(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 042 088 A1** 2010.12.02

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 042 088.6**
(22) Anmeldetag: **18.09.2009**
(43) Offenlegungstag: **02.12.2010**

(51) Int Cl.[8]: ***A23L 3/015*** (2006.01)

(71) Anmelder:
MULTIVAC Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG, 87787 Wolfertschwenden, DE

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80802 München

(72) Erfinder:
Richter, Tobias, 87700 Memmingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

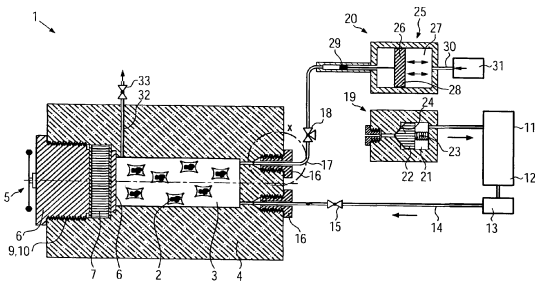
US	**52 88 462**	**A**
WO	**2006/1 29 180**	**A1**
WO	**04/0 00 451**	**A2**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Hochdruckbehandlung von Produkten (2), insbesondere von verpackten Lebensmitteln. Die Vorrichtung (1) weist eine Hochdruckkammer (3) und ein Auslassventil (19) zum Auslassen von Hochdruckmedium (12) aus der Hochdruckkammer (3) auf. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein steuerbares Stellglied (20) vorgesehen ist, mittels dessen die Rate des Druckabbaus in der Hochdruckkammer (3) zumindest über einen vorgegebenen Druckbereich regelbar ist. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten (2), wobei der Druckabbau in einer ersten Phase und einer zweiten Phase erfolgt und die mittlere Druckabbaurate in der ersten Phase höher ist als in der zweiten Phase.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und auf ein Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten, insbesondere von verpackten Lebensmitteln.

[0002] Lebensmittel sind chemischen und biologischen Prozessen unterworfen, die ihre Zusammensetzung verändern und auch gesundheitsschädliche Substanzen erzeugen können. Beispielsweise können die Lebensmittel oxidieren, oder sie können durch Enzyme und Mikroorganismen, beispielsweise Schimmelpilze, verändert werden. Damit Lebensmittel für den Verbraucher sicher zu verzehren, transportierbar und möglichst lange haltbar sind, müssen diese Prozesse verhindert oder zumindest innerhalb der gewünschten Haltbarkeit verzögert werden.

[0003] Eine Möglichkeit besteht darin, Lebensmittel stark zu zuckern, zu salzen oder zu trocknen, um dem Lebensmittel Wasser zu entziehen und so die Entwicklung von Mikroorganismen wie Schimmelpilzen oder Bakterien zu behindern. Auch die Zugabe von Alkohol oder Essig, der Zusatz von Konservierungsmitteln sowie das Kühlen bremsen die Entwicklung von Mikroorganismen und setzen die Aktivität von Enzymen herab. Ferner kann eine Hitzebehandlung dafür sorgen, dass Mikroorganismen abgetötet und schädliche Enzyme inaktiviert werden. Bei der Pasteurisation wird das Lebensmittel dabei für eine gewisse Zeit auf unter 100°C erwärmt. Allerdings bleiben dabei die vergleichsweise resistenten Bakteriensporen weiterhin keimfähig, und es besteht die Gefahr, dass durch die Hitzebehandlung auch wichtige Nährstoffe und Aromen zerstört werden.

[0004] Eine weitere Methode zur Verlängerung der Haltbarkeit von Lebensmitteln besteht darin, die Lebensmittel in eine gasdichte Verpackung einzufüllen und die Verpackung vor dem Verschließen zu evakuieren. Gegebenenfalls kann der Verpackung noch ein Schutzgas oder -mischungen beigegeben werden, beispielsweise mit Stickstoff oder CO_2. Durch die Verdrängung der Luft, beispielsweise des Sauerstoffs, wird ebenfalls die Aktivität von Enzymen oder Mikroorganismen verlangsamt.

[0005] Ein zumindest in industriellem Maßstab bisher kaum genutztes Verfahren ist die Hochdruckbehandlung von Lebensmitteln. Bei diesem Verfahren wird ein üblicherweise bereits verpacktes Lebensmittel über eine gewisse Zeitspanne, beispielsweise einige Minuten, sehr hohen Drücken von typischerweise 400 MPa bis 600 MPa unterworfen. Diese hohen Drücke sorgen dafür, dass schädliche Mikroorganismen im Lebensmittel zerstört und abgetötet werden. Kleinere Moleküle hingegen, wie Vitamine, die Geschmack und Nährwert des Lebensmittels bestimmen, werden durch die Hochdruckbehandlung kaum beeinflusst. Bei Fleischprodukten kann die Haltbarkeit so beispielsweise um den Faktor 6 bis 10 im Vergleich zum unbehandelten Produkt verlängert werden.

[0006] Gegenüber der Hitzebehandlung hat die Hochdruckbehandlung verschiedene Vorteile. Beispielsweise wird der Geschmack kaum verändert, und der Vitamingehalt im Lebensmittel ist nach einer Hochdruckbehandlung teilweise mehr als doppelt so hoch wie nach einer Hitzebehandlung. Einige hitzeempfindliche Produkte, beispielsweise Meeresfrüchte, lassen zudem überhaupt keine Hitzebehandlung zu. Pathogene Keime, wie Listerien, können sicher abgetötet werden, sodass die Lebensmittelsicherheit erhöht wird. Durch die Hochdruckbehandlung lässt sich die interne Struktur der Lebensmittel aber auch gezielt beeinflussen, sodass sich neuartige Produktmöglichkeiten, beispielsweise durch das Gelieren von Fruchtzubereitungen ohne Hitze, ergeben. Schließlich ist die Technologie zur Hochdruckbehandlung bereits in vielen Ländern als (Lebensmittel-) sicher anerkannt.

[0007] Bei der Hochdruckbehandlung von verpackten Lebensmitteln kann es durch die Prozessbedingungen zu Problemen mit der Verpackung kommen. So können optisch nachteilige Veränderungen und auch Schäden auftreten. Speziell Verpackungen mit Schutzgasatmosphäre bereiten durch den stark komprimierbaren Gasanteil in der Packung Probleme. Dies ist auch ein Grund dafür, dass bislang vorwiegend Vakuumverpackungen bei der Hochdruckbehandlung eingesetzt werden.

