



(11) **EP 4 245 997 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2023 Patentblatt 2023/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 28/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23190380.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 18/16; F04C 28/12; F04C 28/28; F04C 28/06

(22) Anmeldetag: **06.04.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Lörch, Roni**
75305 Neuenbürg (DE)
- **Feller, Klaus**
71083 Herrenberg (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
16714454.2 / 3 440 357

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte mbB
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **BITZER Kühlmaschinenbau GmbH**
71065 Sindelfingen (DE)

Bemerkungen:

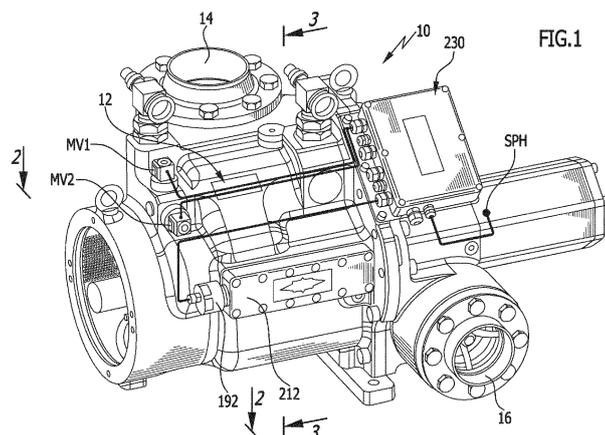
Diese Anmeldung ist am 08.08.2023 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:
• **Mikulic, Tihomir**
71088 Holzgerlingen (DE)

(54) **VERDICHTEREINHEIT UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER VERDICHTEREINHEIT**

(57) Um eine Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter mit einem Verdichtergehäuse, mit einem in dem Verdichtergehäuse angeordneten Schraubenläuferraum, zwei in dem Schraubenläuferraum angeordnete und an dem Verdichtergehäuse jeweils um eine Schraubenläuferachse drehbar gelagerte Schraubenläufer, die mit ihren Schraubenkonturen ineinandergreifen und jeweils mit an diese angrenzenden und diese teilweise umschließenden Verdichtungswandflächen zusammenwirken, um über einen im Verdichtergehäuse angeordneten Niederdruckraum zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufzunehmen und im Bereich eines im Verdichtergehäuse angeordneten Hochdruckraums auf ein Endvolumen verdichtet ab-

zugeben, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal des Verdichtergehäuses angeordneten und an beide Schraubenläufer angrenzenden Steuerschieber, welcher in einer Verschieberichtung parallel zu den Schraubenläuferachsen bewegbar ist, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, derart zu verbessern, dass diese mit möglichst wenig Funktions-Know-how hinsichtlich der Funktionszusammenhänge des Schraubenverdichters einsetzbar ist, wird vorgeschlagen, dass an dem Schraubenverdichter eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit vorgesehen ist, welche so ausgebildet ist, dass sie eine mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausführt.



EP 4 245 997 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter mit einem Verdichtergehäuse, mit einem in dem Verdichtergehäuse angeordneten Schraubenläuferraum, mindestens einen in dem Schraubenläuferraum angeordneten und an dem Verdichtergehäuse um eine Schraubenläuferachse drehbar gelagerten Schraubenläufer, der über einen im Verdichtergehäuse angeordneten Niederdruckraum zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im Verdichtergehäuse angeordneten Hochdruckraums auf ein Endvolumen verdichtet abgibt, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal des Verdichtergehäuses angeordneten und an den Schraubenläufer angrenzenden Steuerchieber, welcher in einer Verschieberichtung parallel zu der Schraubenläuferachse bewegbar ist und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist.

[0002] Derartige Verdichtereinheiten sind aus dem Stand der Technik bekannt, wobei Verdichtereinheiten mit Schraubenverdichtern aufgrund der Komplexität der Funktionszusammenhänge bei diesen Schraubenverdichtern ein erhebliches Know-how beim Einsatz derselben erfordern.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Verdichtereinheit der eingangs beschriebenen Art derart zu verbessern, dass diese mit möglichst wenig Funktions-Know-how hinsichtlich der Funktionszusammenhänge des Schraubenverdichters einsetzbar ist.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Verdichtereinheit der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass an dem Schraubenverdichter eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit vorgesehen ist, welche so ausgebildet ist, dass sie mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausführt.

[0005] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist somit darin zu sehen, dass durch die Verdichterbetriebssteuerungseinheit die Möglichkeit besteht, mit dieser Verdichterbetriebsfunktionen auszuführen, die den Betrieb des Verdichters unterstützen, das heißt, einzelne, für den Betrieb des Verdichters wichtige Funktionen übernehmen, so dass die Verdichtereinheit mit weniger externem Aufwand in einer Anlage eingesetzt werden kann.

[0006] Insbesondere sind derartige Verdichtereinheiten zum Verdichten von Kältemittel in Kältekreisläufen von Kälteanlagen vorgesehen, wobei derartige Kälteanlagen üblicherweise mit einer komplexen Steuerung versehen sind.

[0007] Mit der vorliegenden erfindungsgemäßen Lösung wird somit der Einbau derartiger Kälteanlagen vereinfacht und/oder erleichtert, da der Hersteller von Kälteanlagen in der Anlagensteuerung nicht mehr gezwungen ist, die gesamten komplexen Funktionszusammenhänge für eine derartige Verdichtereinheit zu realisieren,

wenn die Verdichtereinheit bereits derartige Funktionszusammenhänge mittels der Verdichterbetriebssteuerungseinheit realisiert.

[0008] Das heißt, dass ein Kälteanlagenbauer, insbesondere die Steuerung der Kälteanlage darauf reduzieren kann, dass er der Verdichterbetriebsfunktionseinheit eines oder mehrere Anforderungssignale für den Betrieb der Verdichtereinheit übermittelt und diese Anforderungssignale dann von der Verdichterbetriebssteuerungseinheit entsprechend den zu realisierenden Verdichterbetriebsfunktionen umgesetzt werden.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung sieht zusätzlich vor, dass die Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsüberwachungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Betriebszustandsüberwachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausführung mindestens einer Parametererfassungsfunktion und/oder mindestens einer Schutzfunktion und/oder mindestens einer Steuerungsfunktion erfolgt.

[0010] Durch eine derartige Aufzeichnung der Verdichterbetriebsfunktionen besteht die Möglichkeit, während des gesamten Betriebs der erfindungsgemäßen Verdichtereinheit deren Betriebszustände zu überwachen und auch kurzzeitige Überschreitungen der jeweiligen zulässigen Betriebszustände zu erkennen oder auch Überschreitungen der jeweiligen Grenzen in einem Einsatzdiagramm zu erkennen.

[0011] Darüber hinaus hat die Betriebszustandsüberwachungsfunktion noch den Vorteil, dass im Falle von Störungen eine einfache Möglichkeit besteht, die Ursache der Störung aufgrund der aufgezeichneten Verdichterbetriebsfunktionen zu ermitteln.

