

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50496/2023
(22) Anmeldetag: 23.06.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2024

(51) Int. Cl.: **B29C 48/255** (2019.01)
B29C 48/30 (2019.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102021110843 A1
DE 202009011114 U1
DE 1231001 B
DE 102018216152 A1

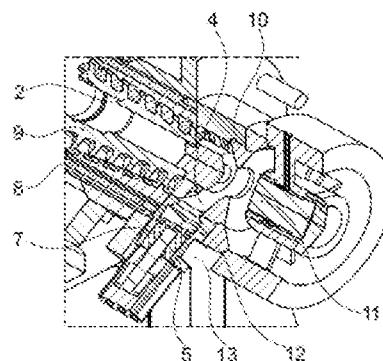
(73) Patentinhaber:
Andritz Feed & Biofuel A/S
6705 ESBJERG (DK)

(72) Erfinder:
NIELSEN Simon
6683 Fovling (DK)
HANSEN Peter
6710 Esbjerg (DK)
LASSEN Steen
6710 Hjerling (DK)
HANSEN Ernst
6740 Bramming (DK)
BLOK Jesper
6740 Bramming (DK)

(74) Vertreter:
Anzel Andreas Dr.
8045 Graz (AT)

(54) EXTRUDER UND VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES EXTRUDERS

(57) Die Erfindung betrifft einen Extruder umfassend einen als Matrize (3) ausgebildeten Auslass und einen vor der Matrize (3) angeordneten zweiten Auslass (4). Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Auslass (4) als Druckregelvorrichtung zur Regelung des Drucks an der Matrize (3) ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Regelung des Drucks an einer Matrize (3) eines Extruders. Die Erfindung erlaubt den Einsatz von optimierten Matrizen an Extrudern für Hochdruckanwendungen.



Beschreibung

EXTRUDER UND VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES EXTRUDERS

[0001] Die Erfindung betrifft einen Extruder zur Extrusion eines Materials, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, umfassend einen Einlass zur Zuführung des Materials, einen Verarbeitungsbereich zur Erhöhung des Drucks des Materials und einen als Matrize ausgebildeten Auslass zur Extrusion des Materials, wobei zwischen dem Einlass und der Matrize ein zweiter Auslass angeordnet ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Regelung des Drucks an einer Matrize eines Extruders, wobei dem Extruder über einen Einlass Material, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, zugeführt, der Druck des Materials in einem Verarbeitungsbereich des Extruders erhöht und das Material durch einen als Matrize ausgebildeten Auslass extrudiert wird.

[0002] In der Lebensmittel- bzw. Futtermittelindustrie erlauben Extruder zum einen eine Konditionierung und zum anderen die Formgebung des Materials, wobei das Material unter Druck kontinuierlich aus einem Auslass des Extruders - der Matrize - herausgepresst wird. Schneckenextruder bzw. Schneckenpressen stellen eine typische Bauform dar. Das Material wird kontinuierlich über einen Einlass dem Verarbeitungsbereich des Extruders zugeführt und über die Schnecke in einer Axialrichtung des Extruders zum Auslass - bzw. der Matrize - gefördert. Im Verarbeitungsbereich wird das Material zwischen der Schnecke und der Trommel verdichtet und auf den für die Extrusion erforderlichen Druck gebracht. Im Auslassbereich wird auf einen homogenen Austrag abgestellt, was durch die Matrize erreicht wird. Extruder werden typischerweise für hohe Nominaldrücke, z.B. 150 bar, ausgelegt, wobei die einzelnen Komponenten des Extruders diesen Belastungen gewachsen sein müssen. Dabei treten insbesondere an der Matrize diese höchsten Belastungen auf, wobei an die Matrize zusätzlich qualitative Erwartungen hinsichtlich des erzeugten Extrudats gestellt werden.

[0003] So offenbart die EP3539748A1 eine Schneckenpresse zur Extrusion von Lebens- bzw. Futtermitteln, wobei das Material durch eine Matrize extrudiert und von einer Messereinheit abgenommen wird. Der Extruder umfasse weiter ein „sanitary start-up and discharge system (SSDS)“, wobei ein Ventil innerhalb der Trommel stromabwärts vom Verarbeitungsbereich des Extruders und stromaufwärts der Matrize angeordnet ist. Beim Anfahren bzw. Abschalten des Extruders wird das Ventil vollständig geschlossen, und sämtliches Material wird durch einen Bypass-Auslass aus dem Extruder ausgeleitet. Im Betrieb wird sämtliches Material durch das Ventil und die Matrize, jedoch kein Material durch den Bypass-Auslass geleitet. Um einen kontrollierten Druck im Verarbeitungsbereich aufzubauen, kann das Ventil im Betrieb auch teilweise geschlossen sein, und so neben dem Druck im Verarbeitungsbereich auch die spezifische mechanische Energie geregelt werden.

[0004] Die DE102021110843A1 offenbart eine additive Fertigungsverfahren zur extrusionsbasierten Herstellung eines Formkörpers, wobei über einen ersten Verbindungskanal Baumaterial von einem Ausgang der Plastifiziereinrichtung zu der Austrittsöffnung der Druckdüse führbar ist und über einen weiteren Verbindungskanal Baumaterial zu einem Aufnahmebereich führbar ist, der nicht der Austrittsöffnung der Druckdüse entspricht.

