



(10) **DE 10 2017 123 999 B4** 2021.07.22

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 999.5**
(22) Anmeldetag: **16.10.2017**
(43) Offenlegungstag: **18.04.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.07.2021**

(51) Int Cl.: **B04B 11/00 (2006.01)**
B04B 7/02 (2006.01)
B04B 15/08 (2006.01)
B04B 1/20 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Heinkel Holding GmbH, 74354 Besigheim, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Jeck, Fleck & Partner mbB, 71665
Vaihingen, DE**

(72) Erfinder:
**Königs, Werner, 41366 Schwalmtal, DE; Fiedler,
Helge, 71665 Vaihingen, DE; Hänle, Tobias,
74354 Besigheim, DE; Kögl, Manfred, 74357
Bönningheim, DE**

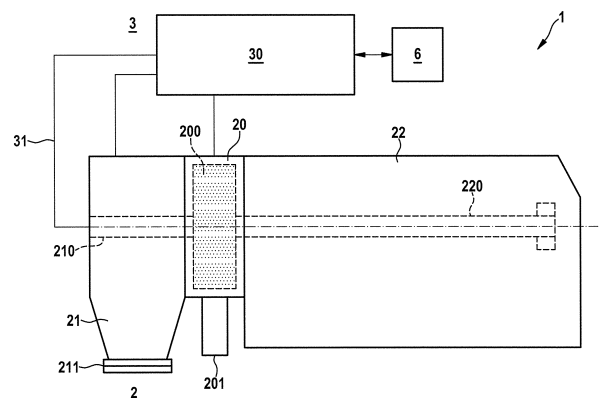
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 46 038	A1
DE	60 2005 006 099	T2
WO	93/ 16 808	A1

(54) Bezeichnung: **Trennvorrichtung für Stoffe mit einer Zentrifuge und Verfahren zum Inertisieren der Trennvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Trennvorrichtung (1) für Stoffe mit einer Zentrifuge (2), einer Steuerungseinrichtung (6) und einer von dieser gesteuerten, eine Leitungsanordnung (31) und Steuerorgane umfassenden Inertisierungseinrichtung (3), die zum Erzeugen einer Inertgasatmosphäre in explosionsgefährdeten Zentrifugenbereichen mit ihren Prozessräumen unter Anwendung einer Durchflussinertisierung ausgebildet ist und eine Leitungsanordnung (31) aufweist, welche mindestens einen Zuleitungsstrang (310, 311) mit mindestens einer Zuführleitung (310a) und mindestens eine Auslassleitung (315) umfasst, wobei die Steuerungseinrichtung (6), die eine Zeitsteuerung aufweist, zur Steuerung der Inertisierung in drei zeitlich und funktionell getrennten Phasen ausgebildet ist mit

a) einer anfänglichen Diagnosephase unter Dichtigkeitsprüfung der Prozessräume,
b) einer anschließenden Spülphase unter Verdrängung von Sauerstoff und Beaufschlagung der Prozessräume mit einer Explosionsschutz bietenden Inertgasmenge und
c) einer Haltephase, in der die Prozessräume gegenüber der Spülphase unter verringerter Durchflussmenge an Inertgas dauerinertisiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerorgane eine steuerbare Ventilanordnung mit mindestens einem in dem mindestens einen Zuleitungsstrang (310, 311) angeordneten einlassseitigen Ventil (40 bis 44) und mit mindestens einem in der mindestens einen Auslassleitung (315) angeordneten auslassseitigen Ventil (49) aufweisen, dass sowohl in der Spülphase ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Trennvorrichtung für Stoffe mit einer Zentrifuge, einer Steuerungseinrichtung und einer von dieser gesteuerten, eine Leitungsanordnung und Steuerorgane umfassenden Inertisierungseinrichtung zum Erzeugen einer Inertgasatmosphäre in explosionsgefährdeten Zentrifugenbereichen mit ihren Prozessräumen unter Anwendung einer Durchflussinertisierung. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Inertisieren einer Zentrifuge aufweisenden Trennvorrichtung.

[0002] Eine gattungsgemäß Trennvorrichtung für Stoffe mit einer Zentrifuge ist in der WO 93/16 808 A1 angegeben. Bei dieser bekannten Trennvorrichtung ist zum Einhalten von Sicherheitsvorschriften einer Inertisierung von explosionsgefährdeten Prozessräumen der Zentrifuge eine von einer Steuerungseinrichtung gesteuerte bzw. geregelte Inertisierung vorgesehen, die eine anfängliche Diagnosephase zur Überprüfung der Dichtigkeit eines geschlossenen Prozessraums, eine anschließende Spülphase mit Inertgas bei erhöhter Durchflussrate und eine nachfolgende Haltephase unter Zuführung von Inertgas bei verringerter Durchflussrate durch den Prozessraum vorgesehen.

[0003] In der DE 196 46 038 A1 ist eine Zentrifuge mit mehreren Prozessräumen, nämlich einer Schleudertrommel, einem Filtratgehäuse und einem Feststoffgehäuse gezeigt. An der Zentrifuge sind Schutzvorrichtungen vorgesehen, mit deren Hilfe in einem den Trommelrand umgebenden Ringspalt ein Strom eines gasförmigen Sperrmediums erzeugbar ist, der einen unerwünschten Übertritt von gasförmigen, flüssigen und/oder festen Stoffen zwischen Filtrat- und Feststoffgehäuse verhindert. Das Sperrmedium wird von Luft oder einem Inertgas gebildet.

[0004] Die DE 60 2005 006 099 T2 zeigt eine Prozessapparatur für einen Durchlaufbrennofen und ein Verfahren zur Herstellung eines porösen Keramikglieds.

[0005] Verfahren zur Durchflussinertisierung werden bekanntermaßen bei derartigen Trennvorrichtungen zur Einhaltung gesetzlicher Sicherheitsvorschriften, namentlich bezüglich Explosionsschutz, angewendet. Insbesondere bei der Separation von explosionsgefährdeten Stoffen ist eine Inertisierung von Prozessräumen der Trennvorrichtung erforderlich, um die Entstehung eines explosionsgefährdeten Gemisches in der Zentrifuge zu vermeiden. Bei der Durchflussinertisierung wird ein Oxidationsmittel, in der Regel Luft mit darin befindlichem Sauerstoff, durch Durchströmen mit einem Inertgasstrom, insbesondere Stickstoff, ersetzt. Zu diesem Zweck sind derartige Trennvorrichtungen mit entsprechenden Inertisierungseinrichtungen versehen. Bei den Trennvorrichtungen

kann es sich beispielsweise um Stülpfilterzentrifugen, Schälzentrifugen oder andere, Zentrifugen aufweisende, Trennvorrichtungen handeln.

