllen von Füllprodukten vergleichsweise hoher und/oder veränderlicher Viskosität geeignet. Die Füllvorrichtung kommt besonders bevorzugt in der Lebensmittelindustrie zur Anwendung, etwa zur Abfüllung von Saucen, beispielsweise Ketchup oder Mayonnaise, viskosen Getränke, wie etwa Fruchtsäften oder Smoothies, Sirup und dergleichen. Allerdings können auch viskose Produkte aus anderen industriellen Bereichen, wie etwa Farben, Lacke und dergleichen, mit der hierin dargelegten Füllvorrichtung abgefüllt werden.

[0015] Wenn Bezeichnungen wie "Behälter", "Füllorgan" und andere hierin im Singular verwendet werden, geschieht dies in erster Linie der sprachlichen Einfachheit halber. Der Plural ist mitumfasst, sofern dieser nicht ausdrücklich oder technisch ausgeschlossen ist.

[0016] Die Füllvorrichtung gemäß der Erfindung weist einen Produktpfad zum Transportieren und Einleiten des Füllprodukts in den Behälter auf. Als Produktpfad sei hierin der vom Füllprodukt durchströmte Pfad vom letzten Behandlungsschritt einer Produktzubereitung oder Produktaufbereitung bis zum Einleiten des Füllprodukts in den Behälter bezeichnet. Die Vorrichtung weist eine Viskositätsermittlungseinrichtung zur Ermittlung einer Viskosität des Füllprodukts im Produktpfad auf. Die Viskositätsermittlungseinrichtung kann auf unterschiedliche Weise realisiert sein, wie dies weiter unten in Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen dargelegt ist. Die Vorrichtung weist ferner eine Fülldruckeinstelleinrichtung zum Einstellen eines Abfülldrucks, unter dem das Füllprodukt in den Behälter eingeleitet wird, auf. Die Fließleistung des Füllprodukts ist abhängig von dessen Viskosität. Um eine optimale Fließleistung einzustellen und während der Produktion beizubehalten, steht daher eine Fülldruckeinstelleinrichtung zur Verfügung, die den Abfülldruck ändern kann. Die Füllvorrichtung weist ferner

eine Steuereinrichtung auf, die mit der Viskositätsermittlungseinrichtung und der Fülldruckeinstelleinrichtung kommunikativ gekoppelt ist. Die Kopplung kann drahtlos oder drahtgebunden sein und dient der Übermittlung von Daten, etwa Messdaten oder davon abgeleiteten Daten, Steuerbefehlen und dergleichen in einer oder in beide Richtungen.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung eingerichtet, um aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, die eine funktionale Beziehung zwischen der Viskosität und dem Abfülldruck ist, einen Soll-Abfülldruck zu bestimmen und die Fülldruckeinstelleinrichtung zur Angleichung des (tatsächlichen) Abfülldrucks an den Soll-Abfülldruck zu steuern. In anderen Worten, die Steuereinrichtung bestimmt einen geeigneten oder optimalen Abfülldruck aus der aktuell ermittelten Viskosität des Füllprodukts im Produktpfad, unter Anwendung einer vorgegebenen Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, und regelt diesen Abfülldruck ein.

[0018] Dies ermöglicht in mehrerer Hinsicht eine Steigerung des Wirkungsgrads der Füllvorrichtung. Zum einen können Fülltests bei Produktionsbeginn oder beim Wiederanfahren der Anlage nach einer Produktionsunterbrechung entfallen, da die Steuereinrichtung aus der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung sofort, noch bevor der erste Behälter befüllt wird einen geeigneten Abfülldruck bestimmt und einstellt. Zum anderen kann auf Fülltests nach starken bzw. abrupten Viskositätsänderungen des Füllprodukts, beispielsweise durch Temperaturschwankungen oder durch unterschiedliche Batch-Eigenschaften, verzichtet werden. Weiterhin können Fülltests bei Inbetriebnahme neuer, bisher unbekannter Füllprodukte aufgrund gesammelter Daten (Viskositäten, Dichten, usw.) entfallen, etwa durch einen Abgleich mit den aktuellen Füllproduktdaten und daraus in der Praxis resultierenden optimalen Abfülldrücken.

[0019] Ein so optimierter Abfülldruck trägt ferner zu einer Reduktion oder Vermeidung überfüllter und somit eventuell die Anlage verschmutzender Behälter bei, wodurch Maschinenstopps, Reinigungszeiten und Wiederanfahr-Situationen minimiert werden.

[0020] Auch Produktverluste lassen sich durch die hierin dargelegte Optimierung des Abfülldrucks minimieren. Die bei Fülltests benötigten Materialien - Füllprodukt, Behälter und dergleichen - müssen in der Regel aus hygienischen und qualitativen Gründen verworfen werden. Durch den Wegfall von Fülltests kann der Materialverlust somit minimiert werden. Ferner lassen sich die wegen Über- oder Unterfüllung aussortierten Behälter minimieren. Im Idealfall sind die abgefüllten Behälter ab der ersten Füllerrunde verkaufsfähig, wodurch die Leistungsfähigkeit des Füllers weiter verbessert wird.

[0021] Ein weiterer technischer Beitrag der Erfindung liegt in einer Verbesserung der Abfüllgenauigkeit durch stets optimale, über die viskositätsabhängige Abfülldruckregelung eingestellte Fließleistungen. Auf selbst

geringfügige Viskositätsschwankungen bei gleichzeitiger Beeinträchtigung der Abfüllgenauigkeit kann schnell, nahezu unmittelbar reagiert werden. Durch im Wesentlichen konstante Abfüllbedingungen ergibt sich eine Verringerung verschmutzter Behälter.

[0022] Vorzugsweise weist der Produktpfad einen Produktzulauf, einen damit in Fluidverbindung stehenden Produkttank und ein oder mehrere mit diesem in Fluidverbindung stehende Füllorgane auf, wobei der Produktzulauf eingerichtet ist, um das Füllprodukt in den Produkttank zu leiten, und die Füllorgane eingerichtet sind, um das im Produkttank befindliche Füllprodukt entsprechend in Behälter einzuleiten. Der Produkttank dient etwa als Zwischenpufferung für das Füllprodukt, um einen kontinuierlichen und zuverlässigen Füllbetrieb zu gewährleisten. Der Produkttank stellt das abzufüllende Füllprodukt den Füllorganen über entsprechende Produktleitungen bereit. Die Füllorgane sind vorzugsweise jeweils mit einem Füllventil ausgestattet, durch welche die zu befüllenden Behälter mit dem Füllprodukt befüllt werden. Das Füllprodukt wird hierbei vorzugsweise im Freistrahl in die entsprechenden Behälter eingeleitet.

[0023] Die Füllvorrichtung ist vorzugsweise in Rundläuferbauweise aufgebaut, wobei in diesem Fall die Füllorgane an einem Karussell installiert sind und der Produkttank als stationärer oder mitrotierender Zentralkessel ausgebildet sein kann.

[0024] Vorzugsweise weist der Produkttank einen mit Gas, vorzugsweise Sterilluft oder einem Inertgas, gefüllten Kopfraum oberhalb des Füllprodukts auf. In diesem Fall kann durch Verändern des Gasdrucks im Kopfraum des Produkttanks der Abfülldruck modifiziert werden. Zu diesem Zweck weist die Füllvorrichtung vorzugsweise einen mit der Steuereinrichtung kommunikativ gekoppelten Druckregler auf, der zur Regulierung des Gasdrucks im Kopfraum des Produkttanks eingerichtet ist. Ferner kann ein Druckaufnehmer vorgesehen sein, der kommunikativ mit der Steuereinrichtung gekoppelt und eingerichtet ist, um den Gasdruck im Kopfraum des Produkttanks zu messen und der Steuereinrichtung zu übermitteln, wodurch die Regelung des Abfülldrucks auf den Soll-Abfülldruck effizient durchführbar ist.

[0025] Der vorstehend dargelegte Produkttank ist Teil des Produktpfads und bildet gemeinsam mit dem Druckregler eine bevorzugte, maschinenbaulich einfache und zuverlässige Realisierung der Fülldruckeinstelleinrichtung, indem der Abfülldruck über den Gasdruck im Kopfraum reguliert wird. Es sei darauf hingewiesen, dass der Abfülldruck gegebenenfalls technisch auch auf andere Weise eingestellt und reguliert werden kann, beispielsweise über eine Pumpe, Vakuumeinrichtung oder dergleichen.

[0026] Vorzugsweise weist die Füllvorrichtung einen Füllstandsaufnehmer zur Ermittlung, etwa Detektion, des aktuellen Füllstands des Füllprodukts im Produkttank und/oder einen Temperaturaufnehmer zur Ermittlung, etwa Detektion, der Füllprodukttemperatur im Produkttank auf. Diese Daten können der Steuereinrichtung zur Wei-

terverarbeitung und Optimierung des Abfüllprozesses übermittelt werden.