[0005] DE202009011114U1 offenbart eine Granuliertvorrichtung und Anfahrventil mit einem beweglich gelagerten Ventilkorpus zur Durchlasssteuerung, Absperrung und/oder Umleitung des Schmelzeflusses durch einen Schmelzekanal, wobei der Ventilkorpus zumindest einen Durchlassabschnitt besitzt, der je nach Stellung des Ventilkorpus den Schmelzekanal mehr oder weniger versperrt.

[0006] Die DE1231001B widmet sich einem Spritzkopf von Schneckenstrangpressen zur Verarbeitung thermoplastischer Werkstoffe, wobei im Spritzkopf ein zum Spritzmundstück und ein zu einem verschließbaren Nebenauslaß führender Zweigkanal vorgesehen ist, wobei ein Umschalt- und Drosselorgan eingebaut ist, das in der einen Endstellung den zum Spritzmundstück führenden Zweigkanal verschließt und dabei den Nebenauslaß offenhält, während in der anderen Endstellung umgekehrt der zum Spritzmundstück führende Zweigkanal geöffnet und der Zweigkanal

zum Nebenauslaß geschlossen ist.

[0007] Die DE102018216152A1 betrifft eine Regel- und Verschlusseinrichtung für extrudierten plastisch verformbaren Werkstoff, wobei ein erster Kolben und ein zweiter Kolben von zwei gegenüberliegenden Seiten in einen Kanal geführt sind. Dabei ist in einem der Kolben eine Öffnung ausgebildet, die in einen durch diesen Kolben geführten Kanal mündet, der in eine Bypassdüse mündet.

[0008] Ziel der Erfindung ist ein Extruder, der eine verbesserte Regelung des Drucks am Auslass, bzw. an der der Matrize, erlaubt und dabei kompakt aufgebaut, im Betrieb robust und einfach nachzurüsten ist. Insbesondere soll die Erfindung eine energieeffiziente Regelung des Drucks erlauben. Die flexible Verwendung unterschiedlicher Matrizen und die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Extrudats, insbesondere mit kleinem Durchmesser, ist ebenso Ziel der Erfindung, wobei der sichere Betrieb des Extruders bzw. der Matrizen wichtig ist.

[0009] Dies gelingt erfindungsgemäß dadurch, dass der zweite Auslass als Druckregelvorrichtung zur Regelung des Drucks an der Matrize ausgebildet ist, wobei zur Regelung des Drucks an der Matrize ein Teilstrom des Materials durch den zweiten Auslass aus dem Extruder ausführbar ist. Der zweite Auslass erlaubt insbesondere im Betrieb des Extruders die Regelung des Drucks an der Matrize. Dabei ist der zweite Auslass zwischen dem Einlass und der Matrize, insbesondere zwischen dem Verarbeitungsbereich und der Matrize, angeordnet. Der Extruder umfasst eine von einer Trommel umgebene Schnecke, wobei die Schnecke eine Wendel umfasst und rotierbar in der Trommel angeordnet ist. Im zwischen der Trommel und der Schnecke ausgebildeten Verarbeitungsbereich wird das Material verdichtet und auf den für die Extrusion erforderlichen Druck gebracht. Durch die Möglichkeit, im Betrieb des Extruders einen Teilstrom des Materials durch den zweiten Auslass auszuführen, kann der Druck an der Matrize gezielt geregelt werden. Dazu wird bei Auftreten eines unerwünscht hohen Drucks an der Matrize der zweite Auslass geöffnet, um einen Teilstrom des Materials auszuführen, bzw. wird der über den zweiten Auslass geführte Teilstrom weiter vergrößert. Umgekehrt kann bei geöffnetem zweiten Auslass und einem Unterschreiten des gewünschten Drucks an der Matrize der über den zweiten Auslass geführte Teilstrom solange reduziert werden, bis der gewünschte Druck an der Matrize wieder eingestellt ist. Die erfindungsgemäße Lösung ist besonders kompakt und einfach nachzurüsten, da die Wirkung durch den zweiten Auslass erzielt wird und insbesondere innerhalb der Trommel keine Einbauten vor der Matrize erforderlich sind. Die Lösung ist robust, da der zweite Auslass nur bei Regelbedarf aktiviert bzw. ein Teilstrom durch diesen ausgeführt wird und nicht permanent sämtliches Material diesen durchströmt. Daraus ergibt sich auch die vorteilhafte Energieeffizienz der erfindungsgemäßen Lösung - das durch den Auslass, insbesondere die Matrize, geführte Material erfährt keinerlei zusätzlichen Druckverlust, da innerhalb der Trommel keine einen Druckverlust verursachende Einbauten vor der Matrize erforderlich sind. Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt so, verschiedenste gewünschte Betriebsdrücke, unabhängig und insbesondere entfernt von einem Nominaldruck, d.h. maximal zulässigen Druck, des Extruders sicher und konstant einzustellen. Der gewünschte Betriebsdruck kann beispielsweise dem Nominaldruck optimierter Matrizen entsprechen. Da verschiedene eingesetzte Matrizen verschiedene Nominaldrücke aufweisen können, erlaubt die erfindungsgemäße Lösung einen sicheren Betrieb des Extruders beim jeweiligen Nominaldruck der Matrize auch weit unterhalb des Nominaldrucks des Extruders. Bei der Extrusion wird Material durch Öffnungen der Matrize, z.B. Bohrungen, gepresst, wobei die Öffnungen einen Durchmesser aufweisen und Extrudat mit einem entsprechenden Durchmesser ausgebildet wird. Unter Matrizendicke versteht man im Wesentlichen die Länge der Öffnungen der Matrize in Extrusionsrichtung. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass die Qualität des Extrudats, zum Beispiel Dichte, Festigkeit, Wasserbeständigkeit etc., abhängig ist vom Verhältnis der Matrizendicke zum Durchmesser des durch die Matrize gepressten Extrudats. So wurde festgestellt, dass zum Erhalt der Qualität bei abnehmendem Durchmesser des Extrudats bzw. der Öffnungen der Matrize, auch eine Matrize mit einer abnehmenden Matrizendicke eingesetzt werden sollte. Damit geht aber eine abnehmende Festigkeit der Matrize und eine zunehmende Bedeutung der Regelung des Betriebsdrucks und insbesondere der Beschränkung des Betriebsdrucks entsprechend dem Nominaldruck der Matrize einher.