[0008] Die Inaktivierung von Mikroorganismen sowie die Strukturmodifikation von Lebensmittelbestandteilen werden beispielsweise beschrieben in der EP 0 588 010 A1, der EP 0 689 391 B1, der EP 0 752 211 B1, der EP 1 100 340 B1, der DE 42 26 255 A1, oder der DE 37 34 025 C2. Die EP 1 112 008 B1, EP 1 201 252 B1, DE 196 49 952 A1, DE 197 38 800 A1, DE 199 39 677 A1 und die DE 26 11 389 A1 beschreiben die Auswirkungen der Hochdruckbehandlungen auf die mikrobiologische Haltbarkeit und die Sicherheit von Lebensmitteln. Die Anwendung der Hochdruckbehandlung speziell auf Fleischerzeugnisse wird beschrieben in der DE 198 01 031 C2, DE 1 965 36 C1, EP 0 748 592 B1, EP 0 683 986 B1, DE 101 01 958 A1, DE 10 2005 011 868 A1, oder der WO 2006/097248 A1.

[0009] Eine gattungsgemäße Vorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren gehen aus der WO 2006/129180 A1 hervor. Dabei ist zum Auslassen des Hochdruckmediums aus einem Hochdruckbehälter eine Leitung mit zwei hintereinander geschalteten Absperrventilen vorgesehen. Zwischen den beiden Absperrventilen kann sich noch ein Pufferbehälter zur Aufnahme des Hochdruckmediums befinden. Ziel

dieser Anlagenkonzeption ist es, die Druckdifferenz an einem geöffneten Auslassventil zu verringern, um Kavitation an dem Ventil zu verhindern. Im Normalbetrieb wird dafür zunächst das eine Absperrventil geöffnet, um Hochdruckmedium in den Pufferbehälter aufzunehmen. Nach dem Schließen des ersten Auslassventils wird das nachgeschaltete, zweite Auslassventil geöffnet, um das Hochdruckmedium zumindest teilweise abzulassen. Nachteilig ist jedoch, dass die Taktzyklen dieser herkömmlichen Anlage zur Hochdruckbehandlung sehr lang ist – die WO 2006/129180 A1 erwähnt eine Taktzeit von über einer Stunde. Solche Taktzeiten sind in industriellem Maßstab nicht rentabel. Außerdem finden sich weder in der WO 2006/129180 A1, noch im übrigen Stand der Technik Hinweise darauf, wie die Hochdruckbehandlung beispielsweise mit der Schutzgasbehandlung von Lebensmitteln kombiniert werden könnte.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die trotz konstruktiv möglichst geringen Aufwands eine auch im industriellen Maßstab rentable Hochdruckbehandlung von Produkten ermöglichen, und die darüber hinaus möglichst an unterschiedliche Produkte anpassbar sind, insbesondere auch an schutzgasbehandelte Produkte.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 oder 17, bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen eines der Ansprüche 11 oder 20. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein steuerbares Stellglied vorgesehen, mittels dessen die Rate des Druckabbaus in der Hochdruckkammer zumindest über einen vorgegebenen Druckbereich regelbar ist. Dies ermöglicht es, die Druckabbaurate so zu regeln, dass trotz einer hohen, optimalen Prozessgeschwindigkeit und somit einer kurzen Taktzeit die Druckabbaurate in bestimmten Druckbereichen verringert werden kann. Dadurch werden in diesen Druckbereichen schädliche Nebenwirkungen am Produkt oder der Verpackung durch einen zu schnellen Druckabbau verhindert. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass bei Verpackungen, in denen ein Produkt und eine Schutzgasatmosphäre vorliegen, ein zu schneller Druckabbau zu unverwünschten Veränderungen am Produkt und zu teilweise irreversiblen Schäden an der Verpackung führt, bis hin zu einer erhöhten Gasdurchlässigkeit der Verpackungen. Dies beeinträchtigt den Schutz und die Haltbarkeit der Produkte erheblich. Es hat sich gezeigt, dass zum Verhindern dieser Schäden nicht der gesamte Druckabbau vom Hochdruckmaximum bis zum Normaldruck verlangsamt werden muss, sondern dass das Verringern der Druckabbaurate über einen begrenzten Druckbereich ausreicht, um die Schäden an der Verpackung zu verhindern. Während der Hochdruckeinwirkungen werden die Schutzgase verflüssigt oder befinden sich in einem flüssigkeitsähnlichen, so genannten überkritischen Zustand. Eine eingehende Analyse zeigt, dass es sich dabei um den Druckbereich handelt, in dem das während der Druckbehandlung in die Folien der Verpackung eindiffundierte Gas spontan aus der Folie austritt und diese dabei lokal aufreißt. Verstärkt wird dies vermutlich durch den erneuten Übergang der unter Druck verflüssigten Gase in den gasförmigen Zustand und die sich daraus ergebende Volumenvergrößerung. Die Erfindung ermöglicht es, die Druckabbaurate genau in diesem kritischen Bereich geregelt zu verringern, ansonsten jedoch zum Erzielen einer kurzen Taktzeit eine hohe Druckabbaurate beizubehalten.

[0013] Der kritische Druckbereich, über den die Druckabbaurate zum Verhindern von Schäden an der Verpackung verringert werden sollte, kann von den verwendeten Gasen und den Materialien der Verpackung und auch von den Produkteigenschaften abhängen, beispielsweise von der Anordnung der Folien in einem mehrschichtigen Verpackungsmaterial. Idealerweise ist daher der Druckbereich einstellbar, innerhalb dessen das steuerbare Stellglied die Druckabbaurate verringern kann.

[0014] Besonders stark lassen sich behandlungsinduzierte Schäden an der Verpackung verringern, wenn das Stellglied stufenlos regelbar ist, so dass auch die Rate des Druckabbaus stufenlos regelbar ist.

[0015] Vorzugsweise umfasst das regelbare Stellglied einen Druckübersetzer. Bei diesem Druckübersetzer kann es sich beispielsweise um einen frei in einem Hohlraum beweglichen Kolben handeln. Mittels des Druckübersetzers kann ein Gegendruck zu dem im Hochdruckbehälter herrschenden (Rest-)Druck angelegt werden. Der Druckübersetzer ermöglicht es, dass das zum Erzeugen des Gegendrucks verwendete Medium (beispielsweise Druckluft) einen erheblich geringeren Druck haben kann als das Hochdruckmedium selbst.

[0016] Besonders einfach handhabbar wird das Stellglied, wenn es mittels des in einer Druckleitung zum Stellglied herrschenden Drucks steuerbar ist, d. h. hydraulisch. Insbesondere kann dabei der am Stellglied anliegende Druck des Gegendruckmediums verwendet werden.

[0017] Vorzugsweise handelt es sich bei dem am Stellglied anliegenden Gegendruckmittel um Druckluft, die das Stellglied steuert, weil diese Druckluft technisch vergleichsweise einfach handhabbar ist.