[0027] Vorzugsweise weist die Viskositätsermittlungseinrichtung eine Durchflussmesseinrichtung und/oder ein Inline-Viskosimeter zur Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts im Produktzulauf und/oder ein Prozess-Viskosimeter zur Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts im Produkttank auf. Auf diese Weise kann die Viskosität des Füllprodukts auf maschinenbaulich einfache und zuverlässige Art und Weise ermittelt werden. Die Durchflussmesseinrichtung kann beispielsweise ein Coriolis-Durchflussmessgerät sein oder umfassen. Die Durchflussmesseinrichtung kann auch ein kombiniertes Messgerät sein, das neben dem Massendurchfluss im Produktzulauf zum Produkttank weitere Größen ermittelt oder detektiert, wie etwa die Temperatur, die spezifische Dichte und/oder Viskosität des Füllprodukts. Sofern entsprechend ausgestattet, kann die Durchflussmesseinrichtung direkte Daten über die Viskosität an die Steuereinrichtung senden. Alternativ können Daten äquivalenter physikalischer Größen oder Größen, aus denen die Viskosität ableitbar oder berechenbar ist, an die Steuereinrichtung übermittelt werden. So kann beispielsweise der Volumenstrom oder Massenstrom von der Durchflussmesseinrichtung detektiert und an die Steuereinrichtung gesendet werden, wobei die Steuereinrichtung daraus die Viskosität ableitet, beispielsweise unter Verwendung des Gesetzes von Hagen-Poiseuille.

[0028] Eine alternative Methode zur Ermittlung der Viskosität, die ohne eine Messung des Massen- oder Volumenstroms auskommt, nutzt den im Produktpfad auftretenden Druckabfall. Zu diesem Zweck weist die Viskositätsermittlungseinrichtung vorzugsweise zumindest zwei Druckaufnehmer auf, die eingerichtet sind, um an zumindest zwei unterschiedlichen Stellen im Produktpfad den während einer Durchströmung mit Füllprodukt auftretenden Druck zu detektieren, wobei die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um die Druckdifferenz zwischen den beiden Druckaufnehmern als Maß für die Viskosität des Füllprodukts heranzuziehen oder ein solches aus der Druckdifferenz zu berechnen.

[0029] Bei dieser Methode kann i) anstelle einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung eine Druckdifferenz-Abfülldruck-Beziehung in der Steuereinrichtung hinterlegt sein, so dass auf eine explizite Ermittlung, d.h. Berechnung oder Detektion, der Viskosität verzichtet werden kann. Alternativ kann ii) eine Druckdifferenz-Viskositäts-Beziehung hinterlegt sein, mit der in einem Zwischenschritt zunächst eine zur Druckdifferenz zugehörige Viskosität ermittelt wird, die dann in einem zweiten Schritt zur Bestimmung des Abfülldrucks herangezogen wird. Beide Herangehensweisen und zugehörigen technischen Einrichtungen fallen hierin unter die Bezeichnungen "Viskositätsermittlung", "Viskositätsermittlungseinrichtung" und dergleichen. Zwar wird im ersten Fall i) auf eine explizite Ermittlung der Viskosität in einer physikalischen Einheit der Viskosität verzichtet; da die Druckdifferenz zwischen den Druckaufnehmern jedoch

proportional zur Viskosität ist, kann die Druckdifferenz als physikalisches Maß für die Viskosität angesehen und verwendet werden. Aus diesem Grund fällt die genannte Druckdifferenz-Abfülldruck-Beziehung hierin auch unter die Bezeichnung "Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung".

[0030] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung eingerichtet, um den Soll-Abfülldruck zu Beginn einer Produktion und/oder nach einer Unterbrechung der Produktion und/oder im Fall einer einen Schwellwert übersteigenden Viskositätsänderung aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung zu ermitteln. Solche besonderen Phasen des Abfüllprozesses - Beginn einer Produktion, Unterbrechung der Produktion, starke bzw. abrupte Viskositätsänderungen usw. - seien sprachlich von einem regulären Betrieb, in dem die Füllvorrichtung ohne oder nur mit geringen Schwankungen der Viskosität produziert, unterschieden.

[0031] Die hierin dargelegte Regelung des Abfülldrucks aus der Viskosität ist insbesondere für die genannten irregulären Phasen, in denen beispielsweise ein alternatives Regelverfahren die Fließleistung nicht oder nur schwer in einem vorgegebenen Fenster halten kann, geeignet.

[0032] Im regulären Betrieb der Füllvorrichtung kann die Regelung ebenfalls über die Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung erfolgen; es kann aber auch eine alternative Regelung durchgeführt werden, beispielsweise durch Abgleich einer gemessenen oder anderweitig ermittelten aktuellen Fließleistung mit einer Soll-Fließleistung. Da ein unflexibles Beibehalten eines voreingestellten Abfülldrucks dazu führen kann, dass bei Viskositätsänderungen die Fließleistung ungewollt schwankt, kann der Abfülldruck während der laufenden Produktion angepasst werden, so dass die tatsächliche Fließleistung in einem zulässigen Bereich der Soll-Fließleistung gehalten wird.

[0033] Vorzugsweise wird die Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung empirisch oder experimentell ermittelt. Sie ist beispielsweise eine produktspezifische, empirisch ermittelte Funktion, die einen optimalen oder zumindest geeigneten Abfülldruck in Abhängigkeit der Viskosität angibt. So kann in der Steuereinrichtung eine Produktdatenbank mit empirisch ermittelten Viskositäts-Abfülldruck-Beziehungen hinterlegt sein, oder die Steuereinrichtung kann auf eine solche zugreifen. Der funktionale Zusammenhang zwischen Viskosität und Abfülldruck kann auf beliebige Weise hinterlegt bzw. darstellbar sein. Eine tabellarische Repräsentation ist beispielsweise ebenso möglich, wie ein analytischer Ausdruck, sofern bekannt. Neben einer experimentellen bzw. empirischen Ermittlung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung kann diese beispielsweise auch aus Modellrechnungen oder Simulationen gewonnen werden, sofern die so ermittelten Daten für die Praxis tauglich sind.

[0034] Die oben genannte Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt, vorzugsweise einem Lebensmittel, gelöst. Das Verfahren umfasst: Transportieren des Füllprodukts

entlang eines Produktpfads und Einleiten des Füllprodukts in den Behälter; Ermitteln einer Viskosität des Füllprodukts im Produktpfad mittels einer Viskositätsermittlungseinrichtung; Bestimmen eines Soll-Fülldrucks aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, die eine funktionale Beziehung zwischen der Viskosität und dem Abfülldruck ist; und Regeln bzw. Einstellen des Abfülldrucks, unter dem das Füllprodukt in den Behälter eingeleitet wird, durch Steuern einer Fülldruckeinstelleinrichtung, so dass sich der Abfülldruck an den Soll-Abfülldruck angleicht.

[0035] Die Merkmale, technischen Wirkungen, Vorteile sowie Ausführungsbeispiele, die in Bezug auf die Vorrichtung beschrieben wurden, gelten analog für das Verfahren.

[0036] So weist der Produktpfad vorzugsweise einen Produktzulauf, einen damit in Fluidverbindung stehenden Produkttank und ein oder mehrere mit diesem in Fluidverbindung stehende Füllorgane auf, wobei das Füllprodukt über den Produktzulauf in den Produkttank, vom Produkttank an die Füllorgane transportiert bzw. geleitet wird und die Füllorgane das Füllprodukt entsprechend in Behälter einleiten. Der Produkttank weist aus den oben genannten Gründen vorzugsweise einen mit Gas, vorzugsweise Sterilluft oder einem Inertgas, gefüllten Kopfraum oberhalb des Füllprodukts auf, wobei der Gasdruck im Kopfraum in diesem Fall über einen Druckregler reguliert wird, wodurch der Abfülldruck eingestellt wird, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Messwerten eines Druckaufnehmers, der den Gasdruck im Kopfraum des Produkttanks misst.

[0037] Vorzugsweise weist die Viskositätsermittlungseinrichtung aus den oben genannten Gründen eine Durchflussmesseinrichtung und/oder ein Inline-Viskosimeter auf, welche die Viskosität des Füllprodukts im Produktzulauf ermitteln, d.h. direkt messen oder aus anderen physikalischen Größen ableiten. Alternativ oder zusätzlich weist die Viskositätsermittlungseinrichtung ein Prozess-Viskosimeter auf, das die Viskosität des Füllprodukts im Produkttank ermittelt.

[0038] Vorzugsweise weist die Viskositätsermittlungseinrichtung aus den oben genannten Gründen zumindest zwei Druckaufnehmer auf, die an zumindest zwei unterschiedlichen Stellen im Produktpfad den während einer Durchströmung mit Füllprodukt auftretenden Druck detektieren, wobei die Druckdifferenz zwischen den beiden Druckaufnehmern als Maß für die Viskosität des Füllprodukts herangezogen oder ein solches aus der Druckdifferenz berechnet wird.

[0039] Vorzugsweise wird aus den oben genannten Gründen der Soll-Abfülldruck zu Beginn einer Produktion und/oder nach einer Unterbrechung der Produktion und/oder im Fall einer einen Schwellwert übersteigenden Viskositätsänderung aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung ermittelt.

[0040] Vorzugsweise wird aus den oben genannten Gründen in einem regulären Füllbetrieb der Abfülldruck durch eine alternative Regelung ohne Berücksichtigung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung geregelt, vorzugsweise durch Vergleich der tatsächlichen Fließleistung mit einer Soll-Fließleistung.

[0041] Vorzugsweise wird aus den oben genannten Gründen die Viskosität des Füllprodukts im regulären Füllbetrieb durch die Viskositätsermittlungseinrichtung ermittelt - dies kann kontinuierlich oder in gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Zeitabständen erfolgen -, wobei korrigierend in die genannte alternative Regelung eingegriffen wird, beispielsweise bei starken oder abrupten Viskositätsänderungen.