[0010] Ebenso vorteilhaft erweist sich ein Extruder, wobei der zweite Auslass am Umfang des Extruders angeordnet ist, die Druckregelvorrichtung eine von dem Teilstrom durchströmbare Regelfläche umfasst und die Größe der Regelfläche zur Regelung des Teilstroms einstellbar ist. Die Anordnung des zweiten Auslasses am Umfang des Extruders ist insbesondere kompakt und einfach nachzurüsten, beispielsweise durch Anordnung der vorteilhaften Druckregelvorrichtung zwischen dem Verarbeitungsbereich und der Matrize. Insbesondere wird innerhalb der Trommel auf Einbauten vor der Matrize verzichtet, was einen energieeffizienten und robusten Betrieb ermöglicht. Weiter umfasst die Druckregelvorrichtung eine von dem Teilstrom durchströmbare Regelfläche, wobei die Größe der Regelfläche zur Regelung des Teilstroms einstellbar ist. Das Einstellen der Größe der Regelfläche erlaubt unmittelbar das Einstellen des durch den zweiten Auslass geführten Teilstroms. Bei maximaler Öffnung der Regelfläche wird ein maximaler Teilstrom durch den zweiten Auslass geführt. Hingegen ist bei vollständiger Schließung der Regelfläche kein Teilstrom durch den zweiten Auslass führbar.

[0011] Vorteilhafterweise ist die Druckregelvorrichtung als Armatur, insbesondere als Ventil, Schieber oder Klappe, ausgebildet, und erlaubt eine einfache und genaue Einstellung der Größe der Regelfläche der Druckregelvorrichtung.

[0012] In einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist die Regelfläche unmittelbar vom zweiten Auslass umfasst. So kann beispielsweise ein Schieber dazu verwendet werden den zweiten Auslass nicht, teilweise oder ganz abzudecken, um so eine in der Größe einstellbare Regelfläche auszubilden.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Regelfläche getrennt vom zweiten Auslass ausgebildet. Dabei umfasst in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung die Druckregelvorrichtung einen beweglichen Kolben, welcher Kolben insbesondere in einer Radialrichtung des Extruders beweglich ist und welcher Kolben ausgebildet ist, in einer ersten Stellung den zweiten Auslass in der Trommel des Extruders zu verschließen und in einer zweiten Stellung den zweiten Auslass freizugeben, wobei die Größe der Regelfläche zur Regelung des Teilstroms durch eine Positionierung des Kolbens zwischen der ersten Stellung und der zweiten Stellung einstellbar ist. Dabei ist die Regelfläche beispielsweise durch eine Verschneidung des Kolbens mit einem insbesondere tangential zum Extruder angeordneten Kanal ausgebildet, wobei durch die insbesondere radiale Bewegung des Kolbens aus der ersten Stellung in die zweite Stellung ein zunehmender Teilstrom durch den Kanal aus dem Extruder ausführbar ist. Diese Anordnung ist kompakt und erlaubt die effizientere Ausführung auch größerer Teilstrome aus dem Extruder.