[0012] Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, dass die Aufzeichnung des mindestens einen Funktionsparameters und/oder die Ausführung mindestens einer Schutzfunktion und/oder die Ausführung der mindestens einen Steuerungsfunktion über der Zeit erfolgt, so dass dadurch eine zeitaufgelöste Analyse der Betriebszustände in der Vergangenheit möglich ist, was insbesondere im Fall von Störungen die Fehlersuche erleichtert.

[0013] Hinsichtlich der von der Verdichterbetriebssteuerungseinheit zu übernehmenden Verdichterbetriebsfunktion sind die unterschiedlichsten Möglichkeiten denkbar.

[0014] Eine vorteilhafte Lösung sieht vor, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Parametererfassungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Parametererfassungsfunktion mindestens einer der Funktionsparameter wie:

Druck des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters, Temperatur des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters, Druck des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters, Temperatur des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters, Position des mindestens einen Steuerschiebers, Position aller Steuerschieber, Schmiermitteltemperatur, Schmiermittelströmung, Schmiermitteldifferenzdruck am Schmiermittelfilter,

Schmiermittelniveau in mindestens einem Schmiermittelzulauf, Drehzahl des Antriebsmotors, Phasenlage des Antriebsmotors, Temperatur des Antriebsmotors, Spannung am Antriebsmotor, Stromaufnahme des Antriebsmotors, erfasst werden.

[0015] Der Vorteil dieser Lösung ist darin zu sehen, dass durch die Erfassung mindestens eines oder mehrerer dieser Funktionsparameter die Möglichkeit besteht, ausreichende Informationen über den jeweiligen Betriebszustand des Schraubenverdichters zu erhalten, so dass die komplexen Funktionszusammenhänge bei einem Schraubenverdichter in einfacher Weise erfasst werden können.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, wenn zur Ausführung der Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und wenn bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters erfolgt.

[0017] Eine derartige Schutzfunktion hat den Vorteil, dass damit der Betrieb der Verdichtereinheit sicher durchgeführt werden kann, ohne dass externe Einheiten oder externe Funktionsmodule, beispielsweise in der Anlagensteuerung, erforderlich sind, um den sicheren Betrieb des Schraubenverdichters zu gewährleisten.

[0018] Insbesondere können bei einer derartigen Schutzfunktion alle für die jeweiligen Betriebszustände wesentlichen Funktionsparameter überprüft und mit Referenzparametern verglichen werden.

[0019] Beispielsweise ist es denkbar, die Parameter wie Druck und/oder Temperatur des Mediums auf der Eintrittsseite sowie Druck und/oder Temperatur des Mediums auf der Austrittsseite mit einem Einsatzdiagramm für den Schraubenverdichter zu vergleichen, wobei die Einsatzgrenzen des Einsatzdiagramms gleichzeitig Referenzwerte für Druck und/oder Temperatur auf der Eintrittsseite und der Austrittsseite darstellen, so dass beispielsweise sichergestellt werden kann, dass der Schraubenverdichter innerhalb seiner Einsatzgrenzen betrieben wird.

[0020] Ferner ist es im Rahmen der Schutzfunktion beispielsweise denkbar, die Schmiermitteltemperatur zu erfassen und insbesondere mit einem oder einem oberen und einem unteren Referenzwert zu vergleichen, um eine ausreichende Schmierung sicherzustellen.

[0021] Ferner ist es beispielsweise im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung denkbar, die das Schmiermittelniveau in mindestens einem Schmiermittelzulauf zu erfassen und bei Ausbleiben von Schmiermittel in mindestens einem Schmiermittelzulauf den Schraubenverdichter abzuschalten um eine Beschädigung desselben zu vermeiden.

[0022] Schließlich ist beispielsweise ebenfalls im Rahmen einer Schutzfunktion vorgesehen, die Temperatur des Antriebsmotors zu überwachen, um eine Beschädi-

gung desselben zu vermeiden.

[0023] Gleiches gilt beispielsweise aber auch für die Spannung und die Stromaufnahme des Antriebsmotors.

[0024] Darüber hinaus sieht eine weitere vorteilhafte Ausbildung der erfindungsgemäßen Verdichtereinheit vor, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie: ein Steuerschieberantrieb für die Steuerschieber, eine Motorsteuerung, eine Schmiermittelkühlung, und ein Einspritzelement für verdichtetes Medium zur zusätzlichen Kühlung, angesteuert wird.

[0025] Der Vorteil einer derartigen als Steuerungsfunktion ausgebildeten Verdichterbetriebsfunktion besteht darin, dass damit die Verdichterbetriebssteuerungseinheit in der Lage ist, beispielsweise auf der Basis einer oder mehrerer Vorgaben, den Schraubenverdichter in dem vorgesehenen Betriebszustand zu betreiben, insbesondere durch Ansteuerung der Steuerschieber das dem Betriebszustand entsprechende Volumenverhältnis und die dem Betriebszustand entsprechende Verdichterleistung einzustellen.

[0026] Darüber hinaus ist beispielsweise auch vorteilhaft, wenn eine Motorsteuerung ansteuerbar ist, um insbesondere die Drehzahl der Schraubenläufer vorgeben zu können.

[0027] Prinzipiell könnte die Steuerungsfunktion unabhängig von den Anforderungssignalen und/oder Funktionsparametern, beispielsweise lediglich entsprechend einer oder mehrerer Vorgaben erfolgen.

[0028] Eine besonders vorteilhafte Lösung sieht jedoch vor, wenn die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgabefunktion ist, bei welcher auf der Basis mindestens eines Anforderungssignals und/oder mindestens eines Funktionsparameters eine Ausführung einer Steuerungsfunktion erfolgt.

[0029] Um mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit in einfacher Weise kommunizieren zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit mit einer Kommunikationseinheit zum Austausch von Daten mit externen Geräten versehen ist.

[0030] Ein derartiger Austausch von Daten mit externen Geräten wäre beispielsweise ein Austausch von Daten mit einer Anlagensteuerung oder auch ein Austausch von Daten mit einer Visualisierungs- und/oder Bedieneinheit, die die Möglichkeit eröffnet, die einzelnen Funktionen der Verdichterbetriebssteuerungseinheit zu überwachen und/oder die Betriebszustände des Schraubenverdichters zu analysieren.

[0031] Vorzugsweise ist dabei die Kommunikationseinheit so ausgebildet, dass sie die Daten leitungsgebunden und/oder drahtlos austauscht, so dass die Datenkommunikation mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit vereinfacht ist.

[0032] Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn die Verdichterbetriebssteuerungseinheit mit einer Visualisierungseinheit versehen ist, welche mindestens einen Ausführungszustand mindestens einer Verdichterbe-

triebsfunktion oder deren Resultat anzeigt, so dass damit in einfacher Weise die Verdichterbetriebsfunktionen überwacht werden können.