[0042] Vorzugsweise wird aus den oben genannten Gründen die Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung empirisch oder experimentell ermittelt. So kann etwa eine produktspezifische Funktion ermittelt und/oder eine Datenbank erstellt werden, die einen geeigneten oder optimalen Abfülldruck in Abhängigkeit der Viskosität angeben.

[0043] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ersichtlich. Die darin beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben dargelegten Merkmale umgesetzt werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele erfolgt dabei mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0044] Bevorzugte weitere Ausführungsformen der Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1 eine schematische Füllvorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt;
- Figur 2 eine schematische Füllvorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- Figur 3 eine schematische Füllvorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- Figur 4 eine schematische Füllvorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- Figur 5a ein Diagramm, das die Viskosität als Funktion des Abfülldrucks zeigt; und
- Figur 5b eine Sequenz von Diagrammen zur Bestim-

mung des Abfülldrucks.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0045] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei werden gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente in den unterschiedlichen Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen, und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

[0046] Eine Vorrichtung 10 zum Befüllen von Behältern, hierin auch als "Füllvorrichtung" bezeichnet, gemäß einer Ausführungsform ist schematisch in der Figur 1 gezeigt. Die Füllvorrichtung 10 ist insbesondere zum Abfüllen von Füllprodukten veränderlicher Viskosität geeignet. Die zu befüllenden Behälter sind in den Figuren nicht gezeigt.

[0047] Die Füllvorrichtung 10 weist einen Produkttank 1 und mehrere damit in Fluidverbindung stehende Füllorgane 2 auf. Die Füllvorrichtung 10 ist vorzugsweise in Rundläuferbauweise aufgebaut, wobei in diesem Fall die Füllorgane 2 an einem Karussell installiert sind und der Produkttank 1 als stationärer oder mitrotierender Zentralkessel ausgebildet sein kann.

[0048] Der Produkttank 1 stellt das abzufüllende Füllprodukt den Füllorganen 2 über entsprechende Produktleitungen bereit. Die Füllorgane 2 sind jeweils mit einem Füllventil ausgestattet, durch welche die zu befüllenden Behälter mit dem Füllprodukt befüllt werden, vorzugsweise in einem Freistrahprozess. Die zu befüllenden Behälter werden zu diesem Zweck in Behälteraufnahmen, in den Figuren nicht gezeigt, aufgenommen und mit den Behältermündungen entsprechend unterhalb der Füllventile der Füllorgane 2 platziert, so dass das Produkt im Freistrah in die Behälter eingeleitet werden kann. Alternativ können die Behältermündungen gegen entsprechende Auslauföffnungen der Füllorgane 2 gedrückt werden, so dass ein flüssigkeits- und/oder gasdichter Kontakt dazwischen hergestellt wird.

[0049] Über einen Produktzulauf 7 wird der Produkttank 1 mit dem in die zu befüllenden Behälter einzufüllenden Füllprodukt versorgt. Der Produktzulauf bezeichnet hierin einen vom Füllprodukt durchströmten Pfad zum Produkttank 1, umfassend alle vom fertigen, abfüllbaren Füllprodukt berührten Bereiche, d.h. vom letzten Behandlungsschritt der Produktaufbereitung, bis zum Einlauf in den Produkttank 1. Der vom Füllprodukt durchströmte Pfad vom letzten Behandlungsschritt der Produktaufbereitung bis zum Auslauf des entsprechenden Füllorgans 2 ist hierin auch als "Produktpfad" bezeichnet.

[0050] Bei dem Füllprodukt handelt es sich vorzugsweise um ein viskoses Fluid aus dem Lebensmittelbereich, wie etwa Saucen, dickflüssige Getränke, Sirup und dergleichen. Insbesondere Würzsoßen, beispielsweise Ketchup oder Mayonnaise, kommen in Betracht. Allerdings können auch viskose Produkte aus anderen indus-

triellen Bereichen, wie etwa Farben, Lacke und dergleichen, mit der hierin dargelegten Füllvorrichtung 10 abgefüllt werden.

[0051] Der Produkttank 1 weist einen Kopfraum 1a oberhalb des Füllprodukts auf, in dem sich eine Gasatmosphäre befindet, deren Druck und/oder Zusammensetzung sich im Verlauf des regulären Betriebs der Füllvorrichtung 10, d.h. während des Abfüllprozesses, ändern kann. Vorzugsweise befindet sich im Kopfraum 1a Sterilluft oder ein Inertgas.

[0052] Zur Regulierung der Gasatmosphäre im Kopfraum 1a des Produkttanks 1 sind eine Gaszuleitung, eine Gasableitung und ein damit gekoppelter Druckregler 9 vorgesehen, der eingerichtet ist, um den Gasdruck im Kopfraum 1a zu regulieren. Über einen Druckaufnehmer 3 kann der Gasdruck im Kopfraum 1a des Produkttanks 1, somit gleichermaßen der Abfülldruck, d.h. jener Druck, unter dem das Füllprodukt den Füllorganen 2 zugeleitet und abgefüllt wird, gemessen werden.

[0053] Vorzugsweise weist die Füllvorrichtung 10 ferner einen Füllstandsaufnehmer 4 zur Ermittlung, etwa Detektion, des aktuellen Füllstands des Füllprodukts im Produkttank 1 und/oder einen

[0054] Temperaturaufnehmer 5 zur Ermittlung, etwa Detektion, der Füllprodukttemperatur im Produkttank 1 auf.

[0055] Der vorstehend dargelegte Produkttank 1 ist Teil des Produktpfads und realisiert eine Fülldruckeinstelleinrichtung, indem der Abfülldruck über den Gasdruck im Kopfraum 1a reguliert wird. Es sei darauf hingewiesen, dass der Abfülldruck gegebenenfalls technisch auch auf andere Weise eingestellt bzw. reguliert werden kann, beispielsweise über eine Pumpe, Vakuumeinrichtung oder dergleichen. Der Produkttank 1 gemeinsam mit dem Druckregler 9 ist somit zwar eine bevorzugte technische Realisierung der Fülldruckeinstelleinrichtung, jedoch nicht unbedingt die einzig mögliche.

[0056] Die Füllvorrichtung 10 weist gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 eine Durchflussmesseinrichtung 8a am Produktzulauf 7 auf, die eingerichtet ist, um den Massendurchfluss oder Volumenstrom im Produktzulauf 7 detektiert. Die Durchflussmesseinrichtung 8a kann beispielsweise ein Coriolis-Durchflussmessgerät sein oder umfassen. Die Durchflussmesseinrichtung 8a kann ein kombiniertes Messgerät sein, das neben dem Massendurchfluss oder Volumenstrom im Produktzulauf 7 weitere Größen ermittelt oder detektiert, wie etwa die Temperatur, die spezifische Dichte und/oder direkt die Viskosität des Füllprodukts.

[0057] Die verschiedenen Aufnehmer, Sensoren, Aktuatoren, elektronischen Einrichtungen und dergleichen kommunizieren mit einer Steuereinrichtung 6. Dies kann drahtlos oder drahtgebunden erfolgen.

[0058] So ist die Durchflussmesseinrichtung 8a eingerichtet, um die Messdaten an die Steuereinrichtung 6 zu übermitteln. Sofern entsprechend ausgestattet, kann die Durchflussmesseinrichtung 8a direkte Daten über die Viskosität an die Steuereinrichtung 6 senden. Alternativ

können Daten äquivalenter physikalischer Größen oder Größen, aus denen die Viskosität abgeleitet oder berechnet werden kann, an die Steuereinrichtung 6 übermittelt werden. So ist es möglich, dass der Volumenstrom oder der Massendurchfluss von der Durchflussmesseinrichtung 8a detektiert wird und entsprechende Daten an die Steuereinrichtung 6 gesendet werden, wobei die Steuereinrichtung 6 daraus die Viskosität ableitet, beispielsweise unter Verwendung des Gesetzes von Hagen-Poiseuille.

[0059] Die Durchflussmesseinrichtung 8a, sofern sie zur Detektion oder anderweitigen Ermittlung der Viskosität eingerichtet ist, oder andernfalls die Kombination aus der Durchflussmesseinrichtung 8a und der Steuereinrichtung 6 werden hierin als "Viskositätsermittlungseinrichtung" 8 bezeichnet. Dies gilt auf analoge Weise für die weiter unten dargelegten Ausführungsvarianten.

[0060] Die so erfasste Viskosität wird von der Steuereinrichtung 6 als Grundlage zur Ermittlung des Abfülldrucks herangezogen. Dies erfolgt anhand einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, vorzugsweise einer empirisch ermittelten Produktdatenbank und daraus hergeleiteten produktspezifischen Funktion(en) des notwendigen, geeigneten oder optimalen Abfülldrucks in Abhängigkeit von der Viskosität.

[0061] Eine solche funktionale Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung ist in der Figur 5a gezeigt. Auf der x-Achse ist hierbei der Abfülldruck aufgetragen, und auf der y-Achse ist die Viskosität aufgetragen. Ausgehend von einer ermittelten Viskosität im Produktzulauf 7 kann daraus der gewünschte Abfülldruck abgelesen werden, wie es durch gestrichelte Pfeile in der Figur 5a dargestellt ist, um schließlich die erforderliche Soll-Fließleistung zu erzielen.