[0014] Vorteilhaft ist ein Extruder, wobei sich die Größe der Regelfläche in Abhängigkeit vom Druck am zweiten Auslass und einer in der Druckregelvorrichtung, insbesondere durch eine Feder, eine Spindel, hydraulisch, pneumatisch oder über Aktuatoren, gebildeten entgegenwirkenden Kraft ausbildet. Dabei wird in der Druckregelvorrichtung eine dem am zweiten Auslass wirkenden Druck entgegenwirkende Kraft gebildet bzw. eingestellt, beispielsweise durch eine Feder, eine Spindel, hydraulisch, pneumatisch oder über Aktuatoren. Bei einem niedrigen Druck am zweiten Auslass und einer gegebenen - dem Druck entgegenwirkenden und diesen übersteigenden - Kraft ist sichergestellt, dass kein Teilstrom aus dem zweiten Auslass austritt, bzw. dass die Größe der Regelfläche minimal bzw. die Regelfläche verschlossen ist. Mit zunehmendem Druck am zweiten Auslass wird der Druck am zweiten Auslass einen Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung bzw. die in der Druckregelvorrichtung gebildete, entgegenwirkende Kraft übersteigen. Dies führt in Folge zum Austritt eines Teilstroms durch den zweiten Auslass, bzw. zum Öffnen bzw. Vergrößern der Regelfläche. In einer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Druckregelvorrichtung beispielsweise einen insbesondere radial zum Extruder beweglich angeordneten Zylinder, auf welchen zum einen eine in der Druckregelvorrichtung, beispielsweise durch eine Feder, hydraulisch, pneumatisch oder über einen Aktuator, gebildete Kraft, und zum anderen der Druck am zweiten Auslass wirkt. Dabei verschließt der Zylinder den zweiten Auslass solange die gebildete Kraft den Druck am zweiten Auslass übersteigt. Bzw. gibt der Zylinder den zweiten Auslass bzw. die Regelfläche zumindest teilweise frei, sobald der am zweiten Auslass auf den Zylinder wirkende Druck die entgegenwirkende Kraft übersteigt. Vorteilhafterweise bildet sich derart die Größe der Regelfläche selbstständig aus, wobei nur die gewünschte entgegenwirkende

Kraft und somit der Ansprechdruck einzustellen ist.

[0015] Ebenso vorteilhaft ist ein Extruder, wobei die Druckregelvorrichtung einen insbesondere einstellbaren Ansprechdruck aufweist, und bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, kleiner dem Ansprechdruck kein Material durch den zweiten Auslass ausführbar ist und bei einem Druck gleich bzw. größer dem Ansprechdruck zumindest ein Teilstrom des Materials durch den zweiten Auslass ausführbar ist. Durch einen insbesondere einstellbaren Ansprechdruck, kann die Druckregelvorrichtung optimal auf die Verwendung von Matrizen mit unterschiedlichen Nominaldrücken abgestimmt werden, was eine verbesserte Betriebssicherheit des Extruders sicherstellt. Vorteilhafterweise wird der Druck an der Matrize erhoben, womit der unmittelbar relevante Druck für den sicheren Betrieb von Matrizen mit unterschiedlichem Nominaldruck erhoben wird. Der Druck an der Matrize kann beispielsweise als Regelgröße zur Druckregelvorrichtung zurückgeführt werden, um den Ansprechdruck entsprechend zu stellen. Ebenso vorteilhaft kann der Druck am zweiten Auslass erhoben werden, wobei der Druck am zweiten Auslass als Maß für den Druck an der Matrize dienen kann, wobei eine Regelung basierend auf dem Druck des zweiten Auslasses eine vorteilhafte selbständige Regelung der Druckregelvorrichtung ermöglicht.

[0016] Besonders vorteilhaft ist ein Extruder, wobei die Matrize einen Identifikator zur Bezeichnung eines Nominaldrucks und der Extruder ein Auslesemittel zur Auslesung des Nominaldrucks umfasst, wobei der Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung entsprechend dem ausgelesenen Nominaldruck einstellbar ist. Dies erlaubt einen besonders sicheren Betrieb des Extruders mit Matrizen, deren Nominaldruck stark vom Nominaldruck des Extruders abweicht. Durch das unmittelbare Auslesen des zulässigen Nominaldrucks und durch die Verarbeitung dieser Information zu einem Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung ist eine Fehlbedienung des Extruders durch zu hohe Drücke ausgeschlossen. Dabei kann der Identifikator auf der Matrize beispielsweise als Seriennummer, Strichcode, RFID oder Ähnlichem ausgeführt sein. Besonders vorteilhaft ist das automatisierte Stellen des Ansprechdrucks der Druckregelvorrichtung, z.B. durch automatisiertes Stellen der in der Druckregelvorrichtung zu bildenden, entgegenwirkenden Kraft.

[0017] Ebenso günstig ist ein Extruder, wobei die Druckregelvorrichtung zwischen dem Einlass und einer vor der Matrize angeordneten Ventilplatte, bzw. insbesondere zwischen dem Verarbeitungsbereich und der Ventilplatte angeordnet ist. Die Ventilplatte kann beispielsweise als Venturiplatte ausgeführt sein. Durch die Anordnung des zweiten Auslasses bzw. der Druckregelvorrichtung vor der Venturiplatte ist eine besonders gleichmäßige Verteilung des Materials nach der Venturiplatte und vor der Matrize sichergestellt. Besonders vorteilhaft ist weiter ein Extruder, wobei eine Schließvorrichtung zum Verschließen der Ventilplatte, zwischen der Ventilplatte und der Matrize angeordnet ist. Dies erlaubt sicherzustellen, dass kein Material zur Matrize führbar ist, was ein sicheres Arbeiten, z.B. im Rahmen eines Serviceeinsatzes, an der Matrize ermöglicht.