[0033] Eine weitere vorteilhafte Lösung sieht vor, dass der Schraubenverdichter ein Steuerungsgehäuse aufweist, in welchem die Verdichterbetriebssteuerungseinheit angeordnet ist.

[0034] Diese Lösung hat den großen Vorteil, dass damit die Möglichkeit besteht, die Verdichterbetriebssteuerungseinheit mit den Sensoren oder Einheiten zur Erfassung der Funktionsparameter sowie mit den für die Steuerungsfunktion vorgesehenen Einheiten herstellerseitig zu verbinden, so dass bei einem Einsatz der Verdichtereinheit derartige Verbindungen bereits herstellerseitig realisiert sind und beispielsweise lediglich die Kommunikation mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit hergestellt werden muss.

[0035] Besonders günstig ist es dabei, wenn das Steuerungsgehäuse an dem Verdichtergehäuse angeordnet ist.

[0036] Hinsichtlich des Aufbaus des Schraubenverdichters wurden vorstehend keine näheren Angaben gemacht.

[0037] Insbesondere umfasst ein Schraubenverdichter ein Verdichtergehäuse mit einem in diesem angeordneten Schraubenläuferraum, zwei in dem Schraubenläuferraum angeordnete und an dem Verdichtergehäuse jeweils um eine Schraubenläuferachse drehbar gelagerte Schraubenläufer, die mit ihren Schraubenkonturen ineinandergreifen und jeweils mit an diese angrenzenden und diese teilweise umschließenden Verdichtungswandflächen zusammenwirken, um über einen im Verdichtergehäuse angeordneten Niederdruckraum zugeführtes gasförmiges Medium aufzunehmen und im Bereich eines im Verdichtergehäuse angeordneten Hochdruckraums abzugeben, wobei das gasförmige Medium in zwischen den Schraubenkonturen und an diesen angrenzenden Verdichtungswandflächen gebildeten Verdichtungskammern bei Niederdruck mit einem Anfangsvolumen eingeschlossen und auf ein Endvolumen bei Hochdruck komprimiert wird, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal des Verdichtergehäuses angeordneten und an beide Schraubenläufer mit Schieberverdichtungswandflächen angrenzendem Steuerschieber, welcher in einer Verschieberichtung parallel zu den Schraubenläuferachsen bewegbar ist und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist.

[0038] Insbesondere ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass zur Erfassung der exakten Position des mindestens einen Steuerschiebers der Schraubenverdichter so ausgebildet ist, dass eine Positionserfassungseinrichtung für den mindestens einen Steuerschieber vorgesehen ist, dass die Positionserfassungseinrichtung ein mit dem mindestens einen Steuerschieber gekoppeltes Positionsanzeigeelement aufweist, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement mit einem Detektorelement zusammenwirkt, das sich parallel zur Verschiebe-

richtung des Steuerschiebers erstreckt und längs welchem das Positionsanzeigeelement beim Bewegen des mindestens einen Steuerschiebers bewegbar ist, und dass das Detektorelement mit einer Auswerteeinrichtung gekoppelt ist, die die jeweilige Position des Positionsanzeigeelements längs des Detektorelements erfasst.

[0039] Der Vorteil dieser Lösung ist insbesondere darin zu sehen, dass diese bei einfachem Aufbau eine sehr präzise Positionsbestimmung der Steuerschieber ermöglicht.

[0040] Insbesondere ist bei einem Schraubenverdichter, welcher zwei Steuerschieber aufweist, wobei ein erster Steuerschieber mindestens das Endvolumen beeinflussend und ein zweiter Steuerschieber mindestens das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, vorgesehen, dass eine Positionserfassungseinrichtung für die beiden Steuerschieber vorgesehen ist, welche ein mit dem ersten Steuerschieber gekoppeltes erstes Positionsanzeigeelement und ein mit dem zweiten Steuerschieber gekoppeltes zweites Positionsanzeigeelement umfasst, dass beide Positionsanzeigeelemente mit einem gemeinsamen Detektorelement zusammenwirken, das sich parallel zur Verschieberichtung der Steuerschieber erstreckt und längs welchem die Positionsanzeigeelemente beim Bewegen der Steuerschieber bewegbar sind, und dass das Detektorelement mit einer Auswerteeinrichtung gekoppelt ist, die die jeweiligen Positionen des ersten Positionsanzeigeelements und des zweiten Positionsanzeigeelements längs des Detektorelements erfasst.

[0041] Diese Lösung hat den großen Vorteil, dass mit dieser die Möglichkeit besteht, auch bei zwei Steuerschiebern deren Positionen insbesondere mit einem einzigen Detektorelement exakt und insbesondere gleichzeitig zu erfassen.

[0042] Dabei wurden hinsichtlich der Anordnung des Detektorelements bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0043] So sieht eine vorteilhafte Lösung vor, dass das Detektorelement in einem innerhalb des Verdichtergehäuses parallel zur Verschieberichtung verlaufenden Detektorkanal angeordnet ist, so dass das Detektorelement durch den Detektorkanal innerhalb des Verdichtergehäuses durch Einflüsse von außen optimal geschützt ist.

[0044] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Detektorkanal durch einen Deckel verschlossen ist, so dass über den Deckel ein einfacher Zugang zu dem Detektorkanal möglich ist.

[0045] Hinsichtlich der Ausbildung des Detektorkanals wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0046] So sieht eine vorteilhafte Lösung vor, dass der Detektorkanal durch eine nutähnlich ausgebildete Vertiefung in einem Gehäusegrundkörper gebildet ist, die der Deckel übergreift.

[0047] Eine andere vorteilhafte Lösung sieht vor, dass der Deckel selbst eine zum Detektorkanal beitragende nutähnliche Vertiefung aufweist.

[0048] Um das Detektorelement mit dem Deckel einfach montieren zu können, sieht eine vorteilhafte Lösung vor, dass das Detektorelement innerhalb der Vertiefung des Deckels verläuft, so dass das Detektorelement mit-

samt dem Deckel abnehmbar und gegebenenfalls austauschbar ist.

[0049] Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement in dem Detektorkanal angeordnet ist und in diesem in der Verschieberichtung bewegbar ist.

[0050] Hinsichtlich der Kopplung des mindestens einen Positionsanzeigeelements mit dem mindestens einen Steuerschieber wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0051] So könnte theoretisch die Kopplung zwischen dem Positionsanzeigeelement und dem Steuerschieber berührungslos erfolgen.

[0052] Zur sicheren Positionsanzeige des mindestens einen Steuerschiebers ist es jedoch von Vorteil, wenn das mindestens eine Positionsanzeigeelement über einen Verbindungskörper mit dem jeweiligen Steuerschieber mechanisch gekoppelt ist und somit das Positionsanzeigeelement mit dem jeweiligen Steuerschieber starr mitgeführt ist.