[0062] Selbstverständlich kann der funktionale Zusammenhang zwischen Viskosität und Abfülldruck auch auf andere Weise gewonnen und ausgedrückt werden. Eine tabellarische Repräsentation ist beispielsweise ebenso möglich, wie ein analytischer Ausdruck, sofern bekannt. Die funktionale Abhängigkeit kann empirisch, experimentell oder beispielsweise auch aus einer Modellrechnung oder Simulation ermittelt werden.

[0063] Der so gewonnene Abfülldruck wird durch den Druckregler 9 im Produkttank 1 eingestellt. Zu diesem Zweck wird der Gasdruck im Kopfraum 1a des Produkttanks 1 gemessen und an die Steuereinrichtung 6 übermittelt. Die Steuereinrichtung 6 kann nun mittels eines geeigneten Steueralgorithmus den Gasdruck im Kopfraum 1a an den zuvor ermittelten Startdruck annähern und einstellen. Eine solche auf der Viskosität-Abfülldruck-Beziehung beruhende Steuerung erfolgt vorzugsweise für den Start-Abfülldruck bei einem Start, Neustart oder nach einer Unterbrechung der Produktion

[0064] Nach dem Start des Abfüllvorgangs werden somit beispielsweise einmalig, mehrmalig, kontinuierlich oder in bestimmten, gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Zeitabständen die mittels der Durchflussmesseinrichtung 8 ermittelten Viskositäten in der Steuereinrichtung

tung 6 genutzt, um anhand der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung Regelungen oder Korrekturen des Abfülldrucks zu bestimmen und an den Druckregler 9 weiterzugeben, so dass optimale Produktionsbedingungen beibehalten werden.

[0065] Alternativ oder zusätzlich kann die Fließleistung des Füllprodukts durch die Füllorgane 2 etwa durch die Steuereinrichtung 6 ermittelt und mit einer in der Steuereinrichtung 6 hinterlegten Soll-Fließleistung verglichen werden. Wenn die Soll-Fließleistung mit der aktuellen Durchschnittsfließleistung übereinstimmt, kann der Abfülldruck beibehalten werden; wenn die Soll-Fließleistung über vorgegebene Grenzen hinaus abweicht, kann der Abfülldruck nachgeregelt werden: Fließleistung zu hoch -> Abfülldruck wird verringert, und umgekehrt.

[0066] Vorzugsweise wird die Druckregelung anhand einer Viskosität-Abfülldruck-Beziehung mittels der Durchflussmesseinrichtung 8 nur zum Start der Produktion, bei längeren Unterbrechungen und/oder bei stark wechselnden Viskositäten durchgeführt, bis die gewünschte Fließleistung erreicht ist. Anschließend wird in diesem Fall der Abfülldruck durch die vorgegebene Fließleistung weitergeregelt. Allerdings kann die Druckregelung anhand einer Viskosität-Abfülldruck-Beziehung mittels der Durchflussmesseinrichtung 8 auch über den gesamten Betrieb, umfassend reguläre und irreguläre Bedingungen, durchgeführt werden.

[0067] Die Figur 2 zeigt eine Füllvorrichtung 10 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, das sich von dem der Figur 1 darin unterscheidet, dass statt einer Durchflussmesseinrichtung 8a ein Inline-Viskosimeter 8b im Produktzulauf 7 installiert ist. Das Inline-Viskosimeter 8b detektiert die Viskosität des Füllprodukts im Produktzulauf 7 zum Produkttank 1 und übermittelt die detektierten Viskositätsdaten an die Steuereinrichtung 6, welche eine Steuerung des Abfülldrucks anhand einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung durchführt, wie in Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Figur 1 beschrieben.

[0068] Die Figur 3 zeigt eine Füllvorrichtung 10 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, das sich von dem der Figur 1 darin unterscheidet, dass statt einer Durchflussmesseinrichtung 8a ein Prozess-Viskosimeter 8c im Prozesstank 1 installiert ist. Während ein Inline-Viskosimeter 8b im Produktzulauf 7, d.h. in einer Transportleitung, installiert ist, ist das Prozess-Viskosimeter 8c eingerichtet, um die Viskosität des Füllprodukts im Prozesstank 1 zu detektieren. Die Steuerung des Abfülldrucks, insbesondere des Start-Abfülldrucks und/oder etwaiger Korrekturen während des Abfüllprozesses oder nach Unterbrechungen, erfolgt wie in Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Figur 1 beschrieben.

[0069] Die Figur 4 zeigt eine Füllvorrichtung 10 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, bei dem der viskositätsabhängige Druckabfall in durchströmten Systemen zur Ermittlung und Steuerung des Abfülldrucks verwendet wird. Zu diesem Zweck sind im Produktzulauf 7 zwei Druckaufnehmer 8d und 8e installiert, die an zwei unterschiedlichen Stellen im Produktzulauf 7 den während der

Durchströmung dort auftretenden Druck messen. Die dabei ermittelte Druckdifferenz zwischen den Druckaufnehmern 8d und 8e ist unter der Annahme einer laminaren Durchströmung des Produktzulaufs 7 direkt proportional zur Produktviskosität. Die Annahme ist in der Regel bei vergleichsweise hochviskosen Produkten und den hier auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten berechtigt.

[0070] Die Druckdifferenz und die Viskosität stehen nach Darcy-Weisbach in folgender strömungsmechanischer Beziehung:

$$\Delta p_{1/2} = \rho v^2 \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta_i \right) \quad (1)$$

[0071] Hierbei bezeichnen $\Delta p_{1/2}$ den Druckverlust zwischen den beiden Druckaufnehmern 8d und 8e, ρ die Dichte des Füllprodukts, v die mittlere Strömungsgeschwindigkeit, λ die Rohrreibungszahl, l die Länge der Rohrleitung, d.h. den Abstand zwischen den beiden Druckaufnehmern 8d und 8e, d den Innendurchmesser der Rohrleitung und ζ_i Druckverlustbeiwerte.

[0072] Für die laminare, voll ausgebildete Strömung im kreisrunden Rohr gilt nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille:

$$\lambda = 64/Re \quad (2)$$

[0073] Hierbei bezeichnet Re die Reynolds-Zahl:

$$Re = \frac{\lambda v d}{\eta} \quad (3)$$

[0074] Diese ist abhängig von der dynamischen Viskosität η . Daraus folgt:

$$\rightarrow \Delta p_{\frac{1}{2}} = \frac{32\eta}{d} + \frac{\rho v^2}{2} \sum \zeta_i$$

$$\rightarrow \Delta p_{1/2} \sim \eta, \rho$$

[0075] Bei konstanter Durchströmungsgeschwindigkeit v des Systems und bei einem konstanten Durchströmungsdurchmesser d und Widerstandsbeiwerten ζ_i ist die Produktviskosität demnach proportional zum Druckabfall bzw. zur Druckdifferenz $\Delta p_{1/2}$ zwischen den beiden Druckaufnehmern 8d und 8e. Zwar haben Dichteänderungen ebenfalls einen Einfluss auf den Druckverlust, doch können diese in der Regel vernachlässigt werden.

[0076] So kann mit den in der Figur 5b dargestellten Beziehungen der Abfülldruck über den Druckverlust dargestellt und aufgefunden werden, beispielsweise als Start-Abfülldruck sowie für etwaige Korrekturen, wie in

Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Figur 1 dargelegt.

[0077] Es kann hierbei i) anstelle einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung eine Druckdifferenz-Abfülldruck-Beziehung in der Steuereinrichtung 6 hinterlegt sein, so dass auf eine explizite Ermittlung, d.h. Berechnung oder Detektion, der Viskosität verzichtet werden kann. Alternativ kann ii) eine Druckdifferenz-Viskositäts-Beziehung hinterlegt sein, mit der in einem Zwischenschritt zunächst eine zur Druckdifferenz zugehörige Viskosität ermittelt wird, die dann in einem zweiten Schritt zur Bestimmung des Abfülldrucks herangezogen wird, wie in Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Figur 1 erläutert.

[0078] Beide Herangehensweisen und zugehörigen technischen Einrichtungen fallen hierin unter die Bezeichnungen "Viskositätsermittlung", "Viskositätsermittlungseinrichtung" und dergleichen. Zwar wird im ersten Fall i) auf eine explizite Ermittlung der Viskosität in einer physikalischen Einheit der Viskosität verzichtet; da die Druckdifferenz zwischen den Druckaufnehmern 8d und 8e jedoch proportional zur Viskosität ist, kann die Druckdifferenz als physikalisches Maß für die Viskosität angesehen und verwendet werden. Aus diesem Grund fällt die in der Figur 5b gezeigte Druckdifferenz-Abfülldruck-Beziehung auch unter die Bezeichnung "Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung".

[0079] Es sei darauf hingewiesen, dass selbstverständlich Kombinationen der in den Figuren 1 bis 4 gezeigten Ausführungsbeispiele möglich sind. Durch Anwendung mehrerer Techniken zur Viskositätsermittlung kann beispielsweise die Genauigkeit der Bestimmung des Abfülldrucks verbessert oder die Ausfallwahrscheinlichkeit verringert werden.