[0018] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Regelung des Drucks an einer Matrize eines Extruders, wobei dem Extruder über einen Einlass Material, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, zugeführt, der Druck des Materials in einem Verarbeitungsbereich des Extruders erhöht und das Material durch einen als Matrize ausgebildeten Auslass extrudiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilstrom des Materials zwischen dem Einlass und der Matrize über einen als Druckregelvorrichtung ausgebildeten zweiten Auslass ausgeführt wird. Insbesondere kann der Teilstrom des Materials auch zwischen dem Verarbeitungsbereich und der Matrize über einen als Druckregelvorrichtung ausgebildeten zweiten Auslass ausgeführt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt einen sicheren Betrieb des Extruders, da die Einhaltung der Nominaldrücke des Extruders bzw. der Matrizen sichergestellt ist, wobei erfindungsgemäß nur im Bedarfsfall ein Teilstrom über die Druckregelvorrichtung aus dem Extruder ausgeführt wird. Dies erlaubt den erfindungsgemäßen effizienten Betrieb, da kein zusätzlicher Druckverlust innerhalb der Trommel verursacht wird und insbesondere innerhalb der Trommel keine einen Druckverlust verursachende Einbauten vor der Matrize erforderlich sind.

[0019] Entsprechend einer weiteren günstigen Ausgestaltung des Verfahrens wird der Teilstrom des über den zweiten Auslass ausgeführten Materials über die Größe einer vom Teilstrom durch-

strömten Regelfläche eingestellt. Dies erlaubt den durch den zweiten Auslass geführten Teilstrom unmittelbar einzustellen. Bei maximaler Öffnung der Regelfläche wird ein maximaler Teilstrom, bzw. bei vollständiger Schließung der Regelfläche kein Teilstrom durch den zweiten Auslass geführt.

[0020] Besonders günstig ist ein Verfahren, wobei die Druckregelvorrichtung bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, kleiner einem insbesondere einstellbaren Ansprechdruck den zweiten Auslass verschließt und bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, gleich oder größer dem Ansprechdruck den zweiten Auslass zumindest teilweise öffnet. Dabei bleibt der Betrieb der Matrize bei Drücken kleiner dem insbesondere einstellbaren Ansprechdruck vollkommen unbeeinflusst. Zugleich ist sichergestellt, dass bei Überschreiten des Ansprechdrucks der Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, gezielt reduziert wird, um ein Versagen des Extruders in Folge zu hoher Betriebsdrücke zu verhindern. Vorteilhafterweise wird der Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung abhängig von einem Nominaldruck der Matrize eingestellt. Die Matrize stellt im Regelfall eine druckbegrenzende Komponente des Extruders dar, womit gerade die Absicherung des Extruders über den Nominaldruck der Matrize vorteilhaft ist. Ebenso günstig ist ein Verfahren, wobei bei Überschreiten des Ansprechdrucks der Massenfluss des Materials und / oder die Viskosität des Materials, beispielsweise durch Erhöhung des Feuchtigkeitsgehalts des Materials, insbesondere durch Zumischung von Wasser zum Material, erniedrigt wird. Dies erlaubt eine besonders schnelle Einstellung der gewünschten Drücke, insbesondere an der Matrize oder dem zweiten Auslass, sowie einen vergrößerten Regelbereich der Druckregelvorrichtung.

[0021] Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

[0022] Fig. 1 zeigt einen Extruder entsprechend dem Stand der Technik.

[0023] Fig. 2 zeigt eine Matrize entsprechend dem Stand der Technik.

[0024] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Extruder.

[0025] Fig. 4 zeigt einen weiteren Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Extruder.

[0026] Fig. 1 zeigt einen Extruder entsprechend dem Stand der Technik, wobei ein Material, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, über den Einlass 1 dem Extruder zugeführt wird. Der Extruder umfasst weiter einen Verarbeitungsbereich 2, der zwischen einer Trommel 8 und einer Schnecke 9 ausgebildet ist, wobei das Material im Verarbeitungsbereich verdichtet und auf den für die Extrusion erforderlichen Druck gebracht wird. Das verdichtete Material wird nach dem Verarbeitungsbereich einer Ventilplatte 10 zugeführt, welche eine gleichmäßige Verteilung des Materials vor der Matrize sicherstellt und schließlich durch die Matrize 3 extrudiert.

[0027] Fig. 2 zeigt eine Matrize 3 entsprechend dem Stand der Technik, wobei das im Verarbeitungsbereich 2 des Extruders verdichtete Material durch die Öffnungen der Matrize, z.B. Bohrungen, gepresst wird. Entsprechend dem Durchmesser der Öffnungen wird ein Extrudat mit entsprechendem Durchmesser ausgebildet. Die Matrizendicke bezeichnet im Wesentlichen die Länge der Öffnungen der Matrize in Extrusionsrichtung. In Fig. 2 ist erkennbar, dass die so definierte Matrizendicke die geringste Dicke der Matrize bezeichnet. Die Matrizendicke hat eine wesentliche Bedeutung für die Festigkeit der Matrize und bestimmt den für die Matrize zulässigen Nominaldruck.