[0053] Um die Verbindung zwischen dem in dem Detektorkanal bewegbaren jeweiligen Positionsanzeigeelement und dem Steuerschieber herzustellen, ist vorzugsweise vorgesehen, dass der jeweilige Verbindungskörper einen langgestreckten Durchlass zwischen dem Detektorkanal und einem den mindestens einen Steuerschieber aufnehmenden Schieberkanal durchgreift.

[0054] Besonders günstig ist es, wenn der jeweilige Verbindungskörper und der Durchlass zusammen den jeweiligen Steuerschieber verdrehfest in der Verschieberichtung führen, so dass damit gleichzeitig eine verdrehfeste Führung der Steuerschieber realisierbar ist, ohne dass eine separate Führung durch eine Nut im Steuerschieber und einen Nutzenstein im Verdichtergehäuse erforderlich ist.

[0055] Das Zusammenwirken zwischen dem mindestens einen Positionsanzeigeelement und dem Detektorelement wurde bislang nicht näher spezifiziert.

[0056] So sieht eine besonders vorteilhafte Lösung vor, dass das jeweilige Positionsanzeigeelement berührungslos mit dem Detektorelement zusammenwirkt, so dass die Positionserfassung der Positionsanzeigeelemente verschleißfrei erfolgen kann.

[0057] Vorzugsweise ist dabei das Detektorelement aus einem magnetostriktiven Material hergestellt und das Positionsanzeigeelement erzeugt an seinem Ort eine lokale magnetische Durchflutung des Detektorelements, die dann über die Auswerteschaltung im Detektorelement erfasst werden kann.

[0058] Eine besonders günstige Lösung sieht eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit vor, welche einen Steuerschieberantrieb für den jeweiligen Steuerschieber steuert und mittels der Positionserfassungseinheit eine Bewegung des jeweiligen Steuerschiebers erfasst.

[0059] Damit ist die Verdichterbetriebssteuerungseinheit in der Lage, nicht nur den jeweiligen Steuerschieber mit dem Steuerschieberantrieb zu bewegen, sondern auch die ausgeführte Bewegung exakt zu verfolgen.

5 **[0060]** Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn der Steuerschieberantrieb als eine durch ein Medium beaufschlagbare Zylinderanordnung realisiert ist.

[0061] Die Verdichterbetriebssteuerungseinheit lässt sich besonders vorteilhaft dann einsetzen, wenn diese den jeweiligen Steuerschieber lagegerecht positioniert.

10 **[0062]** Das heißt, dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit einerseits den Steuerschieberantrieb ansteuert und andererseits durch Erfassen der Position des jeweiligen Steuerschiebers erfassen kann, ob die gewünschte Position erreicht ist oder nicht und diese Position dann auch durch entsprechende weitere Ansteuerung des Steuerschieberantriebs genau anfahren und beispielsweise dauerhaft halten kann.

[0063] Somit besteht die Möglichkeit, mittels eines 20 Verdichtersteuerungsprogramms der Verdichterbetriebssteuerungseinheit einzelne Positionen des jeweiligen Steuerschiebers oder gegebenenfalls mehrerer Steuerschieber vorzugeben und diese dann mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit lagegerecht anzufahren und zu halten, so dass beliebige Zwischenstellungen zwischen den Extremstellungen möglich sind, um den Schraubenverdichter optimal zu betreiben.

25 **[0064]** Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Verdichterbetriebssteuerungseinheit unter Berücksichtigung von mindestens einem oder mehreren der Parameter, wie: Druckniveau auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Druckniveau auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Temperatur des gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Temperatur des gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Drehzahl der Schraubenläufer, Leistungsaufnahme eines Antriebsmotors, Parameter des gasförmigen Mediums, insbesondere des Kältemittels, und Einsatzgrenzwerte des Schraubenverdichters, die Positionen des mindestens 30 einen Steuerschiebers ermittelt.

[0065] Hinsichtlich der Anordnung von zwei Steuerschiebern relativ zueinander wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

35 **[0066]** So ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass der erste Steuerschieber und der zweite Steuerschieber in der Verschieberichtung derselben hintereinanderliegend angeordnet sind.

[0067] Im Fall der zwei hintereinanderliegend angeordneten Steuerschieber ist insbesondere vorgesehen, dass der erste Steuerschieber und der zweite Steuerschieber eine identische Außenkontur aufweisen.

40 **[0068]** Vorzugsweise sind zwei hintereinanderliegende Steuerschieber so einsetzbar, dass der erste Steuerschieber und der zweite Steuerschieber in einer Verbundstellung unmittelbar aneinander anschließend positionierbar und gemeinsam in der Verschieberichtung 45 bewegbar sind.

[0069] Alternativ dazu ist es bei zwei hintereinanderliegenden Steuerschiebern möglich, dass der erste und der zweite Steuerschieber in einer Trennstellung im Abstand voneinander unter Bildung eines Zwischenraums positionierbar sind.

[0070] Alternativ zum Vorsehen zweier hintereinander liegender Steuerschieber sieht eine weitere vorteilhafte Lösung vor, dass der erste Steuerschieber aneinander unmittelbar angrenzende Schieberverdichtungswandflächen aufweist, von denen jeweils eine einem der Schraubenläufer zugewandt ist und dass der zweite Steuerschieber im Abstand voneinander angeordnete Verdichtungswandflächenbereiche aufweist, von denen jeweils eine an einen der Schraubenläufer angrenzt und zwischen denen die Schieberverdichterwandflächen des ersten Steuerschiebers liegen.

[0071] Bei einer derartigen Anordnung zweier Steuerschieber ist es möglich, mit dem ersten Steuerschieber vorzugsweise das Endvolumen zu beeinflussen und mit dem zweiten Steuerschieber über die im Abstand voneinander angeordneten Schieberverdichtungswandflächen das Anfangsvolumen zu beeinflussen.

[0072] Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass der erste Steuerschieber an dem zweiten Steuerschieber gelagert ist.

[0073] Vorzugsweise ist dabei der erste Steuerschieber in einem Schieberkanal des zweiten Steuerschiebers gelagert.

[0074] Darüber hinaus ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Schieberverdichtungswandflächen des ersten Steuerschiebers und die Schieberverdichtungswandflächen des zweiten Steuerschiebers aneinander anschließen.

[0075] Insbesondere ist bei den zweien hintereinander liegend angeordneten Steuerschiebern vorgesehen, dass der erste Steuerschieber und der zweite Steuerschieber eine identische Außenkontur aufweisen.

[0076] Eine derartige Lösung erlaubt es in besonders einfacher Weise die beiden Steuerschieber in einem gemeinsamen Schieberkanal zu führen.

[0077] Ferner sind die zwei hintereinander liegenden Steuerschieber vorteilhafterweise so einzusetzen, dass der erste Steuerschieber und der zweite Steuerschieber in einer Verbundstellung unmittelbar aneinander anschließend positionierbar und gemeinsam in der Verschieberichtung bewegbar sind.