[0006] Bei gängigen Verfahren kann nicht zuverlässig sichergestellt werden, dass bei der Durchflussinertisierung alle explosionsgefährdeten Bereiche der Trennvorrichtung derart von Inertgas durchströmt werden, dass eine ausreichende Inertisierung zum Erreichen einer hohen Sicherheitsanforderungsstufe, d. h. eine Unterschreitung einer bestimmten maximalen Sauerstoffkonzentration, sichergestellt ist.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Trennvorrichtung mit einer Inertisierungseinrichtung sowie ein entsprechendes Verfahren zur Inertisierung bereitzustellen, mit der bzw. dem gefährliche Sauerstoffmengen vermieden bzw. maximal zulässige Sauerstoffkonzentrationen auch einer hohen Sicherheitsanforderungsstufe in allen explosionsgefährdeten Bereichen zuverlässig unterschritten werden können.

[0008] Die Aufgabe wird für die Trennvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und für das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Dabei ist für die Trennvorrichtung vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Inertisierung in drei zeitlich und funktionell getrennten Phasen ausgebildet ist, mit einer anfänglichen Diagnosephase unter Dichtigkeitsprüfung der Prozessräume, einer anschließenden Spülphase unter Verdrängung von Sauerstoff und Beaufschlagung der Prozessräume mit einer Explosionsschutz bietenden Inertgasmenge und einer Haltephase, in der die Prozessräume gegenüber der Spülphase unter verringerter Durchflussmenge an Inertgas dauerinertisiert werden.

[0009] Wesentlich auch durch die Diagnosephase kann sichergestellt werden, dass die Prozessräume tatsächlich mit einer vorgegebenen Inertgasmenge durchströmt werden und nicht Inertgas über Undichtigkeiten der Prozessräume und/oder der Peripherie, insbesondere in der Leitungsanordnung und/oder Steuer- und Überwachungsorganen, verloren geht. Die Diagnosephase trägt wesentlich zur Steigerung der Zuverlässigkeit des Inertisierungsvorgangs bei.

[0010] Untersuchungen der Erfinder haben gezeigt, dass durch das erfindungsgemäße dreistufige Vorgehen bei der Durchflussinertisierung zuverlässig auch hohe Sicherheitsanforderungen mit geringen maximalen Sauerstoffwerten innerhalb der gesamten Trennvorrichtung mit ihren explosionsgefährdeten Zentrifugenbereichen, vor allem in den Prozessräumen erreichbar sind.

[0011] Dabei weist die Leitungsanordnung mindestens einen Zuleitungsstrang mit mindestens einer Zuleitung und mindestens eine Auslassleitung auf.

Zudem weisen vorzugsweise die Steuerorgane eine steuerbare Ventilanordnung mit mindestens einem in dem mindestens einen Zuleitungsstrang angeordneten einlassseitigen Ventil und mit mindestens einem in der mindestens einen Auslassleitung angeordneten auslassseitigen Ventil auf. Dabei ist (zumindest) sowohl in der Spülphase als auch in der Haltephase ein Durchfluss von Inertgas durch die Prozessräume bei zumindest zum Teil geöffneten einlassseitigen Ventilen und gleichzeitig zumindest zum Teil geöffneten auslassseitigen Ventilen mittels der Steuerungseinrichtung eingestellt. Um eine zuverlässige Überwachung der Durchflussinertisierung zu ermöglichen, ist vorzugsweise der Leitungsanordnung, insbesondere in dem mindestens einen Zuleitungsstrang, eine Durchflussüberwachungseinrichtung und, insbesondere der mindestens einen Auslassleitung, eine Druckmesseinrichtung zugeordnet. Diese sind vorzugsweise jeweils redundant ausgeführt, so dass eine Ausfallsicherung erreicht wird. Auf diese Weise ist eine Inertisierungseinrichtung für eine zuverlässige Durchflussinertisierung bereitgestellt.

[0012] Die Steuerungseinrichtung weist eine Zeitsteuerung auf und es wird in der Spülphase bei zumindest zum Teil geöffneten einlassseitigen Ventilen und bei Öffnung des mindestens einen auslassseitigen Ventils eine explosionsgeschützte Atmosphäre in den Prozessräumen als hergestellt festgestellt, wenn mittels der Steuerungseinrichtung eine von ihr überwachte Durchflussmenge an Inertgas gemessen ist, die das Volumen der Prozessräume bei darin vorhandenem üblichen Druck um ein Mehrfaches, insbesondere um mehr als das Dreifache, beispielsweise das 3,5-fache, überschreitet. Zur Messung und/oder Überwachung der Durchflussmenge kommt insbesondere eine Durchflussüberwachungseinrichtung zum Einsatz, die insbesondere redundant ausgeführt ist, um die Ausfallsicherung zu erhöhen. Vorzugsweise wird eventuell zuvor vorhandener Druck in den Prozessräumen durch Öffnung eines auslassseitigen Ventils entspannt. Die korrekte Durchführung der Spülphase wird somit über die Überwachung der Durchflussmenge an Inertgas sichergestellt.

[0013] Die Steuerungseinrichtung und die Steuerorgane der Inertisierungseinrichtung sind erfindungsgemäß in der Weise ausgebildet, dass unter zeitlich aufeinanderfolgender Ansteuerung von den Zuleitungen zu den einzelnen Prozessräumen zugeordneten Steuerorganen die Prozessräume zeitlich sequenziell mit Inertgas gespült werden. Durch die zeitlich sequenzielle Spülung, mit vorzugsweise jeweils einem mehr als das Dreifache überschreitenden Volumen des jeweiligen Prozessraumes, kann zuverlässiger als bei einer gleichzeitigen Durchspülung aller Prozessräume sichergestellt werden, dass der jeweilige Prozessraum nach der Spülphase zumindest weitestgehend mit Inertgas durchspült ist. Vorzugsweise werden dabei auch zumindest teilweise

Beladungseinrichtungen der Trennvorrichtung durchspült, wie beispielsweise ein Füllrohr. Die Bildung nicht durchströmter Bereiche, sogenannter „Totzonen“, in denen Oxidator- bzw. sauerstoffhaltiges Gas zurückbleibt, wird vermieden bzw. stark reduziert. Zu diesem Zweck können Leitungsanschlüsse an den entsprechenden Prozessräumen entsprechend strömungsgünstig angeordnet sein und/oder Leitvorrichtungen in die Prozessräume eingebracht werden. Durch die sequenzielle Durchströmung der Prozessräume kann sichergestellt werden, dass innerhalb des gesamten explosionsgefährdeten Zentrifugenbereiches, umfassend die einzelnen Prozessräume, eine maximale Sauerstoffkonzentration höchstens erreicht, vorzugsweise aber unterschritten wird und somit eine hohe Sicherheitsanforderungsstufe eingehalten werden kann.