[0028] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Extruder, wobei der zweite Auslass 4 als Druckregelvorrichtung zur Regelung des Drucks an der Matrize 3 ausgebildet ist, und zur Regelung des Drucks an der Matrize 3 ein Teilstrom des Materials durch den zweiten Auslass 4 ausführbar ist. Dabei ist der zweite Auslass 4 am Umfang des Extruders in der Trommel 8 angeordnet, wobei die Druckregelvorrichtung eine vom dem Teilstrom durchströmbare Regelfläche 12 umfasst und die Größe der Regelfläche 12 einstellbar ist. In Fig. 3 umfasst die Druckregelvorrichtung einen beweglichen Kolben 5, welcher Kolben 5 insbesondere in einer Radialrichtung des Extruders beweglich ist und welcher Kolben 5 ausgebildet ist in einer ersten Stellung 6, welche im oberen Bild der Fig. 3 dargestellt ist, den zweiten Auslass 4 zu verschließen und in

einer zweiten Stellung 7, welche im unteren Bild der Fig. 3 dargestellt ist - den zweiten Auslass 4 freizugeben, wobei die Größe der Regelfläche 12 zur Regelung des Teilstroms durch eine Positionierung des Kolbens 5 zwischen der ersten Stellung 6 und der zweiten Stellung 7 einstellbar ist. So kann durch Bewegen des Kolbens 5 aus der ersten Stellung 6 in Richtung der zweiten Stellung 7 zunehmend Material durch den zweiten Auslass 4 geführt werden, wobei die Regelfläche 12 zunehmend geöffnet bzw. freigegeben wird. Dabei ist die Regelfläche 12 durch eine Verschneidung des Kolbens 5 mit einem insbesondere tangential zum Extruder angeordneten Kanal 13 ausgebildet. Die Größe der Regelfläche 12 bildet sich insbesondere aus in Abhängigkeit vom Druck am zweiten Auslass 4 und einer in der Druckregelvorrichtung, insbesondere hydraulisch oder pneumatisch, gebildeten entgegenwirkenden Kraft. Mit zunehmendem Druck am zweiten Auslass 4 wird dieser den Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung bzw. die in der Druckregelvorrichtung gebildete, entgegenwirkende Kraft übersteigen. Dies führt in Folge zum Öffnen bzw. Vergrößern der Regelfläche. Vorteilhafterweise bildet sich die Größe der Regelfläche selbstständig aus, wobei nur die gewünschte entgegenwirkende Kraft bzw. der Ansprechdruck eingestellt wird. Durch die Einstellbarkeit des Ansprechdrucks ist die Druckregelvorrichtung optimal auf die Verwendung von Matrizen mit unterschiedlichen Nominaldrücken abstimmbare.

[0029] Fig. 4 zeigt einen weiteren Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Extruder, bzw. ist ein Schnitt durch den in Fig. 3 dargestellten Extruder normal zur Längsachse des Extruders durch den zweiten Auslass 4 dargestellt. Im oberen Bild der Fig. 4 ist die erste Stellung 6 des Kolbens 5 dargestellt, wobei der Kolben 5 den zweiten Auslass 4 verschließt. Im unteren Bild der Fig. 4 ist die zweite Stellung 7 dargestellt, wobei der Kolben 5 den zweiten Auslass 4 freigibt. Im unteren Bild der Fig. 4 gibt der Kolben 5 den zweiten Auslass 4 vollständig frei und ebenso ist die Regelfläche 12 maximal geöffnet, um den maximalen Teilstrom durch den zweiten Auslass 4 zu führen.

[0030] Die vorliegende Erfindung bietet zahlreiche Vorteile. Sie erlaubt eine verbesserte und insbesondere energie-effiziente Regelung des Drucks am Auslass, bzw. an der Matrize. Dabei ist die Druckregelvorrichtung kompakt aufgebaut, im Betrieb robust und einfach nachzurüsten.

BEZUGSZEICHEN

- 1 Einlass
- 2 Verarbeitungsbereich
- 3 Matrize
- 4 Zweiter Auslass
- 5 Kolben
- 6 Erste Stellung
- 7 Zweite Stellung
- 8 Trommel
- 9 Schnecke
- 10 Ventilplatte
- 11 Schließvorrichtung
- 12 Regelfläche
- 13 Kanal