[0078] Ferner ist bei den zwei hintereinanderliegenden Steuerschiebern vorgesehen, dass der erste und der zweite Steuerschieber in einer Trennstellung im Abstand voneinander unter Bildung eines Zwischenraums positionierbar sind.

[0079] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter mit einem Verdichtergehäuse, mit einem in dem Verdichtergehäuse angeordneten Schraubenläuferraum, mindestens einen in dem Schraubenläuferraum angeordneten und an dem Verdichtergehäuse um eine Schraubenläuferachse drehbar gelagerten

Schraubenläufer, der über einen im Verdichtergehäuse angeordneten Niederdruckraum zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im Verdichtergehäuse angeordneten Hochdruckraums auf ein Endvolumen verdichtet abgibt, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal des Verdichtergehäuses angeordneten und an den Schraubenläufer angrenzenden Steuerschieber, welcher in einer Verschieberichtung parallel zu der Schraubenläuferachse bewegt wird, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflusst, wobei erfindungsgemäß an dem Schraubenverdichter eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit vorgesehen wird, mit welcher einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausgeführt wird.

[0080] Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens sieht vor, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Parametererfassungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Parametererfassungsfunktion mindestens einer der Funktionsparameter wie:

Druck des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters,
Temperatur des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters,
Druck des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters,
Temperatur des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters,
Position des mindestens einen Steuerschiebers,
Position aller Steuerschieber,
Schmiermitteltemperatur,
Schmiermittelströmung,
Schmiermitteldifferenzdruck am Schmiermittelfilter,
Schmiermittelniveau in mindestens einem Schmiermittelzulauf,
Drehzahl des Antriebsmotors,
Temperatur des Antriebsmotors,
Phasenlage des Antriebsmotors,
Spannung am Antriebsmotor,
Stromaufnahme des Antriebsmotors erfasst wird.

[0081] Eine weitere vorteilhafte Variante des Verfahrens sieht vor, dass eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, dass zur Ausführung des Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und dass bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters erfolgt.

[0082] Eine zweckmäßige Variante des Verfahrens sieht vor, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie:

einen Steuerschieberantrieb,
 eine Motorsteuerung,
 eine Schmiermittelkühlung,
 ein Einspritzelement für verdichtetes Medium zur zu-
 sätzlichen Kühlung, Schiebersteuereinheit für die
 Steuerschieber,
 angesteuert wird.

[0083] Insbesondere ist es bei einer Variante des Ver-
 fahrens von Vorteil, dass die mindestens eine Verdich-
 terbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgebefunkti-
 on ist, bei welcher auf der Basis mindestens einer Anfor-
 derungssignals und/oder eines mindestens eines Funkti-
 onsparameters eine Ausführung einer Steuerfunktion
 erfolgt.

[0084] Ferner bei einer Variante des Verfahrens vorge-
 sehen, dass die Verdichterbetriebsfunktion eine
 Betriebszustandsüberwachungsfunktion ist und dass
 insbesondere zur Ausführung der Betriebszustandsü-
 berwachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausfüh-
 rung mindestens einer Parametererfassungsfunktion
 und/oder mindestens einer Schutzfunktion und/oder min-
 destens einer Steuerungsfunktion erfolgt.

[0085] Zur Überwachung ist eine Variante des Verfah-
 rens so ausgestaltet, dass die Aufzeichnung des min-
 destens einen Funktionsparameters und/oder die Aus-
 führung mindestens einer Schutzfunktion und/oder die
 Ausführung der mindestens einen Steuerungsfunktion
 über der Zeit erfolgt.

[0086] Zur Kommunikation ist bei einer Variante des
 Verfahrens vorgesehen, dass die Verdichterbetriebs-
 steuerungseinheit mit einer Kommunikationseinheit ver-
 sehen ist, welche Daten mit externen Geräten aus-
 tauscht, wobei die Kommunikationseinheit die Daten ins-
 besondere leitungsgebunden und/oder drahtlos aus-
 tauscht.

[0087] Außerdem ist es bei einer Variante des Verfah-
 rens günstig, wenn die Verdichterbetriebssteuerungs-
 einheit mit mindestens einer Visualisierungseinheit min-
 destens einen Ausführungszustand mindestens einer
 Verdichterbetriebsfunktion oder deren Resultat anzeigt.

[0088] Weitere Varianten des erfindungsgemäßen
 Verfahrens ergeben sich aus den voranstehend im Zu-
 sammenhang mit der Verdichtereinheit erläuterten Merk-
 malen.

[0089] Die vorstehende Beschreibung erfindungsge-
 mäßiger Lösungen umfasst somit insbesondere die durch
 die nachfolgenden durchnummerierten Ausführungsfor-
 men definierten verschiedenen Merkmalskombinatio-
 nen:

1. Verdichtereinheit umfassend einen Schrauben-
 verdichter (10) mit einem Verdichtergehäuse (12),
 mit einem in dem Verdichtergehäuse (12) angeord-
 neten Schraubenläuferraum (18), mindestens einen
 in dem Schraubenläuferraum (18) angeordneten
 und an dem Verdichtergehäuse (12) um eine
 Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerten

Schraubenläufer (26, 28), der über einen im Verdich-
 tergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum
 (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem An-
 fangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im
 Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruck-
 raums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abgibt,
 sowie mindestens einen in einem Schieberkanal
 (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten
 und an den Schraubenläufer (26, 28) angrenzenden
 Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschie-
 berichtung (72) parallel zu der Schraubenläuferach-
 se (22, 24) bewegbar ist, und das Endvolumen
 und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend aus-
 gebildet ist, wobei an dem Schraubenverdichter (10)
 eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) vorge-
 sehen ist, welche so ausgebildet ist, dass sie eine
 mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit un-
 terstützende Verdichterbetriebsfunktion ausführt,
 dass die Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebs-
 zustandsüberwachungsfunktion ist und dass insbe-
 sondere zur Ausführung der Betriebszustandsüber-
 wachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausfüh-
 rung mindestens einer Parametererfassungsfunkti-
 on und/oder mindestens einer Schutzfunktion
 und/oder mindestens einer Steuerungsfunktion er-
 folgt und dass die Aufzeichnung des mindestens ei-
 nen Funktionsparameters und/oder die Ausführung
 mindestens einer Schutzfunktion und/oder die Aus-
 führung der mindestens einen Steuerungsfunktion
 über der Zeit erfolgt.