[0014] Die Zentrifuge weist - wie es bei einer Stülfilterzentrifuge der Fall ist - als Prozessräume eine Trommel, ein Filtergehäuse und ein Feststoffgehäuse auf, die nacheinander durchspült werden. Vorzugsweise ist bei der Trommel ein Anschluss des Zuleitungsstrangs bzw. einer Zuführleitung an Inertgas derart angeordnet, dass beim Durchspülen der Trommel auch ein Füllrohr durchspült wird. Dadurch kann die Sauerstoffkonzentration in der Trommel bzw. in der Trennvorrichtung weiter verringert werden.

[0015] Eine zuverlässige Inertisierung auch während des Betriebs ist dadurch erreichbar, dass während der Haltephase die gegenüber der Spülphase um mehr als die Hälfte verringerte Menge an Inertgas über einen der Haltephase zugeordneten zweiten Zuleitungsstrang zugeführt ist und die Prozessräume durchströmt, wobei ein definierter Betriebsdruck mittels Drucksensoren, insbesondere umfassend zumindest eine Druckmesseinrichtung, und der Steuerungseinrichtung einreguliert ist. Die Einregelung des Betriebsdrucks erfolgt dabei vorzugsweise mittels eines Niederdruck-Überströmventil der Gasauslass-einrichtung. Möglich wäre auch ein anderes Druckregelventil. Die Drucksensoren bzw. die, vorzugsweise redundant ausgeführte, Druckmesseinrichtung dient vorteilhafterweise einer Überwachung der Haltephase. Bei Unterschreitung eines Mindestdrucks wird dabei z.B. eine Notabschaltung aktiviert. Durch eine derartige Ausführung ist eine hohe Sicherheitsanforderungsstufe erreichbar.

[0016] In einer bevorzugten Ausbildungsvariante weist die Leitungsanordnung zwei von einer Eingangsleitung abzweigende Zuleitungsstränge auf, die über eine Verbindungsleitung miteinander verbunden sind, in der ein steuerbares Ventil zum Öffnen und Schließen einer Strömungsverbindung zwischen den Zuleitungssträngen angeordnet ist. Auf diese Weise lassen sich Steuerorgane, beispielsweise Ventile und/oder Durchflussüberwachungseinrich-

tungen, vorteilhaft effizient für beide Zuleitungsstränge nutzen.

[0017] Vorzugsweise weist die Leitungsanordnung einen an die Eingangsleitung angeschlossenen Zusatzleitungsstrang mit mindestens einer Zusatzleitung und Steuerorganen auf, wobei über den Zusatzleitungsstrang weitere Komponenten der Zentrifuge inertisierbar sind. Derartige zusätzliche Komponenten können zum Beispiel ein Lagerkörper sein, bei dem zum Beispiel ein Hohlraum um die Wellenlager mit Inertgas zur Vermeidung der Bildung eines explosionsfähigen Gemisches durchspült wird, oder ein Bereich zwischen einer Welle und einem Filtergehäuse, zur Vermeidung von Produkt-Prozess-Medienverschleppung in einen Lagerbereich. Auf diese Weise lässt sich die Anlagensicherheit weiter erhöhen.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante ist die Steuerungseinrichtung in der Weise ausgebildet, dass in der Diagnosephase in den Prozessräumen durch Zufuhr von Inertgas ein definierter Überdruck herstellbar und anschließend die Prozessräume nach außen abschließbar sind und mittels der Steuerungseinrichtung feststellbar ist, ob ein über einer vorgegebenen Schwelle liegender Druck in den Prozessräumen über eine vorbestimmte Zeitspanne erreicht wird. Die Überwachung erfolgt vorzugsweise unter Verwendung der Druckmesseinrichtung, die vorzugsweise redundant ausgeführt ist, und die vorzugsweise in der Auslassleitung angeordnet ist bzw. sind. Vorzugsweise werden zunächst, vor Beginn der Überdruckbeaufschlagung, die Prozessventile nach außen, insbesondere auch ein Ventil in der Auslassleitung zur Umgebung hin, geschlossen. Ventile zu den gegebenenfalls vorhandenen Prozessräumen, insbesondere Trommel, Filtratgehäuse und Feststoffgehäuse, werden geöffnet. Auf diese Weise wird auch die Leitungsanordnung zu bzw. von den Prozessräumen in die Druckprüfung bzw. Diagnosephase mit einbezogen. Die Schließung der Prozessräume nach außen erfolgt über Schließen eines Ventils zur Zugabe von Inertgas. Damit ist das System strömungsmechanisch gegen die Umgebung geschlossen. Alternativ kann bei geöffnetem Ventil zur Zugabe von Inertgas und bei definiertem Mengenstrom an Inertgas überprüft werden, ob ein vorbestimmter Druckanstieg über eine vorbestimmte Zeitspanne erreicht wird.

[0019] Bei dem Verfahren zum Inertisieren einer Zentrifuge aufweisenden Trennvorrichtung für Stoffe, bei denen eine explosionsfähige Atmosphäre in Prozessräumen der Zentrifuge unter Zuführung von Inertgas zum Erreichen eines vorgeschriebenen Explosionsschutzes verdrängt wird, ist vorgesehen, dass die Inertisierung der Prozessräume aufeinanderfolgend in drei Phasen durchgeführt wird, mit einer anfänglichen Diagnosephase, bei der den Prozessräumen Inertgas zugeführt und deren Dichtig-

keit geprüft wird, indem unter Abschluss der Prozessräume ein vorgegebener Druckanstieg über eine vorgegebene Zeitdauer bei vorgegebenem zugeführtem Inertgasmengenstrom erreicht wird, einer anschließenden Spülphase, bei der die Prozessräume bei offenem Ausgang mit Inertgas geflutet werden und Sauerstoff aus den Prozessräumen verdrängt wird, bis eine vorgeschriebene Explosionsschutzstufe erreicht ist und mit einer Haltephase, in der die Prozessräume über eine laufende Prozessdauer mit einer gegenüber der Spülphase herabgesetzten Durchflussmenge an Inertgas durchströmt und dabei dauerinertisiert werden.