Patentansprüche

1. Extruder zur Extrusion eines Materials, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, umfassend einen Einlass (1) zur Zuführung des Materials, einen Verarbeitungsbereich (2) zur Erhöhung des Drucks des Materials und einen als Matrize (3) ausgebildeten Auslass zur Extrusion des Materials, wobei zwischen dem Einlass (1) und der Matrize (3) ein zweiter Auslass (4) angeordnet ist, der zweite Auslass (4) als Druckregelvorrichtung zur Regelung des Drucks an der Matrize (3) ausgebildet ist, wobei zur Regelung des Drucks an der Matrize (3) ein Teilstrom des Materials von innen nach außen durch den zweiten Auslass (4) aus dem Extruder ausführbar ist, die Druckregelvorrichtung eine von dem Teilstrom durchströmbare Regelfläche (12) umfasst und die Größe der Regelfläche (12) zur Regelung des Teilstroms einstellbar ist, wobei die Druckregelvorrichtung einen beweglichen Kolben (5) umfasst, der Kolben (5) ausgebildet ist, in einer ersten Stellung (6) den zweiten Auslass (4) zu verschließen und in einer zweiten Stellung (7) den zweiten Auslass (4) freizugeben, wobei die Größe der Regelfläche (12) zur Regelung des Teilstroms durch eine Positionierung des Kolbens (5) zwischen der ersten Stellung (6) und der zweiten Stellung (7) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Auslass (4) am Umfang des Extruders angeordnet ist und der Kolben (5) außerhalb des zweiten Auslasses (4) angeordnet ist, der Kolben (5) zum Verschließen des zweiten Auslasses (4) von außen gegen den zweiten Auslass (4) führbar ist und der Kolben (5) zum Freigeben des zweiten Auslasses (4) nach außen vom zweiten Auslass weg führbar ist.
2. Extruder nach Anspruch 1, wobei der Kolben (5) in einer Radialrichtung des Extruders beweglich ist.
3. Extruder nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei sich die Größe der Regelfläche (12) in Abhängigkeit vom Druck am zweiten Auslass und einer in der Druckregelvorrichtung, insbesondere durch eine Feder, eine Spindel, hydraulisch, pneumatisch oder über Aktuatoren, gebildeten entgegengewirkenden Kraft ausbildet.
4. Extruder nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Druckregelvorrichtung einen insbesondere einstellbaren Ansprechdruck aufweist, und bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, kleiner dem Ansprechdruck kein Material durch den zweiten Auslass (4) ausführbar ist und bei einem Druck gleich bzw. größer dem Ansprechdruck zumindest ein Teilstrom des Materials durch den zweiten Auslass (4) ausführbar ist.
5. Extruder nach Anspruch 4, wobei die Matrize (3) einen Identifikator zur Bezeichnung eines Nominaldrucks und der Extruder ein Auslesemittel zur Auslesung des Nominaldrucks umfasst, wobei der Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung entsprechend dem ausgelesenen Nominaldruck einstellbar ist.
6. Extruder nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Extruder eine Trommel (8) und eine Schnecke (9) umfasst, die Schnecke (9) drehbar in der Trommel (8) angeordnet ist und der Verarbeitungsbereich (2) zwischen der Trommel (8) und der Schnecke (9) ausgebildet ist.
7. Extruder nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Druckregelvorrichtung zwischen dem Einlass (1) und einer vor der Matrize (3) angeordneten Ventilplatte (10), bzw. Venturiplatte, angeordnet ist.
8. Extruder nach Anspruch 7, wobei eine Schließvorrichtung (11) zum Verschließen der Ventilplatte (10), bzw. Venturiplatte, zwischen der Ventilplatte (10) und der Matrize (3) angeordnet ist.
9. Verfahren zur Regelung des Drucks an einer Matrize (3) eines Extruders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei dem Extruder über einen Einlass (1) Material, insbesondere Lebensmittel oder Futtermittel, zugeführt, der Druck des Materials in einem Verarbeitungsbereich (2) des Extruders erhöht und das Material durch einen als Matrize (3) ausgebildeten Auslass extrudiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teilstrom des Materials zwi-

schen dem Einlass (1) und der Matrize (3) über einen als Druckregelvorrichtung ausgebildeten zweiten Auslass (4) ausgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Teilstrom des über den zweiten Auslass (4) ausgeführten Materials über die Größe einer vom Teilstrom durchströmten Regelfläche (12) eingestellt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei die Druckregelvorrichtung bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, kleiner einem insbesondere einstellbaren Ansprechdruck den zweiten Auslass (4) verschließt und bei einem Druck, insbesondere an der Matrize oder am zweiten Auslass, gleich oder größer dem Ansprechdruck den zweiten Auslass (4) zumindest teilweise öffnet.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Ansprechdruck der Druckregelvorrichtung abhängig von einem Nominaldruck der Matrize (3) eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12, wobei bei Überschreiten des Ansprechdrucks der Massenfluss des Materials und / oder die Viskosität des Materials, beispielsweise durch Erhöhung des Feuchtigkeitsgehalts des Materials, insbesondere durch Zumischung von Wasser zum Material, erniedrigt wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