2. Verdichtereinheit nach Ausführungsform 1, wobei
 die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine
 Parametererfassungsfunktion ist und dass diese ins-
 besondere zur Ausführung der Parametererfas-
 sungsfunktion mindestens einer der Funktionspara-
 meter wie:

Druck (PN) des Mediums auf der Eintrittsseite
 des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TN) des Mediums auf der Eintritts-
 seite des Schraubenverdichters (10),
 Druck (PH) des Mediums auf der Austrittsseite
 des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TH) des Mediums auf der Austritts-
 seite des Schraubenverdichters (10),
 Position (POS1; POS2) des mindestens einen
 Steuerschiebers (52, 54),
 Position (POS1; POS2) aller Steuerschieber
 (52, 54),
 Schmiermitteltemperatur (TSM),
 Schmiermittelströmung (SSM),
 Schmiermitteldifferenzdruck (Δ PSM) am
 Schmiermittelfilter (266),
 Schmiermittelniveau (SP) in mindestens einem
 Schmiermittelzulauf (282, 284, 286, 288),
 Drehzahl (DS) des Antriebsmotors (300),
 Temperatur (TM) des Antriebsmotors (300)

Phasenlage (PL) des Antriebsmotors (300)
Spannung (UM) am Antriebsmotor (300)
Stromaufnahme (IM) des Antriebsmotors (300)
erfasst.

3. Verdichtereinheit nach Ausführungsform 2, wobei eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, dass zur Ausführung des Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und dass bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters (10) erfolgt.

4. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie:

einen Steuerschieberantrieb,
eine Motorsteuerung (302),
eine Schmiermittelkühlung (264),
ein Einspritzelement (322) für verdichtetes Medium zur zusätzlichen Kühlung,
Schiebersteuerungseinheit für die Steuerschieber,
angesteuert wird.

5. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgabefunktion ist, bei welcher auf der Basis mindestens einer Anforderungssignals (AS) und/oder eines mindestens eines Funktionsparameters eine Ausführung einer Steuerfunktion erfolgt.

6. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit einer Kommunikationseinheit (312) zum Austausch von Daten mit externen Geräten (310, 322) versehen ist, insbesondere dass die Kommunikationseinheit (312) die Daten leitungsgebunden und/oder drahtlos austauscht.

7. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit mindestens einer Visualisierungseinheit (322) versehen ist, welche mindestens einen Ausführungszustand mindestens einer Verdichterbetriebsfunktion oder deren Resultat anzeigt.

8. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei der Schraubenverdichter (10) ein Steuerungsgehäuse (230) aufweist, in welchem die Verdichterbetriebssteuerungseinheit

(240) angeordnet ist, insbesondere dass das Steuerungsgehäuse (230) an dem Verdichtergehäuse (12) angeordnet ist.

9. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei der Schraubenverdichter (10) zwei in dem Schraubenläuferraum (18) angeordnete und an dem Verdichtergehäuse (12) jeweils um eine Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerte Schraubenläufer (26, 28) aufweist, die mit ihren Schraubenkonturen (32, 34) ineinandergreifen und jeweils mit an diese angrenzenden und diese teilweise umschließenden Verdichtungswandflächen (36, 38) zusammenwirken, um über einen im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufzunehmen und im Bereich eines im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruckraums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abzugeben, dass das gasförmige Medium in zwischen den Schraubenkonturen (32, 34) und an diesen angrenzenden Verdichtungswandflächen (36, 38) gebildeten Verdichtungskammern bei Niederdruck mit einem Anfangsvolumen eingeschlossen und auf ein Endvolumen bei Hochdruck komprimiert wird, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten und an beide Schraubenläufer (26, 28) mit Schieberverdichtungswandflächen (62, 64) angrenzenden Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschieberichtung (72) parallel zu den Schraubenläuferachsen (22, 24) bewegbar ist, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet sind und/oder dass insbesondere eine Positionserfassungseinrichtung (152) für den mindestens einen Steuerschieber (52, 54) vorgesehen ist, dass die Positionserfassungseinrichtung (152) ein mit dem mindestens einen Steuerschieber (52, 54) gekoppeltes Positionsanzeigeelement (156, 158) aufweist, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement (156, 158) mit einem Detektorelement (154) zusammenwirkt, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) erstreckt und längs welchem das Positionsanzeigeelement (156, 158) bewegbar ist, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) gekoppelt ist, die die jeweilige Position (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelements (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst und/oder dass insbesondere der Schraubenverdichter (10) zwei Steuerschieber (52, 54) aufweist, wobei ein erster Steuerschieber (52) das Endvolumen beeinflussend und ein zweiter Steuerschieber (54) das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, dass eine Positionserfassungseinrichtung (152) für die beiden Steuerschieber (52, 54) vorgesehen ist, welche ein mit dem ersten Steuerschieber (52) gekoppeltes erstes Positionsanzei-

geelement (156) und ein mit dem zweiten Steuerschieber (54) gekoppeltes zweites Positionsanzeigeelement (158) umfasst, dass beide Positionsanzeigeelemente (156, 158) mit einem gemeinsamen Detektorelement (154) zusammenwirken, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) der Steuerschieber (52, 54) erstreckt und längs welchem die Positionsanzeigeelemente (156, 158) beim Bewegen der Steuerschieber (52, 54) bewegbar sind, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteinrichtung (192) gekoppelt ist, die die jeweiligen Positionen (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelemente (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst und/oder dass insbesondere das Detektorelement (154) in einem innerhalb des Verdichtergehäuses (12) parallel zur Verschieberichtung (72) verlaufenden Detektorkanal (216) angeordnet ist, dass insbesondere das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) in dem Detektorkanal (216) angeordnet ist, dass insbesondere das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) über einen Verbindungskörper (172) mit dem jeweiligen Steuerschieber (52, 54) mechanisch gekoppelt ist.

10. Verdichtereinheit nach Ausführungsform 9, wobei das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) berührungslos mit dem Detektorelement (154) zusammenwirkt.

11. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) einen Steuerschieberantrieb (112, 132) für den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) ansteuert und mittels der Positionserfassungseinheit (152) die Bewegung des jeweiligen Steuerschiebers (52, 54) erfasst, insbesondere dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) lagegeregelt positioniert.

12. Verdichtereinheit nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) unter Berücksichtigung von mindestens einem oder mehreren der Parameter, wie Druckniveau (PN) auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Druckniveau (PH) auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Temperatur (TN) des gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Temperatur (TH) des gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Drehzahl (DS) der Schraubenläufer, Leistungsaufnahme eines Antriebsmotors, Parameter des gasförmigen Mediums, insbesondere des Kältemittels, und Einsatzgrenzwerte des Schraubenverdichters, die Positionen (POS1, POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) ermittelt.

13. Verdichtereinheit nach einer der Ausführungsformen 9 bis 12, wobei der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steuerschieber (54) in der Verschieberichtung (72) derselben hintereinanderliegend angeordnet sind, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steuerschieber (54) eine identischen Außenkontur aufweisen, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steuerschieber (54) in einer Verbundstellung unmittelbar aneinander anschließend positionierbar und gemeinsam in der Verschieberichtung (72) bewegbar sind, und insbesondere dass der erste und der zweite Steuerschieber (52, 54) in einer Trennstellung im Abstand voneinander unter Bildung eines Zwischenraums positionierbar sind.