[0020] Erfindungsgemäß wird dabei die Spülphase sequenziell durchgeführt, indem die Prozessräume zeitlich nacheinander mit Inertgas beaufschlagt werden, wobei die den Prozessräumen einzeln zugeführten Inertgasmengen einem Mehrfachen, insbesondere mehr als dem Dreifachen, des jeweiligen Prozessraumvolumens bei darin üblicherweise herrschendem Druck entspricht.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Trennvorrichtung mit einer Zentrifuge und einer Inertisierungseinrichtung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Fließschemas der Inertisierungseinrichtung gemäß **Fig. 1** mit einer Steuerungseinrichtung, einer Leitungsanordnung und Steuerorganen.

[0022] **Fig. 1** zeigt in schematischer Darstellung eine Trennvorrichtung **1** für Stoffe mit einer Zentrifuge **2**, hier beispielhaft eine Stülpfilterzentrifuge. Die Zentrifuge **2** weist mehrere Prozessräume auf, nämlich ein Filtratgehäuse **20**, eine in dem Filtratgehäuse **20** angeordnete Trommel **200** und ein Feststoffgehäuse **21**. Zum Befüllen der Trommel **200** mit zu trennendem Gut, vorliegend vorzugsweise einer Suspension, und/oder einem Waschmedium für einen nachgeschalteten Verfahrensschritt, ist dem Filtratgehäuse **20** ein Füllrohr **210** zugeordnet, das horizontal durch das Feststoffgehäuse **21** hindurch verlegt ist.

[0023] Im Betrieb rotiert die Trommel **200**, wodurch Feststoffe, insbesondere kristalline, körnige, faserige oder amorphe Stoffe aus der Suspension getrennt werden. Der flüssige Bestandteil wird durch einen verschließbaren Filterablauf **201** aus dem Filtratgehäuse **20** abgeführt. Der durch die Rotation der Trommel **200** gebildete Filterkuchen wird durch Zugabe von Waschmedium gewaschen und anschließend das Filtrat abgeschleudert. Nach dem Befüllen, Waschen und Schleudern wird die Trommel **200** axial in das Feststoffgehäuse **21** verschoben und der Trommeleinsatz und das Filtertuch aus der Trommel **200**

gezogen. Die abgetrennten Feststoffe werden bei rotierender Trommel **200** abgeschleudert und durch einen verschließbaren Feststoffauslass **211** des Feststoffgehäuses **21** nach unten ausgetragen. Anschließend kann die Zentrifuge **2** gereinigt werden.

[0024] Zum Antrieb weist die Zentrifuge **2** ein an das Filtratgehäuse **20** anschließendes Maschinengehäuse **22** mit einem Antriebsstrang **220** auf.

[0025] Zur Durchführung einer dem Zentrifugiervorgang vorgeschalteten Inertisierung in Form einer Durchflussinertisierung umfasst die Trennvorrichtung **1** weiterhin eine Inertisierungseinrichtung **3**, mit einer Inertisierungseinheit **30**, einer (Medien-) Leitungsanordnung **31** und einer Steuerungseinrichtung **6**. Die Steuerungseinrichtung **6** ist insbesondere zur Steuerung von Steuerorganen der Inertisierungseinrichtung **3** ausgebildet, die eine Ventilanordnung **4** und eine Messorgananordnung **5** und gegebenenfalls zusätzliche Stellorgane umfasst. Die Ventile können (auch nur zum Teil) als Regelventile mit veränderbarer Durchflussmenge ausgebildet sein und/oder es können separate Durchflusssteller vorgesehen sein.

[0026] Fig. **2** zeigt in einer schematischen Darstellung ein Fließschema der Inertisierungseinrichtung **3** und deren Komponenten. Die Inertisierungseinrichtung **3** weist eine Inertisierungseinheit **30** auf, in der Teile der Leitungsanordnung **31** und einige in der Leitungsanordnung **31** angeordnete Steuerorgane, insbesondere Ventile der Ventilanordnung **4** und Messeinrichtungen der Messorgananordnung **5**, angeordnet sind.

[0027] Die Inertisierungseinheit **30** kann in kompakter Bauform, beispielsweise in einer Art Schrank oder Gehäuse bzw. Kasten, gut zugänglich angeordnet sein.

[0028] Die Leitungsanordnung **31** umfasst eine Eingangsleitung **300**, über die der Inertisierungseinheit **30** Inertgas zugeführt wird und von der aus, vorzugsweise innerhalb der Inertisierungseinheit **30**, weitere Leitungen der Leitungsanordnung **30** abzweigen. Ferner umfasst die Leitungsanordnung **31** einen ersten Zuleitungsstrang **310**, über den ausgehend von der Eingangsleitung **300** eine „große Menge“ an Inertgas den Prozessräumen zuführbar ist. Zu diesem Zweck zweigt sich der erste Zuleitungsstrang **310** in eine erste, an das Filtratgehäuse **20** angeschlossene, Zuführleitung **310a** und eine zweite Zuführleitung **310 b** auf, die an das Füllrohr **210** und darüber an die Trommel **200** angeschlossen ist. Weiterhin weist die Leitungsanordnung **31** einen zweiten Zuleitungsstrang **311** auf, der ausgehend von der Eingangsleitung **300** an das Feststoffgehäuse **21** angeschlossen ist. Der erste Zuleitungsstrang **310** und der zweite Zuleitungsstrang **311** sind über eine absperrbare Verbindungsleitung **314** miteinander ver-

bunden. Die Verbindungsleitung **314** ist derart ausgebildet, dass ausgehend von dem ersten Zuleitungsstrang **310** auch über diese und dann weiter über den zweiten Zuleitungsstrang **311** eine „große Menge“ an Inertgas dem Feststoffgehäuse **21** zugeführt werden kann. Auf diese Weise können die drei Prozessräume Filtratgehäuse **20**, Trommel **200** und Feststoffgehäuse **21** jeweils separat mit einer „großen Menge“ an Inertgas beaufschlagt werden, die insbesondere für die Spülphase benötigt wird. Bei geschlossener Verbindungsleitung **314** ist über den zweiten Zuleitungsstrang **311** der Zentrifuge eine „kleine Menge“ an Inertgas zuführbar, wie sie insbesondere für die Diagnosephase und/oder die Haltephase benötigt wird.

[0029] Die Leitungsanordnung **31** umfasst zudem eine Auslassleitung **315**, die vorliegend an dem Filtratgehäuse **20** angeschlossen ist und über die Gas aus der Zentrifuge **2** an die Umgebung ausleitbar ist. Für eine kontrollierte Ausleitung ist in der Auslassleitung **315** eine Gasauslasseinrichtung **7** angeordnet.