[0080] Nachfolgend werden beispielhafte Verfahren zur Bestimmung des Start-Abfülldrucks bei Produktionsbeginn oder Produktionswiederaufnahme nach längerem Produktionsstopp sowie zur viskositätsabhängigen Regelung des Abfülldrucks während der Produktion dargelegt:

Ermittlung eines Start-Abfülldrucks bei Produktionsbeginn oder Produktionswiederaufnahme nach einem Produktionsstopp oder einer Produktionsunterbrechung:

1. Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts während des Anfüllens des Produkttanks 1 der Füllvorrichtung 10, beispielsweise im Produktzulauf 7 oder im Produkttank 1, über dazu geeignete Messgeräte, beispielsweise mittels einer Durchflussmessenrichtung 8a mit der Möglichkeit der Viskositätsmessung, eines Inline- oder Prozess-Viskosimeters 8b, 8c oder mittels zumindest zweier Druckaufnehmer 8d, 8e zur Ermittlung des Druckabfalls im durchströmten Produktzulauf 7;

2. Weitergabe der Viskositätsdaten, umfassend einen etwaig detektierten Druckabfall, an die Steuereinrichtung 6;

3. Ermittlung des viskositätsabhängigen Start-Abfülldrucks aus einer in der Steuereinrichtung 6 hinterlegten Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung;

4. Einstellen des Start-Abfülldrucks an der Füllvorrichtung 10, d.h. des Gasdrucks im Kopfraum 1a des Produkttanks 1, beim Anlauf oder nach einer Unterbrechung der Produktion mittels des Druckreglers 9 und des Druckaufnehmers 3;

5. Gegebenenfalls Übernahme der Druckregelung durch ein System, das die aktuelle Fließleistung mit einer Soll-Fließleistung abgleicht und den Gasdruck im Kopfraum 1a entsprechend weiterregelt;

6. Gegebenenfalls bei festgestellter Viskositätsänderung, Einstellen eines neuen Abfülldrucks im Kopfraum 1a, wenn ein unter Schritt 5 beschriebenes System zur Druckregelung nicht innerhalb einer parametrierbaren Zeit einen neuen Abfülldruck einregeln kann.

[0081] Viskositätsabhängige Regelung des Abfülldrucks während der regulären Produktion:

1. Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts, beispielsweise im Produktzulauf 7 oder im Produkttank 1, über dazu geeignete Messgeräte, beispielsweise mittels einer Durchflussmessenrichtung 8a mit der Möglichkeit der Viskositätsmessung, eines Inline- oder Prozess-Viskosimeters 8b, 8c oder mittels zumindest zweier Druckaufnehmer 8d, 8e zur Ermittlung des Druckabfalls im durchströmten Produktzulauf 7;

2. Weitergabe der Viskositätsdaten, umfassend einen etwaigen Druckabfall, an die Steuereinrichtung 6;

3. Ermittlung des viskositätsabhängigen Abfülldrucks, beispielsweise aus einer in der Steuereinrichtung 6 hinterlegten Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung;

4. Einstellen des Abfülldrucks an der Füllvorrichtung 10, d.h. des Gasdrucks im Kopfraum 1a des Produkttanks 1, mittels des Druckreglers 9 und des Druckaufnehmers 3;

5. Wiederholung der Schritte 1 bis 4 bis Produktionsende;

[0082] Je nach Umsetzung der Steuersoftware und/oder Steuerhardware der Steuereinrichtung 6 sind Abweichungen und/oder Ergänzungen der vorstehend dargelegten Prozesse möglich.

[0083] Die Steuerung des Abfülldrucks durch die im Produktpfad ermittelte Viskosität des Füllprodukts er-

möglichst eine Steigerung des Wirkungsgrads der Füllvorrichtung 1. Dies wird zum einen durch einen Wegfall von Fülltests bei Produktionsbeginn oder beim Wiederaufahren nach einer Produktionsunterbrechung erzielt. Zum anderen kann auf Fülltests nach starken bzw. abrupten Viskositätsänderungen des Füllprodukts, beispielsweise durch Temperaturschwankungen oder durch unterschiedliche Batch-Eigenschaften, verzichtet werden. Weiterhin können Fülltests bei Inbetriebnahme neuer, bisher unbekannter Füllprodukte aufgrund gesammelter Daten (Viskositäten, Dichten, usw.) entfallen, etwa durch einen Abgleich mit den aktuellen Füllprodukt-daten und daraus in der Praxis resultierenden optimalen Abfülldrücken.

[0084] Ein so optimierter Abfülldruck trägt ferner zu einer Reduktion oder Vermeidung überfüllter und somit eventuell die Anlage verschmutzender Behälter bei, wodurch Maschinenstopps, Reinigungszeiten und Wiederaufahrt-Situationen minimiert werden.

[0085] Produktverluste lassen sich durch die hierin dargelegte Optimierung des Abfülldrucks minimieren. Die bei Fülltests benötigten Materialien - Füllprodukt, Behälter und dergleichen - müssen in der Regel aus hygienischen und qualitativen Gründen verworfen werden. Durch den Wegfall von Fülltests kann der Materialverlust somit minimiert werden. Ferner lassen sich die wegen Über- oder Unterfüllung aussortierten Behälter minimieren. Im Idealfall sind die abgefüllten Behälter ab der ersten Füllerrunde verkaufsfähig, wodurch die Leistungsfähigkeit des Füllers optimiert wird.

[0086] Ein weiterer technischer Beitrag besteht in einer Verbesserung der Abfüllgenauigkeit durch stets optimale, über die viskositätsabhängige Abfülldruckregelung eingestellte Fließleistungen. Auf selbst geringfügige Viskositätsschwankungen bei gleichzeitiger Beeinträchtigung der Abfüllgenauigkeit kann schnell, nahezu unmittelbar reagiert werden. Durch nahezu konstante Abfüllbedingungen ergibt sich eine Verringerung verschmutzter Behälter.

[0087] Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0088]

- | | | |
|----|--|--|
| 10 | Vorrichtung zum Befüllen von Behältern mit einem Füllprodukt | |
| 1 | Produkttank | |
| 1a | Kopfraum des Produkttanks | |
| 2 | Füllorgan | |
| 3 | Druckaufnehmer | |
| 4 | Füllstandsaufnehmer | |
| 5 | Temperaturaufnehmer | |
| 6 | Steuereinrichtung | |
| 7 | Produktzulauf | |

- | | |
|----|-----------------------------------|
| 8 | Viskositätsermittlungseinrichtung |
| 8a | Durchflussmesseinrichtung |
| 8b | Inline-Viskosimeter |
| 8c | Prozess-Viskosimeter |
| 5 | 8d Druckaufnehmer |
| | 8e Druckaufnehmer |
| 9 | Druckregler |

10 Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt, vorzugsweise einem Lebensmittel, wobei die Vorrichtung (10) aufweist:

einen Produktpfad (1, 2, 7) zum Transportieren und Einleiten des Füllprodukts in den Behälter; eine Viskositätsermittlungseinrichtung (8) zur Ermittlung einer Viskosität des Füllprodukts im Produktpfad (1, 2, 7);

eine Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9) zum Einstellen eines Abfülldrucks, unter dem das Füllprodukt in den Behälter eingeleitet wird; und eine Steuereinrichtung (6), die mit der Viskositätsermittlungseinrichtung (8) und der Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9) kommunikativ gekoppelt und eingerichtet ist, um aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, die eine funktionale Beziehung zwischen der Viskosität und dem Abfülldruck ist, einen Soll-Abfülldruck zu bestimmen und die Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9) zur Angleichung des Abfülldrucks an den Soll-Abfülldruck zu steuern.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Produktpfad (1, 2, 7) einen Produktzulauf (7), einen damit in Fluidverbindung stehenden Produkttank (1) und ein oder mehrere mit diesem in Fluidverbindung stehende Füllorgane (2) aufweist, wobei der Produktzulauf (7) eingerichtet ist, um das Füllprodukt in den Produkttank (1) zu leiten, und die Füllorgane (2) eingerichtet sind, um das im Produkttank (1) befindliche Füllprodukt in Behälter einzuleiten.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Produkttank (1) einen mit Gas, vorzugsweise Sterilluft oder einem Inertgas, gefüllten Kopfraum (1a) oberhalb des Füllprodukts aufweist, wobei ferner ein mit der Steuereinrichtung (6) kommunikativ gekoppelter Druckregler (9) vorgesehen ist, der zur Regulierung des Gasdrucks im Kopfraum (1a) eingerichtet ist, wodurch der Abfülldruck einstellbar ist, wobei vorzugsweise ein Druckaufnehmer (3) vorgesehen ist, der kommunikativ mit der Steuereinrichtung (6) gekoppelt und eingerichtet

ist, um den Gasdruck im Kopfraum (1a) des Produkttanks (1) zu messen und der Steuereinrichtung (6) zu übermitteln.