[0018] Bei dem Auslassventil der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich vorzugsweise um ein

Rückschlagventil. Dieses Rückschlagventil kann so eingestellt sein, dass es ober halb einer vorgegebenen, gegebenenfalls variablen Druckschwelle öffnet. Auf diese Weise kann das Hochdruckmedium schnell aus der Hochdruckkammer ausgeleitet werden, bis der vorgegebene Schwellenwert des Drucks ausgehend vom Maximaldruck erreicht ist. Auf technisch einfache Weise wird so das zu schnelle, unkontrollierte Absenken des Drucks unter den Schwellenwert verhindert.

[0019] Zweckmäßig ist es, wenn zwischen der Hochdruckkammer und dem Auslassventil ein Absperrventil vorgesehen ist, damit das Auslassventil erst dann mit dem Druck des Hochdruckmediums beaufschlagt wird, wenn das Hochdruckmedium tatsächlich ausgeleitet werden soll.

[0020] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist zwischen der Hochdruckkammer und dem Auslassventil ein Dreiwegehahn vorgesehen. In seinen unterschiedlichen Stellungen kann der Dreiwegehahn entweder verschlossen sein, den Weg zum Auslassventil freigeben, oder einen weiteren Weg freigeben.

[0021] Denkbar ist es insbesondere, dass ein erster Ausgang des Dreiwegehahns zum Auslassventil und ein zweiter Ausgang des Dreiwegehahns zum Stellglied führt. Dies ermöglicht es, den Druck des Hochdruckmediums wahlweise und getrennt entweder am Auslassventil oder am Stellglied anliegen zu lassen. Auf diese Weise kann der Druckabbau über einen ersten Druckbereich mittels des Auslassventils schnell bis zu einer gegebenenfalls variabel einstellbaren Druckschwelle und über einen anderen Druckbereich mittels des Stellglieds kontrolliert erfolgen.

[0022] In einer anderen Ausführungsvariante greift ein Stellglied direkt am Auslassventil an. Beispielsweise kann das Stellglied die Druckschwelle verändern, bei der das Auslassventil öffnet, oder es kann eine Veränderung des Öffnungsquerschnitts des Auslassventils bewirken.

[0023] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten, insbesondere von verpackten Lebensmitteln, wobei der Druckabbau des Drucks in einer Hochdruckkammer in einer ersten Phase und in einer zweiten Phase erfolgt, und wobei die mittlere Druckabbaurate in der ersten Phase höher ist als in der zweiten Phase. Wie bereits beschrieben, kann dies bei geeigneter Wahl der Druckbereiche das Erzeugen behandlungsinduzierter Schäden an dem Produkt und/oder an Verpackungen verhindern. Beispielsweise kann der Druckabbau in einer ersten Phase sehr schnell erfolgen, während er in einer zweiten Phase mit deutlich verringerter Rate erfolgt. Während der zweiten Phase kann z. B. ein bei der Druckhaltephase in das Material der Verpackung eingedrungenes Gas langsam aus der Verpackung und dem Produkt entweichen, ohne diese dabei lokal zu beschädigen. Das Verfahren lässt sich nicht nur für Vakuumverpackungen, sondern auch für Schutzgasverpackungen einsetzen.

[0024] Besonders gut können behandlungsinduzierte Schäden verhindert werden, wenn die Rate des Druckabbaus stufenlos steuerbar ist.

[0025] Denkbar ist es, dass sich an die zweite Phase eine dritte Phase anschließt, in der die mittlere Druckabbaurate wieder höher ist als in der zweiten Phase. Diese Möglichkeit, mit der die Zykluszeit des Verfahrens verkürzt werden kann, bietet sich insbesondere dann an, wenn nur in einem bestimmten Druckbereich behandlungsinduzierte Schäden auftreten, die durch ein Verringern der Druckabbauphase in diesem Bereich verhindert werden können.

[0026] In einer Variante des Verfahrens wird die Druckabbaurate zumindest in der zweiten Phase mittels eines ansteuerbaren Stellglieds gesteuert, wobei das Stellglied insbesondere stufenlos steuerbar sein kann. Wenn das Stellglied in der zweiten Phase bei bereits geringerem Gegendruck die Druckabbaurate bestimmen muss, kann es technisch einfacher gebaut sein, weil es nicht dem hohen Maximaldruck der Hochdruckkammer ausgesetzt ist.

[0027] Vorzugsweise weist das Stellglied einen Druckübersetzer auf, und der am Stellglied anliegende Gegendruck wird zumindest über einen bestimmten Druckbereich stufenlos verringert. So können behandlungsinduzierte Schäden verhindert werden, die durch einen schlagartigen Druckabbau entstehen würden.

[0028] In einer anderen Variante bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Hochdruckbehandlung von Produkten mit einer durch mindestens einen Verschlussstopfen druckdicht verschließbaren Hochdruckkammer, wobei die Vorrichtung eine Entlüftungsbohrung aufweist. Mittels dieser Entlüftungsbohrung kann die Hochdruckkammer auch dann entlüftet werden, wenn die Hochdruckkammer mittels des mindestens einen Verschlussstopfens bereits verschlossen ist, auch wenn der Verschluss noch nicht notwendigerweise druckdicht ist. Nachdem die zu behandelten Produkte in die Hochdruckkammer eingebracht wurden, wird die Kammer i. d. R. mit Druckmedium befüllt. Während die Hochdruckbehandlungsvorrichtung mit Hochdruckmedium befüllt wird, üblicherweise Wasser, kann die in der Hochdruckkammer enthaltene Luft über die Entlüftungsbohrung entweichen, sodass sich die Hochdruckkammer quasi luftfrei füllen lässt.

[0029] Die Entlüftungsbohrung (oder die Entlüf-

tungsbohrungen, falls mehrere vorliegen) sollte hochdruckdicht verschließbar sein, um ein Entweichen von Hochdruckmedium aus der Hochruckkammer zu verhindern.

[0030] Günstig ist es, wenn die Entlüftungsbohrung im oberen Bereich der Hochdruckkammer angeordnet ist, sodass die noch in der Hochdruckkammer enthaltene Luft zur Entlüftungsbohrung aufsteigen kann.

[0031] In einem dieser Variante der Erfindung entsprechenden Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten wird die Hochdruckkammer nach dem druckdichten Schließen des mindestens einen Verschlussstopfens und während des Befüllens der Hochdruckkammer mit dem Hochdruckmedium entlüftet. Das quasi luftfreie Füllen der Hochdruckkammer mit dem Hochdruckmedium erleichtert das Erzeugen des zur Behandlung der Produkte erforderlichen Drucks.