[0030] Weiterhin kann die Leitungsanordnung **31**, wie vorliegend dargestellt, eine erste und zweite Zusatzleitung **312** und **313** umfassen, über die, ausgehend von der Eingangsleitung **300**, weitere Komponenten der Zentrifuge **2**, beispielsweise in dem Maschinengehäuse **22**, inertisierbar sind.

[0031] Die Ventilanordnung **4** umfasst ein in dem ersten Zuleitungsstrang **310**, stromauf der Verbindungsleitung **314**, angeordnetes erstes Ventil **40**, das vorzugsweise, ebenso wie die Verbindungsleitung **314**, innerhalb der Inertisierungseinheit **30** angeordnet ist. Über das erste Ventil **40** ist die Menge an Inertgas, die für die Spülphase benötigt wird, d.h. die „große Menge“, einstellbar. Weiterhin kann stromauf des ersten Ventils **40** in dem ersten Zuleitungsstrang **310** ein (hier nicht dargestelltes) Absperrventil, insbesondere ein Handventil, vorhanden sein, das ebenfalls vorzugsweise innerhalb der Inertisierungseinheit **30** angeordnet ist.

[0032] Für eine sequenzielle Durchspülung der einzelnen Prozessräume sind zudem ein zweites Ventil **41** in der ersten Zuführleitung **310a** und ein drittes Ventil **42** in der zweiten Zuführleitung **310b** angeordnet. Ein viertes Ventil **43** befindet sich in dem zweiten Zuleitungsstrang **311** stromauf der Verbindungsleitung **314** zur Einstellung der „kleinen Menge“ an Inertgas. Ein fünftes Ventil **44** ist in der Verbindungsleitung **314** angeordnet, über das die Verbindungsleitung **314** geöffnet oder geschlossen werden kann. Ein sechstes Ventil **45** ist in einem Zusatzleitungsstrang angeordnet, zwischen der Eingangsleitung **300** und der Auftrennung des Zusatzleitungsstrangs in die beiden Zusatzleitungen **312** von **313**. In den Zusatzleitungen **312** und **313** sind jeweils ein siebtes und ein achtes Ventil **46** und **47** zum

Öffnen und Schließen der Zusatzleitungen **312** und **313** angeordnet. In der Eingangsleitung **300** befindet sich, stromauf des Abzweigs des ersten abzweigenden Leitungsstranges, hier des Zusatzleitungsstrangs **310**, ein neuntes Ventil **48**, über welches der Vordruck an Inertgas regelbar ist. Ein zehntes Ventil **49** ist in der Gasauslasseinrichtung **7** angeordnet.

[0033] Die Gasauslasseinrichtung **7** umfasst neben dem zehnten Ventil **49** zum Öffnen und Schließen des Gasauslasses vorzugsweise ein (hier nicht gezeigtes) Überströmventil, über das, insbesondere während der Haltephase, erst ab einem bestimmten, ggf. einstellbaren, Druckniveau Gas aus der Zentrifuge **2** ausströmt. Ferner umfasst die Gasauslasseinrichtung **7** eine (hier nicht dargestellte) Überdrucksicherung, beispielsweise eine Berstscheibe.

[0034] Insbesondere zu Überwachungszwecken umfasst die Inertisierungseinrichtung **3** eine Messorgananordnung **5**. Diese umfasst mehrere Durchflussüberwachungseinrichtungen. Zumindest eine, vorzugsweise zwei, eine erste und zweite, Durchflussüberwachungseinrichtung **50** und **51** sind in dem ersten Zuleitungsstrang **310** stromauf des ersten Ventils **40**, angeordnet. Die Durchflussüberwachungseinrichtungen **50**, **51** dienen der Überwachung des Durchflusses von Inertgas in der Spülphase, um sicherzustellen, dass eine vorgegebene Durchflussmenge an Inertgas jeweils die Prozessräume durchströmt. Durch die redundante Ausführung der Durchflussüberwachungseinrichtung an dieser Stelle, mit den beiden Durchflussüberwachungseinrichtungen **50** und **51**, wird eine Ausfallsicherung erreicht. Dadurch ist ein höherer Sicherheitsstandard erreichbar als mit lediglich einer Durchflussüberwachungseinrichtung. Eine dritte Durchflussüberwachungseinrichtung **52** befindet sich in dem zweiten Zuleitungsstrang **311** stromauf des vierten Ventils **43** zur Überwachung einer zugegebenen Menge an Inertgas, der „kleinen Menge“, während der Haltephase. Eine vierte Durchflussüberwachungseinrichtung **53** befindet sich stromab des achten Ventils **47** in der ersten Zusatzleitung **312**.

[0035] Weiterhin umfasst die Messorganeinrichtung **5** zumindest eine, vorzugsweise zwei, Druckmессeinrichtungen **60**, **61**. Durch das Vorhandensein von zwei redundanten Druckmессeinrichtungen **60**, **61** wird wiederum eine bessere Ausfallsicherung erreicht. Die Druckmессeinrichtungen **60**, **61** sind vorzugsweise in der Auslassleitung **315**, stromauf der Gasauslasseinrichtung **7**, angeordnet. Sie dienen insbesondere zur Überwachung eines einzuhaltenen Druckniveaus während der Diagnosephase und der Haltephase. Wird ein vorgegebenes Druckniveau unterschritten, wird vorzugsweise eine sicherheitsrelevante Aktion durchgeführt, beispielsweise ein Nothalt der Zentrifuge im Betrieb während der Haltephase. Weiterhin kann, in einer separaten (hier nicht dar-

gestellten) Leitung, eine Druckmессeinrichtung zur Messung des Inertgasdrucks in einer der zusätzlichen Komponenten vorhanden sein.

[0036] Die Steuerung/Regelung und/oder die Datenverarbeitung der Ventilanordnung **4** und der Meßanordnung **5** erfolgt vorzugsweise mittels der Steuerungseinrichtung **6**, die über eine Datenübertragungsverbindung und/oder eine, ggf. zusätzliche, hydraulische oder pneumatische Steuerungsverbindung an die Inertisierungseinheit **30** angeschlossen ist.

[0037] Die Inertisierungseinheit **30** mit den in der Inertisierungseinheit **30** angeordneten Steuerorganen kann, vorzugsweise zumindest zusammen mit der Steuerungseinrichtung **6**, ein Inertisierungssystem bilden. Mittels diesem kann die Trennvorrichtung **1** dazu aus- bzw. (z.B. bei Nachrüstung) weitergebildet werden, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen. Vorzugsweise wird dazu in der Leitungsanordnung **31** der Trennvorrichtung **1** zumindest auch die redundante Durchflussüberwachungseinrichtung **50**, **51** und die redundante Druckmессeinrichtung **60**, **61** angeordnet und bei der Inertisierung herangezogen.