4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) eine Durchflussmesseinrichtung (8a) und/oder ein Inline-Viskosimeter (8b) zur Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts im Produktzulauf (7) und/oder ein Prozess-Viskosimeter (8c) zur Ermittlung der Viskosität des Füllprodukts im Produkttank (1) aufweist. 5
10
5. Vorrichtung (10) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) zumindest zwei Druckaufnehmer (8d, 8e) aufweist, die eingerichtet sind, um an zumindest zwei unterschiedlichen Stellen im Produktpfad den während einer Durchströmung mit Füllprodukt auftretenden Druck zu detektieren, wobei die Steuereinrichtung (6) eingerichtet ist, um die Druckdifferenz zwischen den beiden Druckaufnehmern (8d, 8e) als Maß für die Viskosität des Füllprodukts heranzuziehen oder ein solches aus der Druckdifferenz zu berechnen. 15
20
25
6. Vorrichtung (10) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (6) eingerichtet ist, um den Soll-Abfülldruck zu Beginn einer Produktion und/oder nach einer Unterbrechung der Produktion und/oder im Fall einer einen Schwellwert übersteigenden Viskositätsänderung aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung zu ermitteln, und den Abfülldruck andernfalls vorzugsweise durch Abgleich einer aktuellen oder durchschnittlichen Fließleistung mit einer Soll-Fließleistung zu regeln. 30
35
40
7. Vorrichtung (10) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung empirisch oder experimentell ermittelt ist, vorzugsweise eine produktspezifische, empirisch ermittelte Funktion oder Datenbank ist, die einen geeigneten oder optimalen Abfülldruck in Abhängigkeit der Viskosität angibt. 45
8. Verfahren zum Befüllen eines Behälters mit einem Füllprodukt, vorzugsweise einem Lebensmittel, wobei das Verfahren umfasst: 50

Transportieren des Füllprodukts entlang eines Produktpfads (1, 2, 7) und Einleiten des Füllprodukts in den Behälter;
 Ermitteln einer Viskosität des Füllprodukts im Produktpfad (1, 2, 7) mittels einer Viskositätsermittlungseinrichtung (8); 55

Bestimmen eines Soll-Fülldrucks aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung einer Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung, die eine funktionale Beziehung zwischen der Viskosität und dem Abfülldruck ist; und Einstellen des Abfülldrucks, unter dem das Füllprodukt in den Behälter eingeleitet wird, durch Steuern einer Fülldruckeinstelleinrichtung (1a, 9), so dass sich der Abfülldruck an den Soll-Abfülldruck angleicht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Produktpfad (1, 2, 7) einen Produktzulauf (7), einen damit in Fluidverbindung stehenden Produkttank (1) und ein oder mehrere mit diesem in Fluidverbindung stehende Füllorgane (2) aufweist, das Füllprodukt über den Produktzulauf (7) in den Produkttank (1), vom Produkttank (1) an die Füllorgane (2) transportiert wird und die Füllorgane (2) das Füllprodukt entsprechend in Behälter einleiten, wobei der Produkttank (1) einen mit Gas, vorzugsweise Sterilluft oder einem Inertgas, gefüllten Kopfraum (1a) oberhalb des Füllprodukts aufweist, und der Gasdruck im Kopfraum (1a) über einen Druckregler (9) reguliert wird, wodurch der Abfülldruck eingestellt wird, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Messwerten eines Druckaufnehmers (3), der den Gasdruck im Kopfraum (1a) des Produkttanks (1) misst.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) eine Durchflussmesseinrichtung (8a) und/oder ein Inline-Viskosimeter (8b) aufweist, welche die Viskosität des Füllprodukts im Produktzulauf (7) ermitteln, und/oder die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ein Prozess-Viskosimeter (8c) aufweist, das die Viskosität des Füllprodukts im Produkttank (1) ermittelt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) zumindest zwei Druckaufnehmer (8d, 8e) aufweist, die an zumindest zwei unterschiedlichen Stellen im Produktpfad den während einer Durchströmung mit Füllprodukt auftretenden Druck detektieren, und die Druckdifferenz zwischen den beiden Druckaufnehmern (8d, 8e) als Maß für die Viskosität des Füllprodukts herangezogen oder ein solches aus der Druckdifferenz berechnet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Soll-Abfülldruck zu Beginn einer Produktion und/oder nach einer Unterbrechung der Produktion und/oder im Fall einer einen Schwellwert übersteigenden Viskositätsände-

runge aus der durch die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ermittelten Viskosität des Füllprodukts unter Anwendung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung ermittelt wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem regulären Füllbetrieb der Abfülldruck durch eine alternative Regelung ohne Berücksichtigung der Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung geregelt wird, vorzugsweise durch Vergleich einer aktuellen oder durchschnittlichen Fließleistung mit einer Soll-Fließleistung. 10
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskosität des Füllprodukts im regulären Füllbetrieb durch die Viskositätsermittlungseinrichtung (8) ermittelt wird und korrigierend in die alternative Regelung eingegriffen wird. 15
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viskositäts-Abfülldruck-Beziehung empirisch oder experimentell ermittelt wird, vorzugsweise eine produktspezifische Funktion oder Datenbank ermittelt wird, die einen geeigneten oder optimalen Abfülldruck in Abhängigkeit der Viskosität angibt. 20 25