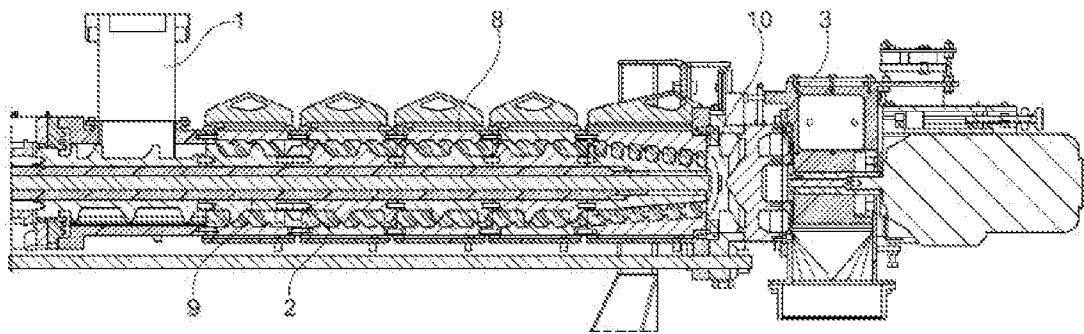


Fig. 1

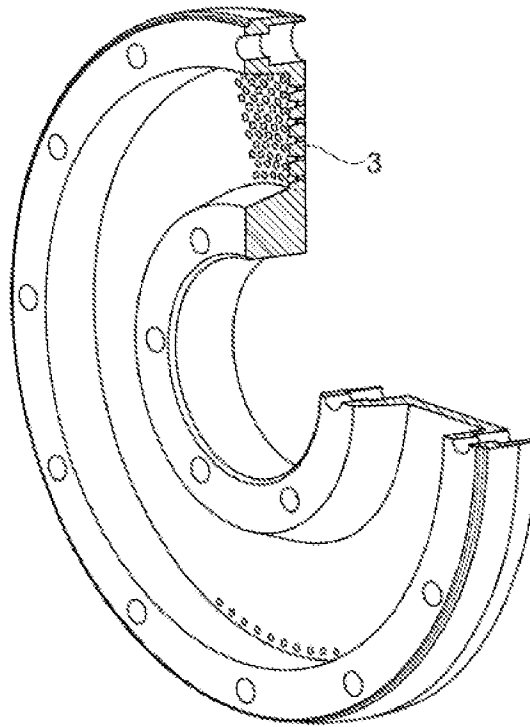


Fig. 2

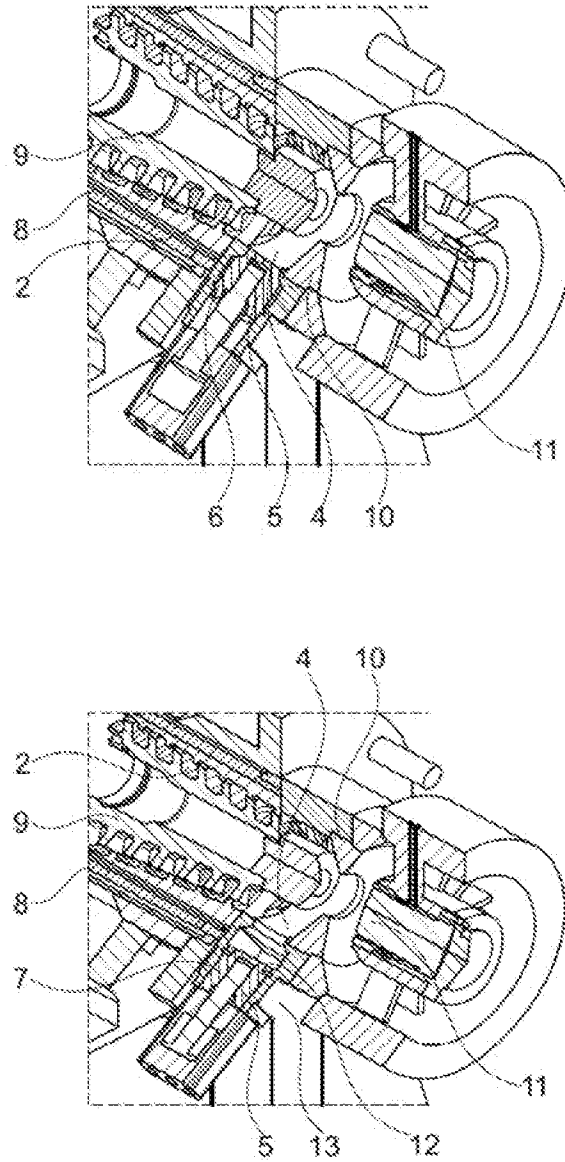


Fig. 3

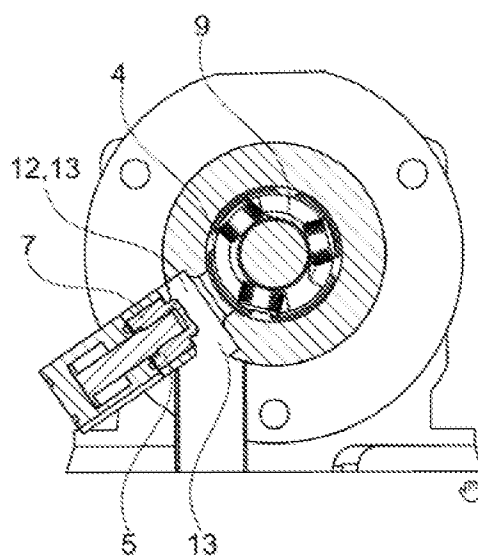
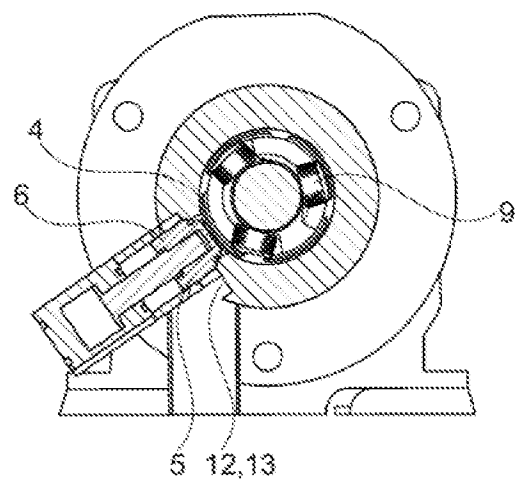


Fig. 4