[0038] Bei der Inertisierung, hier der Durchflussinertisierung, werden drei Phasen durchlaufen. Zunächst wird in der Diagnosephase die Dichtigkeit des Prozessgehäuses, d.h. der Zentrifuge **2** mit den Prozessräumen, und zumindest Teilen der Leitungsanordnung **31**, durch die Messorgananordnung **5** überprüft. Zu diesem Zweck werden zunächst alle Ventile der Ventilanordnung **4** geschlossen und anschließend das zweite, dritte und fünfte Ventil **41**, **42** und **44**, die in den Leitungen zu den Prozessräumen bzw. der Verbindungsleitung angeordnet sind, geöffnet. Der erste Zuleitungsstrang **310** wird vorzugsweise stromauf der ersten und zweiten Durchflussüberwachungseinrichtung **50** und **51**, beispielsweise über ein (hier nicht dargestelltes) Handventil, gegenüber der Eingangsleitung **300** verschlossen. Ein eventuell vorhandener Druck in der Zentrifuge **2** wird durch Öffnen des zehnten Ventils **49** entspannt und dieses anschließend wieder geschlossen. Das Druckniveau wird über die erste und zweite Druckmессeinrichtung **60** und **61** überwacht. Über die Eingangsleitung **300** und den zweiten Zuleitungsstrang **311** wird, bei nun geöffnetem viertem Ventil **43**, eine Durchflussmenge an Inertgas zugegeben. Der Mengensrom entspricht beispielsweise dem des Mengenstroms in der Haltephase (der „kleinen Menge“). Nun kann entweder mittels der Druckmессeinrichtungen **60**, **61** überprüft werden, ob innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne während der Zugabe einer vorgegebenen Inertgasmenge ein vorgegebener Druckanstieg erfolgt. Alternativ kann die Zentrifuge **2** mit einem bestimmten Druck an Inertgas beaufschlagt werden, das Ventil **43** geschlossen werden und bei strömungsmecha-

nisch von der Umgebung abgeschlossener Zentrifuge **2** überprüft werden, ob das Druckniveau über einen vorbestimmten Zeitraum gehalten wird. Werden die vorgegebenen Werte eingehalten, ist die Diagnosephase beendet und eine anschließende Spülphase wird eingeleitet.

[0039] Bei der Spülphase wird das zehnte Ventil **49** geöffnet. Anschließend werden die Prozessräume nacheinander mit einer definierten Menge an Inertgas, beispielsweise des 3,5 fachen Volumens der einzelnen Prozessräume, gespült. Dazu werden bei geöffnetem erstem Ventil **40** zur Einstellung der „großen Menge“ an Inertgas jeweils das zweite, dritte und fünfte Ventil nacheinander zunächst geöffnet und dann wieder geschlossen. Dadurch werden nacheinander zunächst die Trommel **200**, anschließend das Filtratgehäuse **20** und anschließend das Feststoffgehäuse **21** von Inertgas durchspült. Durch die zeitlich hintereinandergeschaltete, d.h. sequenzielle, Durchspülung der Prozessräume bei gleichzeitiger Überwachung der Durchflussmenge über die Durchflussüberwachungseinrichtungen **50**, **51** kann sichergestellt werden, dass eine ausreichende Verdrängung von Oxidator, insbesondere Sauerstoff, in den Prozessräumen stattfindet. Dadurch kann das Erreichen oder Unterschreiten einer maximalen sicherheitsrelevanten Sauerstoffkonzentration in explosionsgefährdeten Bereichen der Zentrifuge **2** sichergestellt werden.

[0040] Nach der Spülphase wird das zehnte Ventil **49** geschlossen und die Haltephase eingeleitet. Bei der Haltephase wird eine Dauerinertisierung während des Betriebs der Zentrifuge **2** durchgeführt. Dabei wird permanent eine, vorzugsweise gegenüber der Spülphase verringerte (beispielsweise weniger als die Hälfte, beispielsweise weniger als 1/5, z. B. 1/10), Menge („kleine Menge“) an Stickstoff über den zweiten Zuleitungsstrang **311** zugeführt. Das Ventil **44** in der Verbindungsleitung **314** ist dabei vorzugsweise geschlossen. Die Zugabe erfolgt so über das Feststoffgehäuse **21**. Durch die permanente Zufuhr von Inertgas wird ein leichter Überdruck in der Zentrifuge **2** aufgebaut, der mittels eines (hier nicht dargestellten) Überströmventils, das vorzugsweise in der Gasauslassleinrichtung **7** angeordnet ist, eingestellt bzw. - geregelt ist. Dabei erfolgt eine permanente Drucküberwachung über die erste und zweite Druckmesseinrichtung **60**, **61**. Fällt der Druck unterhalb eines bestimmten Druckniveaus ab, wird vorzugsweise die Zentrifuge **2** abgeschaltet. Bei Abschaltung der Zentrifuge **2** nach Betrieb und Erreichen der Drehzahl von 0 U/ min wird die Haltephase beendet.

[0041] Daneben können, insbesondere während des Betriebs, über die Zusatzleitungen **312**, **313** weitere Komponenten der Zentrifuge **2** mit Inertgas beaufschlagt werden, die insbesondere nicht sicherheitsrelevant sind.

[0042] Durch die erfindungsgemäße Trennvorrichtung **1** und das erfindungsgemäße Verfahren zu Inertisierung kann zuverlässig ein vergleichsweise niedriger Maximalwert einer Sauerstoffkonzentration innerhalb explosionsgefährdeter Bereiche der Zentrifuge **2** erreicht bzw. unterschritten und während des Betriebs gehalten werden. Dadurch ist eine hohe Sicherheitsanforderungsstufe bezüglich des Explosionschutzes erreichbar.