30

35

40

45

50

55

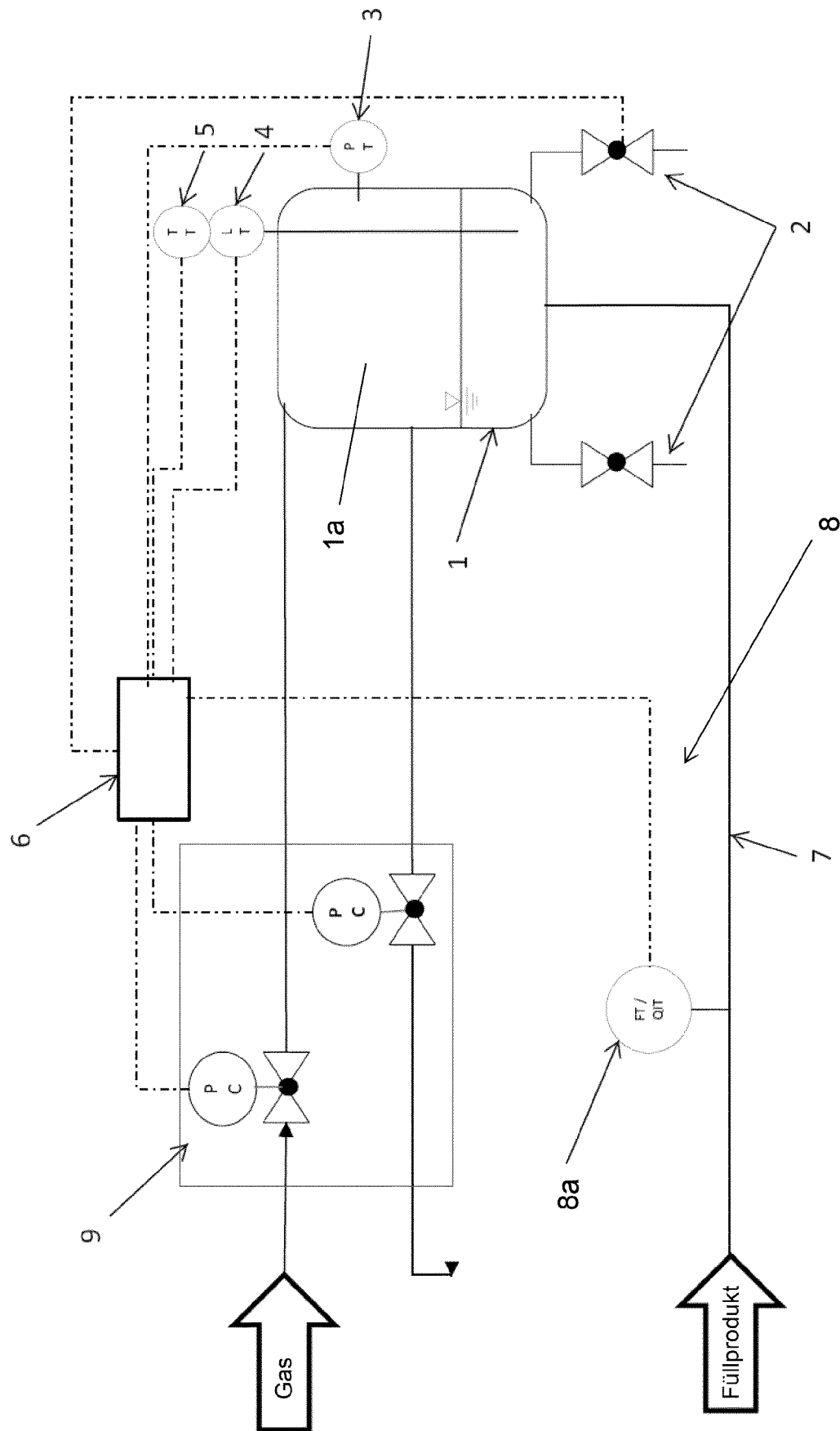


Fig. 1

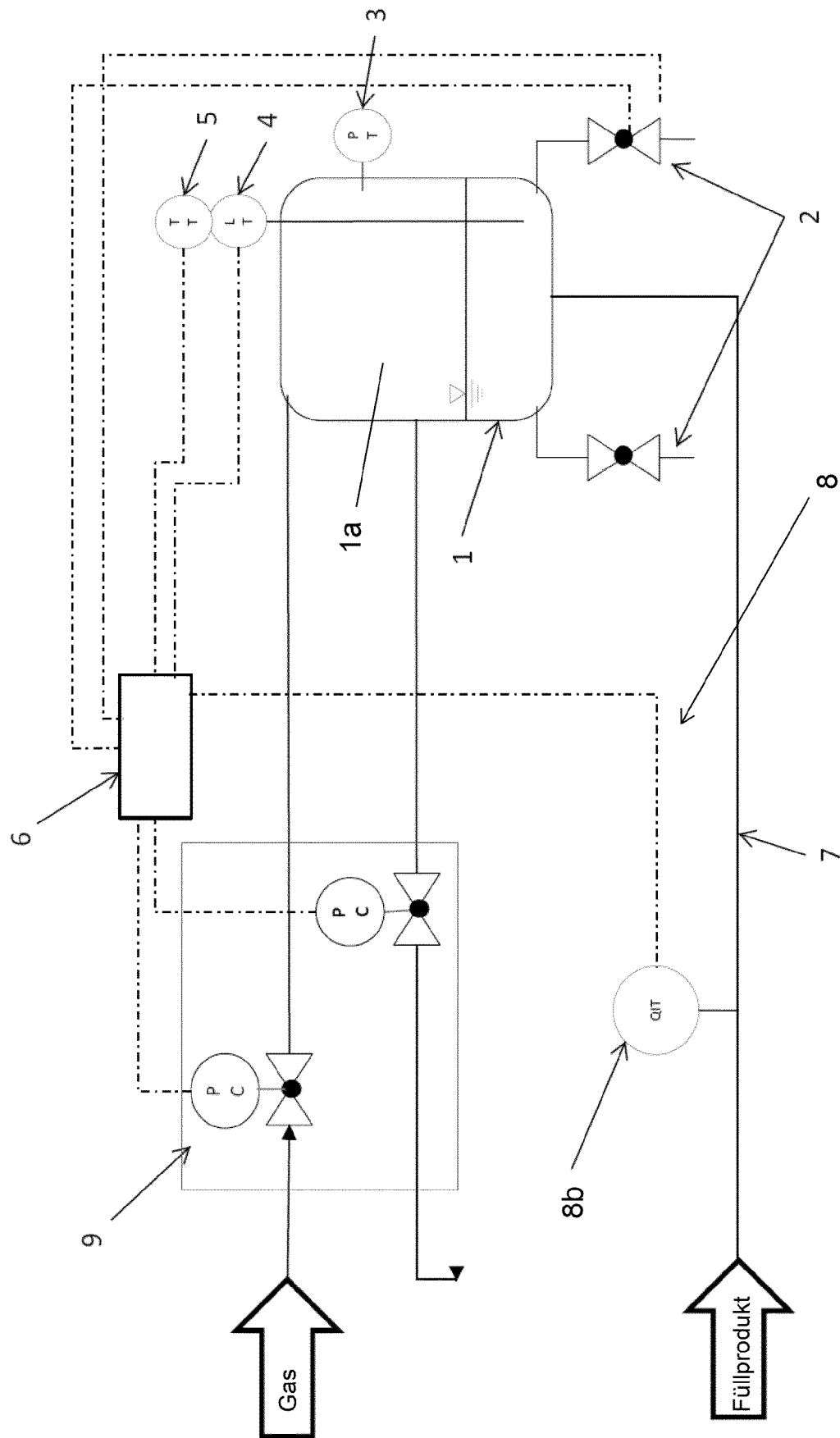


Fig. 2

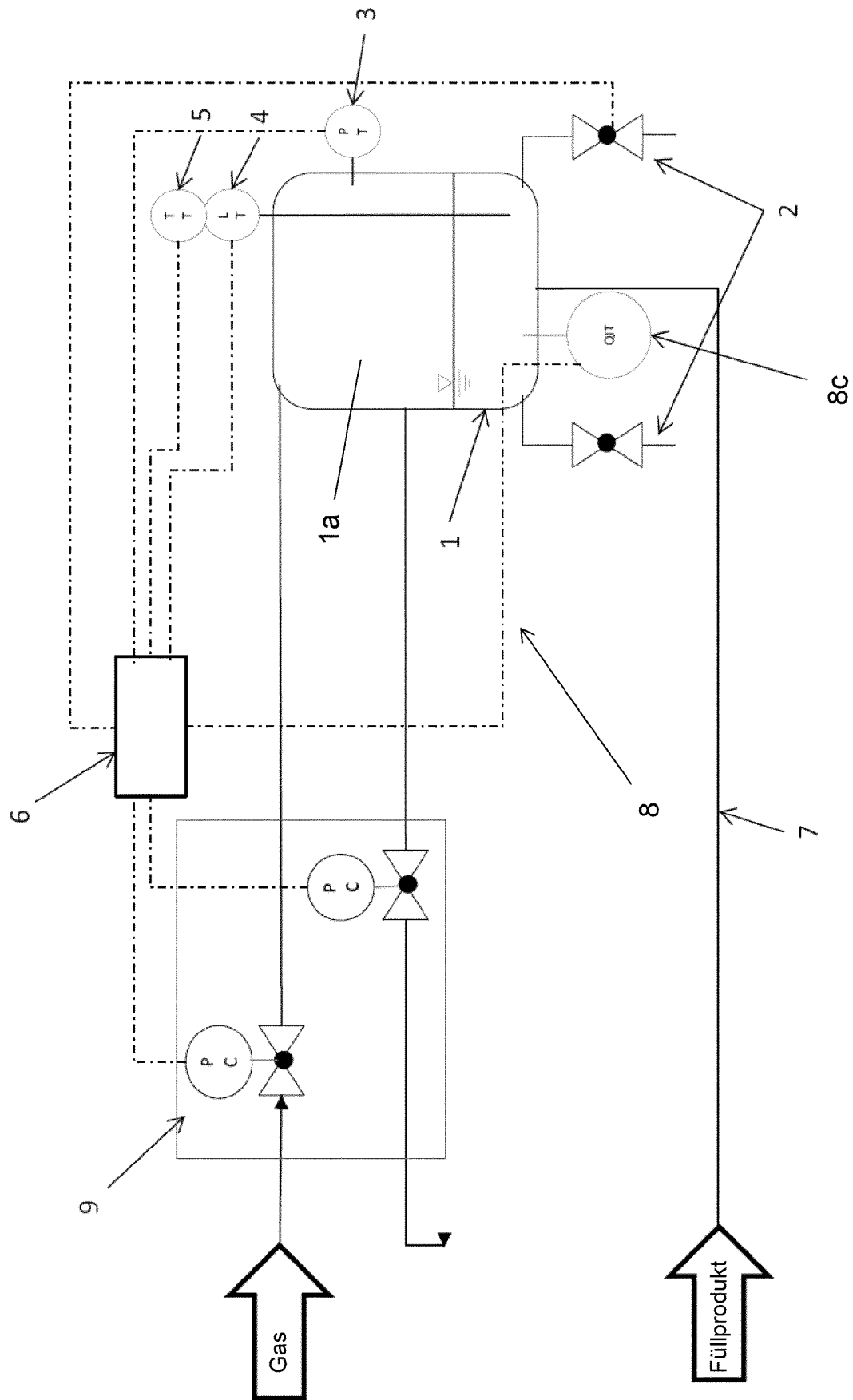


Fig. 3

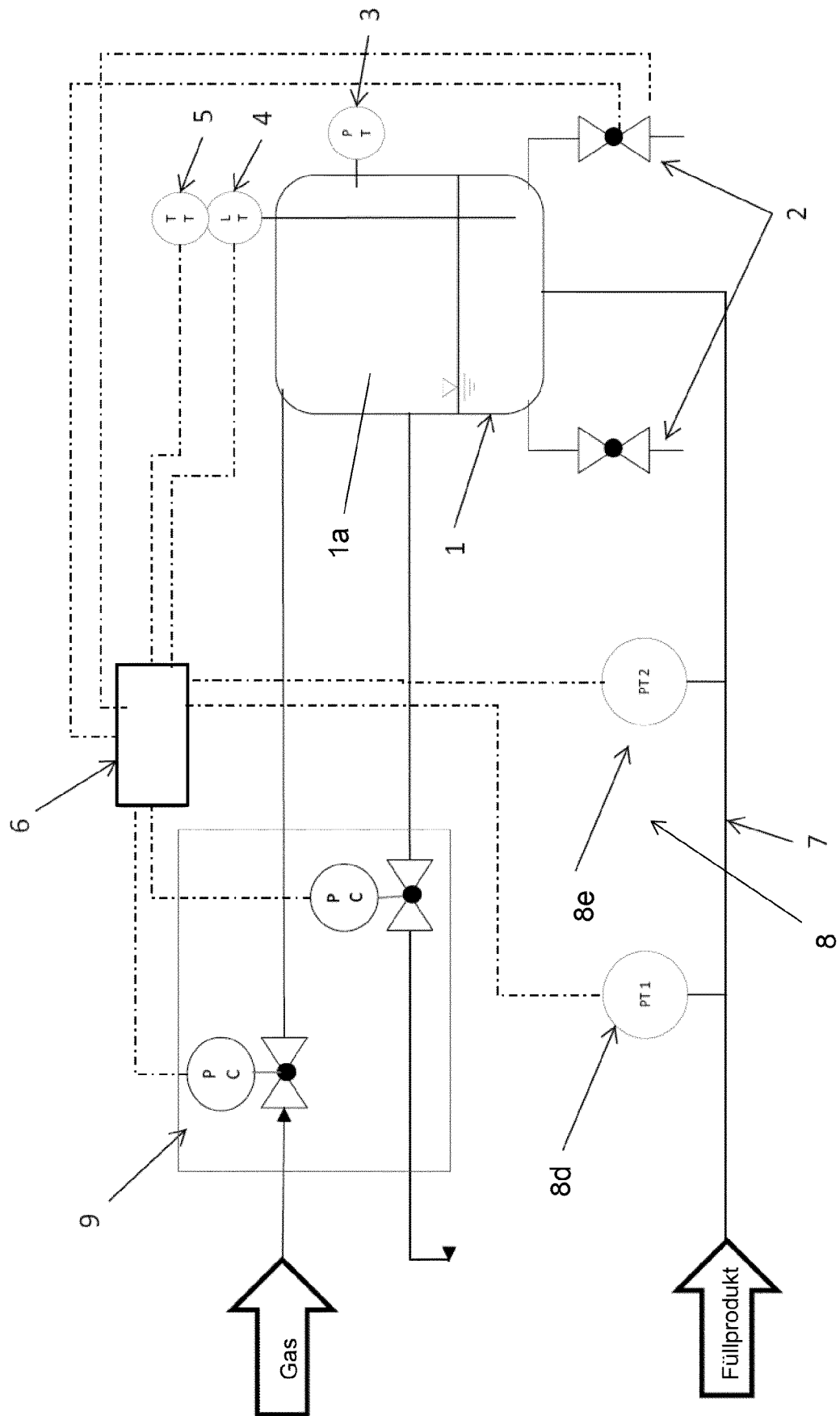


Fig. 4

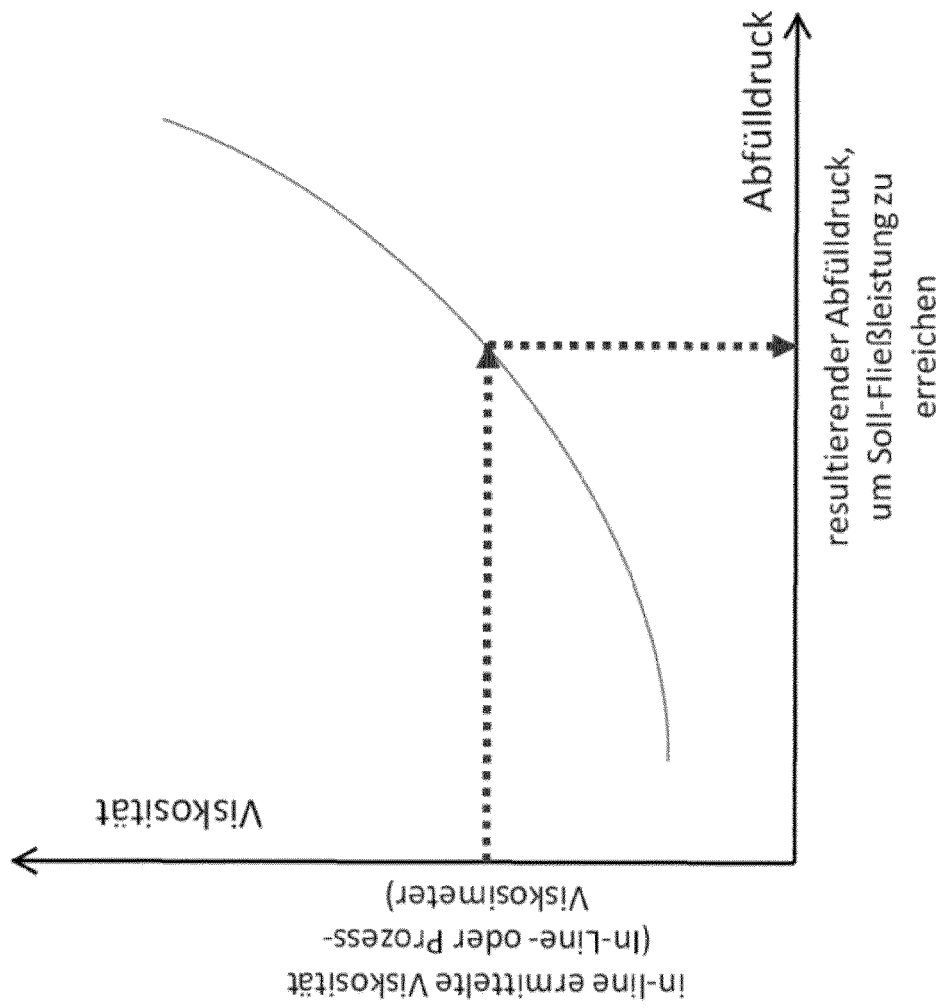


Fig. 5a

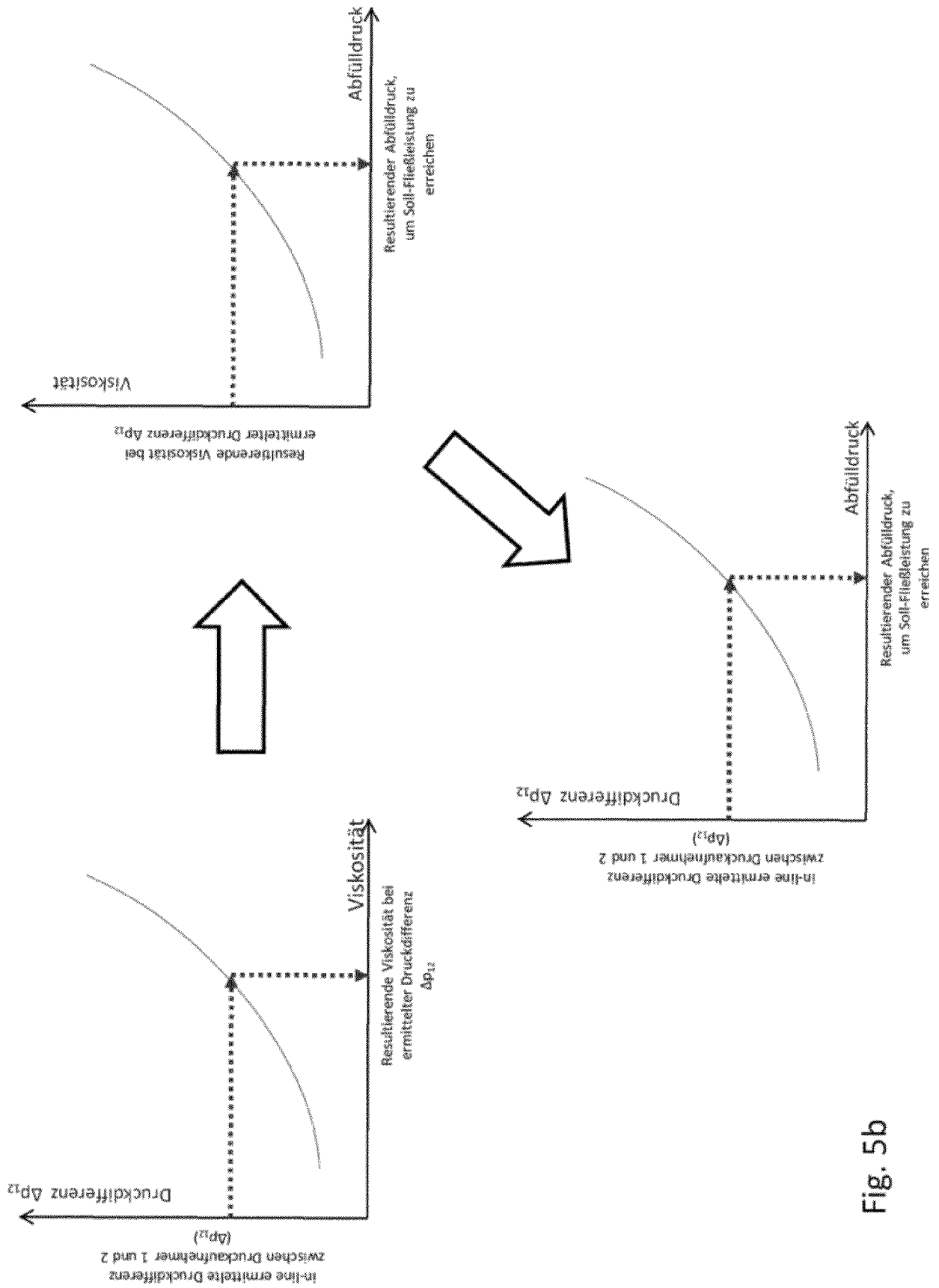


Fig. 5b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 3035

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2008 018089 A1 (ENDRESS & HAUSER MESTECHNIK GM [DE]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15)	1-3,6-9, 12-15	INV. B67C3/00 B67C3/28
Y	* Absätze [0007], [0024] - [0026]; Abbildung 1 *	4,5,10, 11	
Y	DE 10 2010 039031 A1 (KRONES AG [DE]) 9. Februar 2012 (2012-02-09) * Absätze [0002], [0005], [0007]; Abbildungen 1, 2 *	4,5,10, 11	
Y	CN 109 592 623 A (CHANGSHA KANGOU INNOVATION TECH CO LTD; YU SHI) 9. April 2019 (2019-04-09) * Absatz [0029]; Abbildung 1 *	1-15	
Y	DE 10 2016 121780 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 17. Mai 2018 (2018-05-17) * Absätze [0005], [0007] - [0009], [0021]; Abbildung 1 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B67C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2021	Prüfer Luepke, Erik
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 3035

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

05-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102008018089 A1	15-10-2009	KEINE	
15	DE 102010039031 A1	09-02-2012	BR PI1104076 A2 CN 102374961 A DE 102010039031 A1 EP 2420818 A2 US 2012031173 A1	19-01-2016 14-03-2012 09-02-2012 22-02-2012 09-02-2012
20	CN 109592623 A	09-04-2019	KEINE	
	DE 102016121780 A1	17-05-2018	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102013100702 A1 [0011]
- WO 9700224 A1 [0011]