[0032] In einer Variante dieses Verfahrens hat der mindestens eine Verschlussstopfen eine geöffnete Stellung sowie eine erste und eine zweite geschlossene Stellung, wobei der Verschlussstopfen von der ersten geschlossenen Stellung zur zweiten geschlossenen Stellung volumenreduzierend weiter in Richtung der Hochdruckkammer gebracht wird, nachdem das Entlüften der Hochdruckkammer abgeschlossen wurde. Durch diesen Vorgang baut sich in der Hochdruckkammer bereits ein Vordruck auf, bevor die eigentliche Erzeugung des Hochdrucks beginnt. Der allein durch die zweite Schließbewegung der Verschlussstopfen generierte Vordruck kann das in Schutzgasverpackungen vorliegende, leicht kompressible Gas vorkomprimieren und auf diese Weise den Wirkungsgrad des Verfahrens bzw. der Vorrichtung steigern.

[0033] Im Folgenden wird ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

[0034] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Hochdruckbehandlung von Produkten,

[0035] Fig. 2 eine Vergrößerung des Ausschnitts „X" aus Fig. 1,

[0036] Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

[0037] Fig. 4 eine Vergrößerung des Eingriffs zwischen dem Verschlussstopfen und der Kammerwand.

[0038] Gleiche Komponenten sind in den Figuren durchgängig mit gleichen Bezugszeichen versehen worden.

[0039] Fig. 1 zeigt in schematischer Weise die wichtigsten Komponenten eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** zur Hochdruckbehandlung von Produkten **2**. Bei den Produkten **2** kann es sich um verpackte Lebensmittel handeln. Insbesondere kann das Lebensmittel **2** in einer gasdichten Verpackung vorliegen, bei der die in der Verpackung vorliegende Luft vor dem gasdichten Verschließen durch ein Schutzgas ersetzt wurde, beispielsweise Sauerstoff oder CO_2. Die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** lässt sich jedoch auch für eine Hochdruckbehandlung anderer Produkte **2** einsetzen.

[0040] Die Vorrichtung **1** verfügt über einen Autoklaven mit einer Hochdruckkammer **3**, in der die Hochdruckbehandlung der Produkte **2** erfolgt. Die Hochdruckkammer **3** ist groß genug, um gleichzeitig mehrere Produkte **2** aufnehmen zu können. Eine vergleichsweise dickwandige, zylindrische Kammerwand **4** umgibt und begrenzt die Hochdruckkammer **3**.

[0041] Die Hochdruckkammer **3** ist über mindestens eine, vorzugsweise zwei Füll- bzw. Entladeöffnungen **5** in der Kammerwand **4** zugänglich. In Fig. 1 ist die Füllöffnung **5** mittels eines Verschlussstopfens **6** verschlossen, der ein Dichtungssystem **7** aufweist und die Hochdruckkammer **3** druckdicht verschließt. Der Verschlussstopfen **6** steht über ein Außengewinde **9** in Eingriff mit einem Innengewinde **10** in der Kammerwand **4**. Mittels eines Drehgriffs **11**, vorzugsweise jedoch motorisch kann der Verschlussstopfen **6** so in das Innengewinde **10** eingeschraubt werden, dass er von einer geöffneten Stellung in eine erste geschlossene Stellung gebracht werden kann, in der der Verschlussstopfen **6** die Hochdruckkammer **3** gegen den Austritt von Hochdruckmedium abdichtet, und weiter in eine zweite geschlossene Stellung, in der die Hochdruckkammer **3** hochdruckdicht verschlossen ist.

[0042] Die Vorrichtung **1** verfügt ferner über ein Reservoir **11** für ein Hochdruckmedium **12**, bei dem es sich typischerweise um Wasser handelt. Mittels einer Hochdruckpumpe **13**, die mit dem Reservoir **11** in Verbindung steht, kann das Hochdruckmedium **12** über eine Transportleitung **14** in die Hochdruckkammer **3** gefördert werden. In der Transportleitung **14** ist ein Rückschlagventil **15** vorgesehen, um einen Rückfluss des Hochdruckmediums **12** aus der Hochdruckkammer **3** zu verhindern. Die Transportleitung **14** ist über eine Sicherungsmutter **16** an der Kammerwand **4** angeschlossen und befestigt. Details dieses Anschlusses werden später mit Bezug auf Fig. 2 erläutert.

[0043] Über eine baugleiche Sicherungsmutter **16**

ist eine Auslassleitung **17** an der Kammerwand **4** so angeschlossen, dass sie mit der Hochdruckkammer **3** in Fluidverbindung steht. Über die Auslassleitung **17** kann das Hochdruckmedium **12** nach Durchführen der Hochdruckbehandlung wieder aus der Hochdruckkammer **3** abgelassen werden. In der Auslassleitung **17** ist ein Dreiwegehahn **18** vorgesehen. Während ein erster Ausgang des Dreiwegehahns zu einem als Rückschlagventil ausgebildeten Auslassventil **19** führt, führt ein zweiter Ausgang des Dreiwegehahns **18** zu einem Stellglied **20**. Der Dreiwegehahn kann eine erste Stellung einnehmen, in der er die Auslassleitung **17** abschließt. Hier dient der Dreiwegehahn **18** folglich als Absperrventil. In einer zweiten Stellung öffnet er die Auslassleitung **17** zum Auslassventil **19**, während er die Auslassleitung **17** in einer dritten Stellung zum Stellglied **20** öffnet.

[0044] Das als Rückschlagventil ausgebildete Auslassventil **19** verfügt über einen in einer Ventilkammer **21** verschiebbar gelagerten Ventilkörper **22**. Ein Gegendruckmechanismus **23**, z. B. ein verstellbarer pneumatischer Druckzylinder, beaufschlagt den Ventilkörper **22** und hält ihn gegen einen komplementär zum Ventilkörper **22** geformten Ventilsitz **24**. Unter Beaufschlagung durch den Druck des Hochdruckmediums **12** in der Auslassleitung **17** kann sich der Ventilkörper **22** entgegen der Kraft des Gegendruckmechanismus **23** aus dem Ventilsitz **24** zurückbewegen, um eine Öffnung freizugeben und das Ausströmen des Hochdruckmediums **12** zu gestatten. Die Größe der Öffnung bestimmt die Ausströmrate und damit die Druckabbaurate.

[0045] Das steuerbare Stellglied **20** weist einen Druckübersetzer **25** auf. Der Druckübersetzer **25** verfügt über einen Kolben **26**, der in einer Kolbenkammer **27** frei hin- und herbeweglich ist, wie dies durch die beiden Pfeile angedeutet wird. Der Kolben **26** verfügt über ein erstes Ende **28** mit großer Querschnittsfläche und ein zweites Ende **29** mit kleiner Querschnittsfläche. Die Kolbenseite **29** befindet sich in einer passgenauen Rohrleitung. Die Kolbenspitze ist mit einer hochdrucktauglichen Dichtung versehen, die ein Ausströmen des Druckmediums in die Kolbenkammer **27** verhindert.