Patentansprüche

1. Trennvorrichtung (1) für Stoffe mit einer Zentrifuge (2), einer Steuerungseinrichtung (6) und einer von dieser gesteuerten, eine Leitungsanordnung (31) und Steuerorgane umfassenden Inertisierungseinrichtung (3), die zum Erzeugen einer Inertgasatmosphäre in explosionsgefährdeten Zentrifugenbereichen mit ihren Prozessräumen unter Anwendung einer Durchflussinertisierung ausgebildet ist und eine Leitungsanordnung (31) aufweist, welche mindestens einen Zuleitungsstrang (310, 311) mit mindestens einer Zuführleitung (310a) und mindestens eine Auslassleitung (315) umfasst, wobei die Steuerungseinrichtung (6), die eine Zeitsteuerung aufweist, zur Steuerung der Inertisierung in drei zeitlich und funktionell getrennten Phasen ausgebildet ist mit

- a) einer anfänglichen Diagnosephase unter Dichtheitsprüfung der Prozessräume,
- b) einer anschließenden Spülphase unter Verdrängung von Sauerstoff und Beaufschlagung der Prozessräume mit einer Explosionsschutz bietenden Inertgasmenge und
- c) einer Haltephase, in der die Prozessräume gegenüber der Spülphase unter verringerter Durchflussmenge an Inertgas dauerinertisiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerorgane eine steuerbare Ventilanordnung mit mindestens einem in dem mindestens einen Zuleitungsstrang (310, 311) angeordneten einlassseitigen Ventil (40 bis 44) und mit mindestens einem in der mindestens einen Auslassleitung (315) angeordneten auslassseitigen Ventil (49) aufweisen, dass sowohl in der Spülphase als auch in der Haltephase ein Durchfluss von Inertgas durch die Prozessräume bei zumindest zum Teil geöffneten einlassseitigen Ventilen (40 bis 44) und gleichzeitig zumindest zum Teil geöffneten auslassseitigen Ventilen (49) mittels der Steuerungseinrichtung (6) eingestellt ist, dass in der Spülphase bei zumindest zum Teil geöffneten einlassseitigen Ventilen (40 bis 44) und bei Öffnung des mindestens einen auslassseitigen Ventils (49) eine explosionsgeschützte Atmosphäre in den Prozessräumen als hergestellt festgestellt wird, wenn mittels der Steuerungseinrichtung (6) eine von ihr überwachte Durchflussmenge an Inertgas gemessen ist, die das Volumen der Prozessräume bei darin vorhandenem üblichen Druck um ein Mehrfaches, insbesondere um mehr als das Dreifache, überschreitet und dass die Steuerungseinrichtung (6) und die Steuerorgane der

Inertisierungseinrichtung (3) in der Weise ausgebildet sind, dass unter zeitlich aufeinanderfolgender Ansteuerung von den Zuleitungen zu den einzelnen Prozessräumen zugeordneten Steuerorganen die Prozessräume zeitlich sequentiell mit Inertgas gespült werden, wobei die Zentrifuge (2) als Prozessräume eine Trommel (200), ein Filtratgehäuse (20) und ein Feststoffgehäuse (21) aufweist, die nacheinander durchspült werden.

2. Trennvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Haltephase die gegenüber der Spülphase um mehr als die Hälfte verringerte Menge an Inertgas über einen der Haltephase zugeordneten zweiten Zuleitungsstrang geführt ist und die Prozessräume durchströmt, wobei ein definierter Betriebsdruck mittels Drucksensoren und der Steuerungseinrichtung einreguliert ist.

3. Trennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitungsanordnung (31) zwei von einer Eingangsleitung (300) abzweigende Zuleitungsstränge (310, 311) aufweist, die über eine Verbindungsleitung (314) verbunden sind, in der ein steuerbares Ventil (44) zum Öffnen und Schließen einer Strömungsverbindung zwischen beiden Zuleitungssträngen (310, 311) angeordnet ist.

4. Trennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitungsanordnung (31) einen an die Eingangsleitung (300) angeschlossenen Zusatzleitungsstrang mit mindestens einer Zusatzleitung (312, 313) und Steuerorganen aufweist und dass über den Zusatzleitungsstrang weitere Komponenten der Zentrifuge (2) inertisierbar sind.

5. Trennvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (6) in der Weise ausgebildet ist, dass in der Diagnosephase in den Prozessräumen durch Zufuhr von Inertgas ein definierter Überdruck herstellbar und anschließend die Prozessräume nach außen schließbar sind und mittels der Steuerungseinrichtung (6) feststellbar ist, ob ein über einer vorgegebenen Schwelle liegender Druck in den Prozessräumen über eine vorbestimmte Zeitspanne erreicht wird.

6. Verfahren zum Inertisieren einer Zentrifuge (2) aufweisenden Trennvorrichtung (1) für Stoffe, bei dem eine explosionsfähige Atmosphäre in Prozessräumen der Zentrifuge (2) unter Zuführung von Inertgas zum Erreichen eines vorgeschriebenen Explosionsschutzes verdrängt wird und bei dem die Inertisierung der Prozessräume aufeinanderfolgend in drei Phasen durchgeführt wird, mit

a) einer anfänglichen Diagnosephase, bei der den Prozessräumen Inertgas zugeführt und deren Dich-

tigkeit geprüft wird, indem unter Abschluss der Prozessräume ein vorgegebener Druckanstieg über eine vorgegebene Zeitdauer bei vorgegebenem zugeführtem Inertgasmengenstrom erreicht wird,

b) einer anschließenden Spülphase, bei der die Prozessräume bei offenem Ausgang mit Inertgas geflutet werden und Sauerstoff aus den Prozessräumen verdrängt wird, bis eine vorgeschriebene Explosionsschutzstufe erreicht ist, wobei die Spülphase sequentiell durchgeführt wird, indem die Prozessräume zeitlich nacheinander mit Inertgas beaufschlagt werden, wobei die den Prozessräumen einzeln zugeführten Inertgasmengen einem Mehrfachen, insbesondere mehr als dem Dreifachen, des jeweiligen Prozessraumvolumens bei darin üblicherweise herrschendem Druck entspricht, und mit

c) einer Haltephase, in der die Prozessräume über eine laufende Prozessdauer mit einer gegenüber der Spülphase herabgesetzten Durchflussmenge an Inertgas durchströmt und dabei dauerinertisiert werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