14. Verdichtereinheit nach einer der Ausführungsformen 9 bis 13, wobei der erste Steuerschieber (52') aneinander unmittelbar angrenzende Schieberverdichtungswandflächen (62'₁, 64'₁) aufweist, von denen jeweils eine an einen der Schraubenläufer (26, 28) angrenzt, und dass der zweite Steuerschieber (54') im Abstand voneinander angeordnete Schieberverdichtungswandflächen (62'₂, 64'₂) aufweist, von denen jeweils eine an einen der Schraubenläufer angrenzt, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52') an dem zweiten Steuerschieber (54') gelagert ist, insbesondere dass Schieberverdichtungswandflächen (62, 64) des ersten Steuerschiebers (52') und des zweiten Steuerschiebers (54') aneinander anschließen.

15. Verfahren zum Betreiben einer Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter (10) mit einem Verdichtergehäuse (12), mit einem in dem Verdichtergehäuse (12) angeordneten Schraubenläuferraum (18), mindestens einen in dem Schraubenläuferraum (18) angeordneten und an dem Verdichtergehäuse (12) um eine Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerten Schraubenläufer (26, 28), der über einen im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruckraums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abgibt, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten und an den Schraubenläufer (26, 28) angrenzenden Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschieberichtung (72) parallel zu der Schraubenläuferachse (22, 24) bewegt wird, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflusst, wobei an dem Schraubenverdichter (10) eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) vorgesehen wird, mit welcher eine mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausgeführt wird, dass die Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsü-

berwachungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Betriebszustandsüberwachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausführung mindestens einer Parametererfassungsfunktion und/oder mindestens einer Schutzfunktion und/oder mindestens einer Steuerungsfunktion erfolgt und dass die Aufzeichnung des mindestens einen Funktionsparameters und/oder die Ausführung mindestens einer Schutzfunktion und/oder die Ausführung der mindestens einen Steuerungsfunktion über der Zeit erfolgt.

16. Verfahren nach Ausführungsform 15, wobei die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Parametererfassungsfunktion ist und dass diese insbesondere zur Ausführung der Parametererfassungsfunktion mindestens einer der Funktionsparameter wie:

Druck (PN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Druck (PH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Position (POS1; POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54),
 Position (POS1; POS2) aller Steuerschieber (52, 54),
 Schmiermitteltemperatur (TSM),
 Schmiermittelströmung (SSM),
 Schmiermitteldifferenzdruck (Δ PSM) am Schmiermittelfilter (266),
 Schmiermittelniveau (SP) in mindestens einem Schmiermittelzulauf (282, 284, 286, 288),
 Drehzahl (DS) des Antriebsmotors (300),
 Temperatur (TM) des Antriebsmotors (300)
 Phasenlage (PL) des Antriebsmotors (300)
 Spannung (UM) am Antriebsmotor (300)
 Stromaufnahme (IM) des Antriebsmotors (300) erfasst wird, insbesondere dass eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, dass zur Ausführung der Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und dass bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters (10) erfolgt, insbesondere dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie:

einen Steuerschieberantrieb, eine Motorsteuerung (302), eine Schmiermittelkühlung (264), ein Einspritzelement (322) für verdichtetes Medium zur zusätzlichen Kühlung, Schiebersteuereinheit für die Steuerschieber, angesteuert wird und insbesondere, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgebefunktion ist, bei welcher auf der Basis mindestens einer Anforderungssignals (AS) und/oder eines mindestens eines Funktionsparameters eine Ausführung einer Steuerfunktion erfolgt.

17. Verfahren nach einer der Ausführungsformen 15 oder 16, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit einer Kommunikationseinheit (312) versehen ist, welche Daten mit externen Geräten (310, 322) austauscht, insbesondere dass die Kommunikationseinheit (312) die Daten leitungsgebunden und/oder drahtlos austauscht.

18. Verfahren nach einer der Ausführungsformen 15 bis 17, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit mindestens einer Visualisierungseinheit (322) mindestens einen Ausführungszustand mindestens einer Verdichterbetriebsfunktion oder deren Resultat anzeigt.

19. Verfahren nach einer der Ausführungsformen 15 bis 18, wobei eine Positionserfassungseinrichtung (152) für den mindestens einen Steuerschieber (52, 54) ein mit dem mindestens einen Steuerschieber (52, 54) gekoppeltes Positionsanzeigeelement (156, 158) aufweist, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement (156, 158) mit einem Detektorelement (154) zusammenwirkt, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) erstreckt und längs welchem das Positionsanzeigeelement (156, 158) bewegt wird, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) die jeweilige Position (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelements (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst, und/oder dass insbesondere der Schraubenverdichter (10) zwei Steuerschieber (52, 54) aufweist, wobei ein erster Steuerschieber (52) das Endvolumen beeinflussend und ein zweiter Steuerschieber (54) das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, dass eine Positionserfassungseinrichtung (152) ein mit dem ersten Steuerschieber (52) gekoppeltes erstes Positionsanzeigeelement (156) und ein mit dem zweiten Steuerschieber (54) gekoppeltes zweites Positionsanzeigeelement (158) umfasst, dass beide Positionsanzeigeelemente (156, 158) mit einem gemeinsamen Detektorelement (154) zusam-

menwirken, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) der Steuerschieber (52, 54) erstreckt und längs welchem die Positionsanzeigeelemente (156, 158) beim Bewegen der Steuerschieber (52, 54) bewegt werden, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) die jeweiligen Positionen (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelemente (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst, und/oder dass insbesondere die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) einen Steuerschieberantrieb (112, 132) für den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) ansteuert und mittels der Positionserfassungseinheit (152) die Bewegung des jeweiligen Steuerschiebers (52, 54) erfasst, dass insbesondere die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) lagegeregelte positioniert.

20. Verfahren nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) unter Berücksichtigung von mindestens einem oder mehreren der Parameter, wie: Druckniveau (PN) auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Druckniveau (PH) auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Temperatur (TN) des gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Temperatur (TH) des gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Drehzahl (DS) der Schraubenläufer, Leistungsaufnahme eines Antriebsmotors, Parameter des gasförmigen Mediums, insbesondere des Kältemittels, und Einsatzgrenzwerte des Schraubenverdichters, die Positionen (POS1, POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) ermittelt.