[0046] Die Kolbenlänge in der Rohrleitung bestimmt das maximal mögliche Volumen, um das die Kammer „erweitert" werden kann. Es wird also geregelt Flüssigkeit aus der Kammer abgezogen und so der Druck abgebaut – spätestens, bis der Kolbenweg am Anschlag ist. Daher ist die Kolbenlänge mit ausreichend Hub auszulegen.

[0047] Die Auslassleitung **17** ist so an das Stellglied **20** angeschlossen, dass sie bei entsprechend geöffneten Dreiwegehahn **18** am zweiten Ende **29** des Kolbens **26** endet. Auf der gegenüberliegenden Seite des Kolbens **26** steht die Kolbenkammer **29** über eine Druckleitung **30** in Verbindung mit einem Gegendruckerzeuger **31**. Bei dem Gegendruckerzeuger kann es sich um eine Druckluftquelle handeln, die das erste Ende **28** des Kolbens **26** in der Kolbenkammer **27** mit Druckluft beaufschlagt. Die Höhe des Gegendrucks kann dabei stufenlos veränderbar sein, um die Stellung des Stellglieds **20**, nämlich insbesondere die Stellung des Kolbens **26** im Stellglied **20**, ebenfalls stufenlos verändern zu können.

[0048] In der Kammerwand **4** der Vorrichtung **1** ist ferner eine Entlüftungsbohrung **32** vorgesehen. Sie beginnt in einem oberen Bereich der Hochdruckkammer **3** und führt von dort über ein hochdruckfestes Entlüftungsventil **33** nach außen. Die Hochdruckkammer **3** kann mehrere solche Entlüftungsbohrungen **32** aufweisen.

[0049] Fig. 2 zeigt eine Vergrößerung des Details „X" in Fig. 1, d. h. den Anschluss der Transportleitung **14** bzw. der Auslassleitung **17** an der Kammerwand **4**. An dieser Stelle ist in der Kammerwand **4** eine Aussparung **34** mit einem konisch zulaufenden Ende vorgesehen. Die Transportleitung **14** bzw. die Auslassleitung **17** ist so ausgebildet, dass ihr Ende dieselbe Konizität hat wie die Konizität des Bodens der Aussparung **34**. Mit ihrem Ende ist die Leitung **14**, **17** so in die Aussparung **34** eingesetzt, dass ihr konisches Ende am konischen Boden der Aussparung **34** anliegt. Eine mit einem Außengewinde versehene Sicherungsmutter **16** ist in die Aussparung **34** eingeschraubt. Die Sicherungsmutter **16** stützt sich ab an einem Vorsprung **35**, der von der Außenseite der Leitung **14**, **17** absteht. Mittels der von der Sicherungsmutter **16** auf den Vorsprung **35** ausgeübten Kraft wird die Leitung **14**, **17** in der Aussparung **34** erhalten. Sobald Hochdruckmedium **12** durch die Leitung **14**, **17** geleitet wird, drückt das Hochdruckmedium das chronische, vordere Ende der Leitung **14**, **17** nach außen, um auf diese Weise für ein hochdruckdichtes Anliegen des Vorderendes der Leitung **14**, **17** an dem konischen Boden der Aussparung **34** zu sorgen.

[0050] Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungemäßen Vorrichtung **1** für die Hochdruckbehandlung von Produkten **2**, insbesondere von verpackten Lebensmitteln. Es gleicht dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel bis auf die nachfolgend dargestellten Unterschiede. Das Stellglied **20'** liegt in diesem Ausführungsbeispiel nicht parallel zu dem Auslassventil **19**, sondern es greift unmittelbar am Auslassventil **19** an. Beispielsweise kann das Stellglied **20'** einen Elektromotor mit oder ohne Getriebe umfassen, der am Ventilkörper **22** angreift. Bei Betätigung des Stellglieds **20'** kann der Ventilkörper **22** entgegen der Kraft des Gegendruckmechanismus **23** aus dem Ventilsitz **24** herausbewegt werden, um eine Ausströmöffnung freizugeben. Über den Verfahrweg des Ventilkörpers **22** ist die

Größe der Ausströmöffnung und damit die Ausströmrate stufenlos einstellbar.

[0051] Während der Eingang des Dreiwegehahns **18** in Verbindung steht mit der Auslassleitung **17**, steht der erste Ausgang des Dreiwegehahns **18** weiterhin in Verbindung mit dem Auslassventil **19**. Der zweite Ausgang hingegen führt nun zu einer Bypassleitung **36**, die vom Dreiwegehahn **18** (ggf. über ein nicht dargestelltes Rückschlagventil) in das Reservoir **11** führt.

[0052] Im Folgenden wird der Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** bzw. der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in beispielhafter Weise beschrieben.

[0053] Zu Beginn ist die Hochdruckkammer **3** der Vorrichtung **1** leer und geöffnet. Produkte **2**, beispielsweise schutzgasverpackte Lebensmittel, werden in die Hochdruckkammer **3** eingefüllt. Zu diesem Zweck kann ein (nicht dargestellter) Transportbehälter vorgesehen sein, in den eine Vielzahl von Produkten **2** aufgenommen werden, und der ggf. automatisch in die Hochdruckkammer **3** eingebracht wird.

[0054] Im nächsten Schritt wird der Verschlussstopfen **6** von seiner geöffneten Stellung in eine in Fig. 4 in durchgezogenen Linien gezeigte, erste geschlossene Stellung gebracht. In dieser ersten geschlossenen Stellung verschließt der Verschlussstopfen **8** die Hochdruckkammer **3** bereits leckagedicht, hat jedoch noch nicht seine endgültige, hochdrucktaugliche Verschließstellung erreicht. Sobald der Verschlussstopfen **8** die erste geschlossene Stellung eingenommen hat, wird über die Transportleitung **14** Hochdruckmedium **12** in die Hochdruckkammer **3** gefüllt, d. h. die Hochdruckkammer **3** wird geflutet. Das Entlüftungsventil **33** ist geöffnet, sodass die noch in der Hochdruckkammer **3** enthaltenen Luft über die Entlüftungsbohrung **32** entweichen kann. Wenn keine Luft mehr in der Hochdruckkammer **3** enthalten ist, wird das Entlüftungsventil **33** verschlossen.