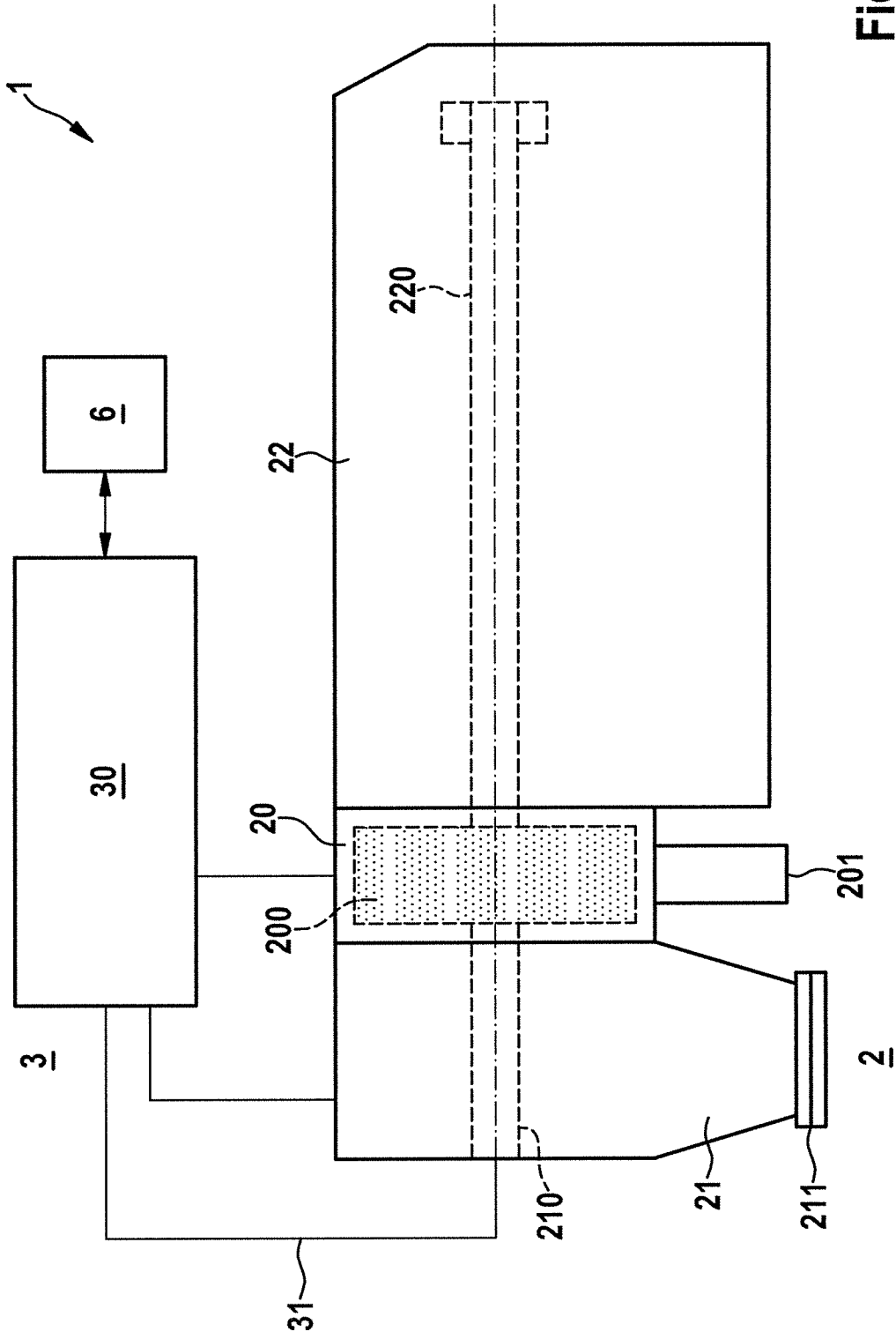


Fig. 1

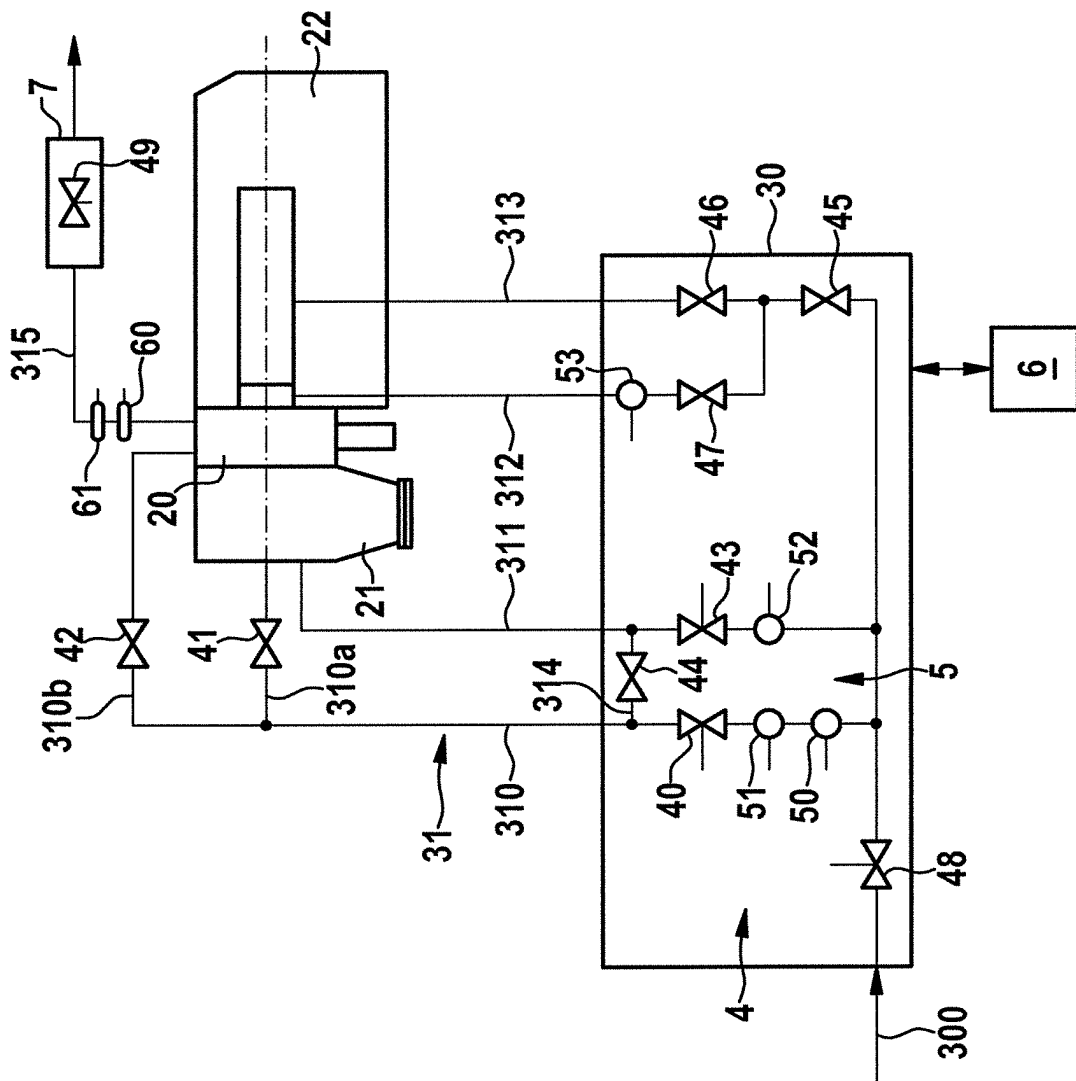


Fig. 2