[0055] Der Verschlussstopfen **6** (bzw. die Verschlussstopfen **6**, wenn mehrere vorhanden sind) bewegt sich nun von seiner ersten geschlossenen Stellung in seine zweite geschlossene Stellung und wird hochdruckfest gegenüber einem Herausrutschen verriegelt. Dabei verringert sich das Volumen der Hochdruckkammer **3**, sodass der Druck im Hochdruckmedium **12** auf eine Vordruckstufe steigt. Bei diesem Vordruck wird das bei Bedarf in den Produkten **2** enthaltene Schutzgas komprimiert. Die zweite geschlossene Stellung des Verschlussstopfens **6** ist in Fig. 4 strichliert gezeigt. Von der ersten geschlossenen Stellung wird der Verschlussstopfen **6** durch eine Bewegung in Richtung der Hochdruckkammer **3** zu seiner zweiten geschlossenen Stellung gebracht. In der zweiten geschlossenen Stellung liegt die ebene Vorderseite **6a** des typischerweise metallischen Verschlussstopfens **6** an einem Absatz **4a** der beispielsweise ebenfalls metallischen Wand **4** der Hochdruckkammer **3** an. Durch diese Anlage erfolgt eine hochdruckdichte Abdichtung der Hochdruckkammer **3**. Durch den in der Hochdruckkammer **3** herrschenden Druck könnte sich die Vorderseite **6a** des Verschlussstopfens **6** konkav verformen, um so die Dichtwirkung noch weiter zu erhöhen.

[0056] Anschließend geht die Hochdruckpumpe oder mehrere in Reihe geschaltete Pumpen **13** in den Hochdruckbetrieb über. Der Druck in der Hochdruckkammer **3** steigt auf mehrere 100 Mpa, beispielsweise zwischen 300 MPa und 600 Mpa. Dieser Druck wird über einen gewissen Zeitraum aufrecht erhalten, beispielsweise 2 bis 4 Minuten.

[0057] Im Anschluss an die Hochdruckbehandlung erfolgt der Abbau des Drucks. In der ersten Phase des Druckabbaus ist der Dreiwegehahn **18** zum Auslassventil **19** geöffnet, während sein Ausgang zum Stellglied **22** geschlossen ist. Der Druck des Hochdruckmediums **12** aus der Hochruckkammer **3** liegt am Auslassventil **19** an. Unter der Einwirkung dieses Drucks verlagert sich der Ventilkörper **22** aus dem Ventilsitz **24**, sodass das Auslassventil **19** öffnet. Das Hochdruckmedium **12** kann nun über das Auslassventil **19** in das Reservoir **11** zurückfließen. Dieser Vorgang dauert nur 1 bis 2 Sekunden.

[0058] Bei einem vorgegebenen Schwellenwert reicht der Druck nicht mehr aus, um den Ventilkörper **22** geöffnet zu halten. Der Gegendruckmechanismus **23** verschließt das Auslassventil **19** wieder. In diesem Moment wird der Dreiwegehahn **18** umgestellt, sodass nun die Auslassleitung **17** zum Stellglied **20** freiliegt. Der erste Ausgang zum Auslassventil **19** ist geschlossen.

[0059] Der Gegendruckerzeuger **31** hat inzwischen in der Druckleitung **30** einen Gegendruck aufgebaut, der dem Restdruck des Hochdruckmediums **12** in der Hochdruckkammer **3** standhält. Der Kolben **26** wird durch den Druck des Gegendruckerzeugers **31** soweit wie möglich nach links verlagert. Mittels des Druckübersetzers **25**, d. h. den unterschiedlich großen Flächen der beiden Enden **28**, **29** des Kolben **26**, genügt bereits ein vergleichsweise geringer Druck des Gegendruckerzeugers **31**, um dem deutlich höheren Druck des Hochdruckmediums **12** standzuhalten.

[0060] Der Druck des Gegendruckerzeugers **31** wird nun langsam und stufenlos geregelt verringert, um den Kolben **26** langsam nach rechts zu bewegen. Durch das Nachströmen des Hochdruckmediums **12** verringert sich der Druck in der Hochdruckkammer **3**. In dieser zweiten Phase des Druckabbaus kann die Druckabbaurate erheblich niedriger sein als in der

ersten, schnellen Phase des Druckabbaus. Dies ermöglicht einen sanften Übergang über einen kritischen Druckbereich, bei dem ansonsten bei einem zu schnellen Druckabbau unerwünschte Schäden und Nebenwirkungen an den Produkten **2** oder an der Verpackung der Produkte **2** auftreten könnten.

[0061] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 erfolgt der Druckabbau in der zweiten Phase dadurch, dass das Stellglied **20'** das Auslassventil **19** mechanisch öffnet, wobei die Größe der Öffnung zwischen dem Ventilkörper **22** und dem Ventilsitz **24** die Druckabbaurate bestimmt. Der Druck in der Hochdruckkammer **3** könnte dadurch langsam über den kritischen Druckbereich abgesenkt werden. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 kann in einer dritten Phase des Druckabbaus wieder eine hohe Druckabbaurate erzielt werden, indem der Dreiwegehahn **18** zur Beipassleitung **36** geöffnet wird. Über die Bypassleitung **36** kann das Hochdruckmedium **12** nun vergleichsweise schnell aus der Hochdruckkammer **3** in das Reservoir **11** zurückfließen. Beim Ausführungsbeispiel in Fig. 1 kann ebenfalls eine entsprechende Bypassleitung **36** vorgesehen werden.

[0062] Ausgehend von den dargestellten Ausführungsbeispielen können die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** und das erfindungsgemäße Verfahren in vielfacher Hinsicht abgewandelt werden. Beispielsweise kann die Hochdruckkammer **3** eine zweite Öffnung **5** erhalten, sodass sie zur Erhöhung der Taktleistung gleichzeitig be- und entladen werden kann. Die Druckschwelle, bei der das Auslassventil **19** von selbst wieder schließt, kann einstellbar sein, um das Verfahren an unterschiedliche Produkte **2** anpassen zu können. Insbesondere kann der Übergang von der ersten zur zweiten Phase des Druckabbaus veränderbar sein.

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

- EP 0588010 A1 **[0008]**
- EP 0689391 B1 **[0008]**
- EP 0752211 B1 **[0008]**
- EP 1100340 B1 **[0008]**
- DE 4226255 A1 **[0008]**
- DE 3734025 C2 **[0008]**
- EP 1112008 B1 **[0008]**
- EP 1201252 B1 **[0008]**
- DE 19649952 A1 **[0008]**
- DE 19738800 A1 **[0008]**
- DE 19939677 A1 **[0008]**
- DE 2611389 A1 **[0008]**
- DE 19801031 C2 **[0008]**
- DE 196536 C1 **[0008]**
- EP 0748592 B1 **[0008]**
- EP 0683986 B1 **[0008]**
- DE 10101958 A1 **[0008]**
- DE 102005011868 A1 **[0008]**
- WO 2006/097248 A1 **[0008]**
- WO 2006/129180 A1 **[0009, 0009, 0009]**

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zur Hochdruckbehandlung von Produkten (**2**), insbesondere von verpackten Lebensmitteln, mit einer Hochdruckkammer (**3**) und einem Auslassventil (**19**) zum Auslassen von Hochdruckmedium (**12**) aus der Hochdruckkammer (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein regel- oder steuerbares Stellglied (**20**) vorgesehen ist, mittels dessen die Rate des Druckabbaus in der Hochdruckkammer (**3**) zumindest über einen vorgegebenen Druckbereich regelbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) stufenlos einstellbar ist, so dass auch die Rate des Druckabbaus stufenlos einstellbar ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) einen Druckübersetzer (**25**) aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**, **20'**) mittels des in einer Druckleitung (**30**) herrschenden Drucks oder mittels eines Motors steuerbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) mittels Druckluft oder hydraulisch steuerbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslassventil (**19**) ein Rückschlagventil ist, welches sich in Bezug auf die Rückschließkraft einstellen lässt.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Hochdruckkammer (**3**) und dem Auslassventil (**19**) ein Absperrventil (**18**) vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Hochdruckkammer (**3**) und dem Auslassventil (**19**) ein Dreiwegehahn (**18**) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Ausgang des Dreiwegehahns (**18**) zum Auslassventil (**19**) und ein zweiter Ausgang des Dreiwegehahns (**18**) zum Stellglied (**20**) führt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) am Auslassventil (**19**) angreift.

11. Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten (**2**), insbesondere von verpackten Lebensmitteln, wobei die Produkte (**2**) in einer Hochdruckkammer (**3**) von einem Hochdruckmedium (**12**) beaufschlagt werden, bevor der Druck in der Hochdruckkammer (**3**) zur Entnahme der Produkte (**2**) verringert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckabbau in einer ersten Phase und einer zweiten Phase erfolgt, wobei die mittlere Druckabbaurate in der ersten Phase höher ist als in der zweiten Phase.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rate des Druckabbaus stufenlos regelbar ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die zweite Phase eine dritte Phase anschließt, in der die mittlere Druckabbaurate wieder höher ist als in der zweiten Phase.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckabbaurate zumindest in der zweiten Phase mittels eines ansteuerbaren Stellglieds (**20**) gesteuert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) einen Druckübersetzer (**25**) aufweist und der am Stellglied (**20**) anliegende Gegendruck zumindest über einen bestimmten Druckbereich stufenlos verringert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**20**) erst zum Druckabbau eingesetzt wird, nachdem der Druck in der Hochdruckkammer (**3**) bis auf einen vorgegebenen Schwellenwert verringert wurde.

17. Vorrichtung (**1**) zur Hochdruckbehandlung von Produkten (**2**), insbesondere von verpackten Lebensmitteln, mit einer durch mindestens einen Verschlussstopfen (**6**) druckdicht verschließbaren Hochdruckkammer (**3**), dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**1**) eine Entlüftungsbohrung (**32**) aufweist, mittels derer die Hochdruckkammer (**3**) entlüftet werden kann, auch wenn die Hochdruckkammer (**3**) mittels des mindestens einen Verschlussstopfens (**6**) bereits verschlossen ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsbohrung (**32**) druckdicht verschließbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsbohrung (**32**) im oberen Bereich der Hochdruckkammer (**3**) angeordnet ist.

20. Verfahren zur Hochdruckbehandlung von Produkten (**2**), insbesondere von verpackten Lebensmitteln, wobei die Produkte (**2**) in einer durch mindestens einen Verschlussstopfen (**6**) druckdicht ver-

schließbaren Hochdruckkammer (**3**) von einem Hochdruckmedium (**12**) beaufschlagt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckkammer (**3**) nach dem Schließen des mindestens einen Verschlussstopfens (**6**) und während des Befüllens der Hochdruckkammer (**3**) mit dem Hochdruckmedium (**12**) entlüftet wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Verschlussstopfen (**6**) eine geöffnete Stellung sowie eine erste und eine zweite geschlossene Stellung einnehmen kann, wobei der Verschlusstopfen (**6**) von der ersten geschlossenen Stellung zur zweiten geschlossenen Stellung gebracht wird, nachdem das Entlüften der Hochdruckkammer (**3**) abgeschlossen wurde.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

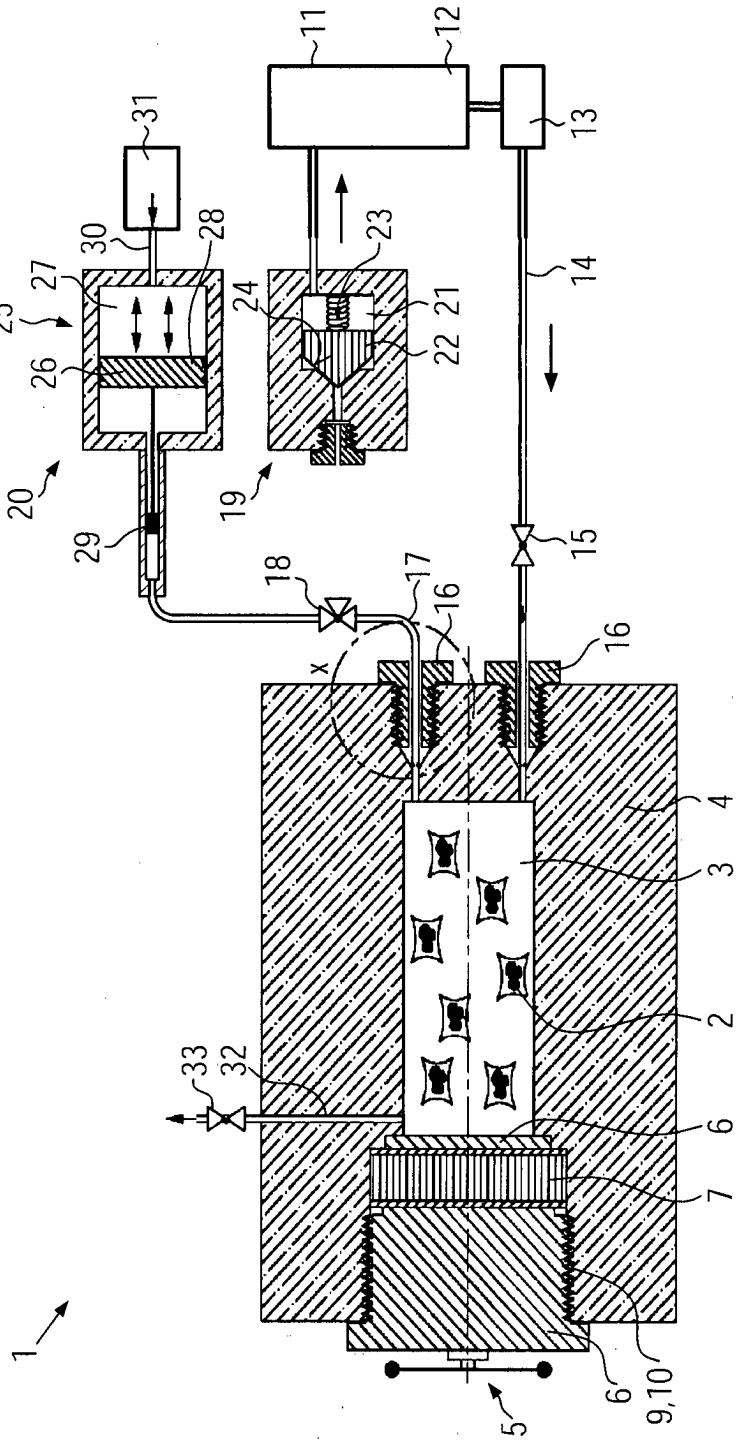


FIG. 1

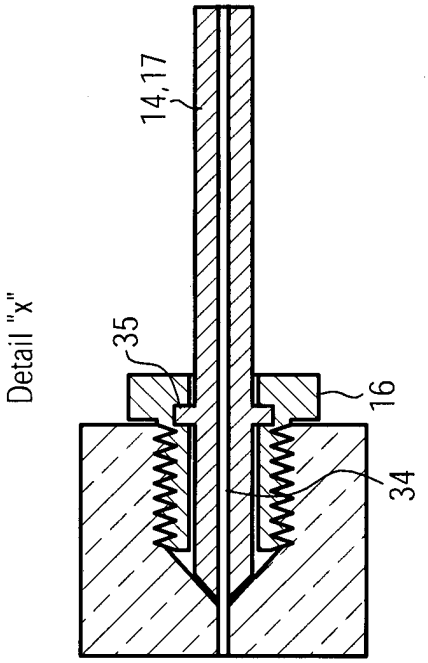


FIG. 2

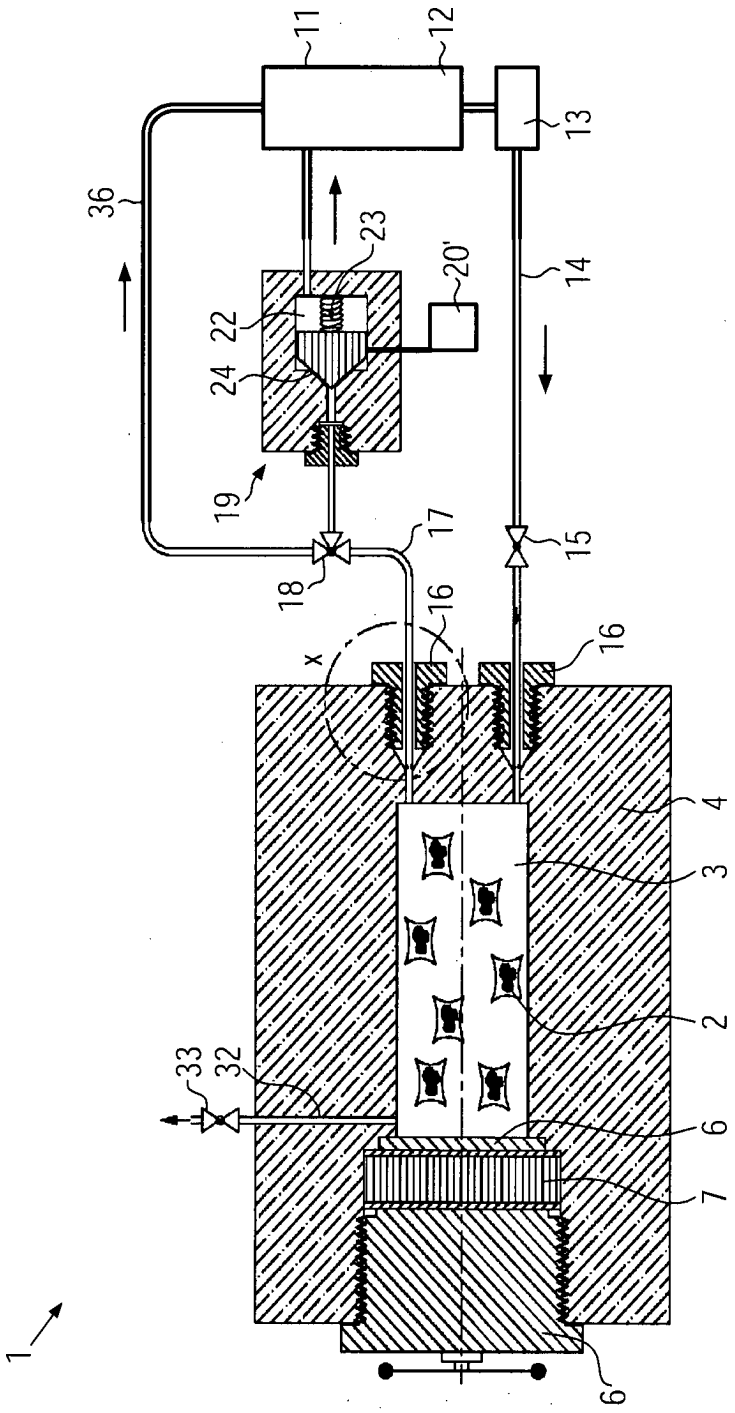


FIG. 3

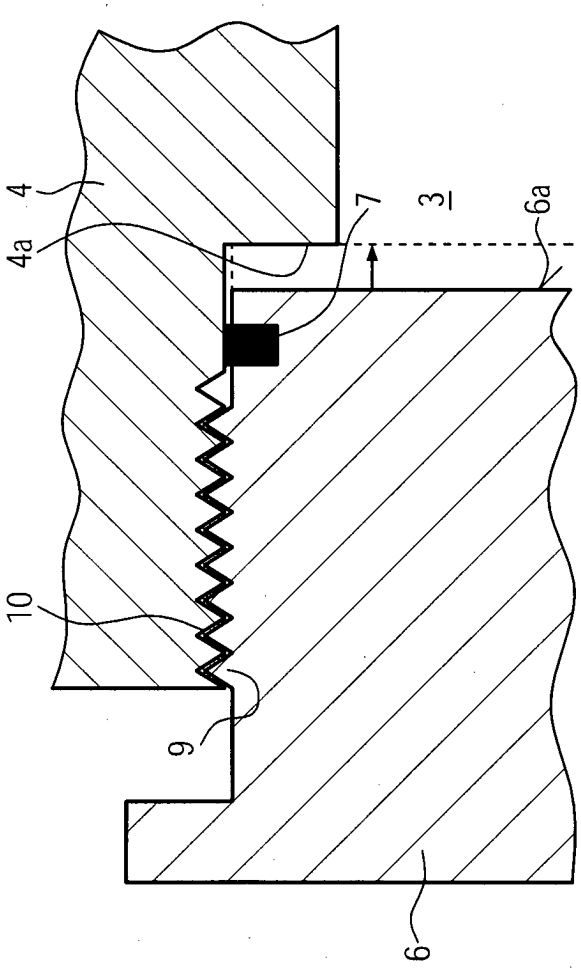


FIG. 4