[0090] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

[0091] In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Schraubenverdichters;
- Fig. 2 einen Schnitt längs Linie 2-2 in Fig. 1;
- Fig. 3 einen Schnitt längs Linie 3-3 im Bereich einer Positionserfassungseinrichtung;
- Fig. 4 einen vergrößerten Schnitt ähnlich Fig. 2 im Bereich der Positionserfassungseinrichtung und der Steuerschieber bei maximaler Leistung und kleinstem Volumenverhältnis;
- Fig. 5 eine Darstellung ähnlich Fig. 4 bei maximalem Fördervolumen und größtem Volumenver-

hältnis;

- Fig. 6 eine Darstellung ähnlich Fig. 4 bei ungefähr drei Viertel der Leistung;
- Fig. 7 eine Darstellung ähnlich Fig. 4 bei ungefähr der halben Leistung;
- Fig. 8 eine Darstellung ähnlich Fig. 4 bei ungefähr einem Viertel der Leistung;
- Fig. 9 eine vergrößerte Darstellung der Positionserfassungseinheit und der Positionsanzeigeelemente in Verbindung mit dem Steuerschieber;
- Fig. 10 eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines Positionsanzeigeelements der Positionserfassungseinrichtung;
- Fig. 11 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schraubenverdichters mit ineinander angeordneten Steuerschiebern;
- Fig. 12 eine schematische Darstellung des zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Schraubenverdichters mit ineinander angeordneten Steuerschiebern ähnlich Fig. 4 bei größtem Volumenverhältnis und größter Leistung;
- Fig. 13 eine Darstellung ähnlich Fig. 12 bei größtem Volumenverhältnis und geringster Leistung;
- Fig. 14 eine Darstellung ähnlich Fig. 12 bei geringstem Volumenverhältnis und größter Leistung;
- Fig. 15 eine schematische Darstellung einer Verdichtereinheit einer ersten Ausführungsform, umfassend ein Schraubenverdichter gemäß dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel, der mit einer Verdichterbetriebssteuerungseinheit betrieben ist;
- Fig. 16 eine Darstellung ähnlich Fig. 15 einer zweiten Ausführungsform einer Verdichtereinheit und
- Fig. 17 eine Darstellung ähnlich Fig. 15 einer dritten Ausführungsform einer Verdichtereinheit.
- [0092]** Ein in Fig. 1 dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schraubenverdichters 10 umfasst ein als Ganzes mit 12 bezeichnetes Verdichtergehäuse, welches einen Sauganschluss 14, über welchen ein anzusaugendes gasförmiges Medium, insbesondere Kältemittel, angesaugt wird und einen Druckanschluss 16, über welchen das auf Hochdruck verdichtete gasförmige Medium, insbesondere das Kältemittel,

abgegeben wird, aufweist.

[0093] Wie in Fig. 2 und 3 dargestellt, sind in einem Schraubenläuferraum 18 des Verdichtergehäuses 12 zwei jeweils um eine Schraubenläuferachse 22, 24 drehbare Schraubenläufer 26, 28 vorgesehen, die mit ihren Schraubenkonturen 32 und 34 ineinander greifen und mit an diese umfangsseitig angrenzenden Verdichtungswandflächen 36 bzw. 38 des Schraubenläuferraums 18 zusammenwirken, um einem an die Schraubenkonturen 32, 34 saugseitig angrenzenden Niederdruckraum 42 zugeführtes gasförmiges Medium aufzunehmen, zu verdichten und in einen Hochdruckraum 44 im Verdichtergehäuse 12 bei Hochdruck abzugeben.

[0094] Dabei wird das gasförmige Medium, insbesondere Kältemittel, in zwischen den Schraubenkonturen 32, 34 und den an diesen angrenzenden Verdichtungswandflächen 36, 38 gebildeten Verdichtungskammern bei Niederdruck in einem Ansaugvolumen eingeschlossen und auf ein Endvolumen bei Hochdruck verdichtet.

[0095] Zur Anpassung des Schraubenverdichters 10, beispielsweise an die in einem Kältemittelkreislauf geforderten Betriebsbedingungen, erfolgt eine Anpassung des Betriebszustandes des Schraubenverdichters 10 zum einen hinsichtlich des Volumenverhältnisses, welches die Relation zwischen dem maximal eingeschlossenen Ansaugvolumen und dem ausgeschobenen Endvolumen angibt, und zum anderen hinsichtlich der Verdichterleistung, welche den Anteil des von dem Schraubenverdichter tatsächlich verdichteten Volumenstroms bezogen auf den maximal durch den Schraubenverdichter 10 verdichtbaren Volumenstrom angibt.

[0096] Zur Anpassung des Betriebszustandes sind bei einem ersten, in den Fig. 2 bis Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel, ein erster Steuerschieber 52 und ein zweiter Steuerschieber 54 in einem im Verdichtergehäuse 12 vorgesehenen Schieberkanal 56 hintereinanderliegend angeordnet, wobei der Schieberkanal 56 parallel zu den Schraubenläuferachsen 22, 24 verläuft und den ersten Steuerschieber 52 und den zweiten Steuerschieber 54 im Bereich ihrer nicht an die Schraubenläufer 26, 28 angrenzenden Führungsumfangsfläche 58 führt.

[0097] Der erste Steuerschieber 52 ist dem Hochdruckraum 44 zugewandt und somit hochdruckseitig angeordnet und der zweite Steuerschieber 54 ist relativ zum ersten Steuerschieber 52 niederdruckseitig angeordnet.

[0098] Jeder der beiden Steuerschieber 52 und 54 weist ferner noch eine an den Schraubenläufer 26 angrenzende Schieberverdichtungswandfläche 62 und eine an den Schraubenläufer 28 angrenzende Schieberverdichtungswandfläche 64 auf, welche Teilflächen der Verdichtungswandflächen 36 und 38 darstellen, und vom Verdichtergehäuse 12 gebildete Gehäuseverdichtungswandflächen 66 und 68, die ebenfalls Teilflächen der Verdichtungswandflächen 36 und 38 darstellen, zu den Verdichtungswandflächen 36 und 38 ergänzen, die zusammen mit den Schraubenkonturen 32 und 34 zur Bildung der Verdichtungskammern beitragen.

[0099] Der erste Steuerschieber 52 und der zweite

Steuerschieber 54 sind, wie in Fig. 2 sowie 4 bis 8 dargestellt, so ausgebildet, dass sie insoweit, als sie die Schieberverdichtungswandflächen 62 und 64 sowie die Führungsumfangsfläche 58 bilden, identisch sind und somit können sie in einer parallel zu den Schraubenläuferachsen 22, 24 verlaufenden Verschieberichtung 72 verschiebbar im Schieberkanal 56 des Verdichtergehäuses 12 geführt werden.

[0100] Dabei bildet der erste Steuerschieber 52 eine dem Hochdruckraum 44 zugewandte, das Endvolumen der Verdichtungskammern festlegende Auslasskante 82, die durch Verschieben des ersten Steuerschiebers 52 in der Verschieberichtung 72 verschiebbar ist und durch ihre Lage relativ zu einer hochdruckseitigen Abschlussfläche 84 des Schraubenläuferraums 18 das Endvolumen der gebildeten Verdichtungskammern und somit das Volumenverhältnis mitbestimmt.

[0101] Dieses Prinzip der Schieberanordnung ist bekannt und beispielsweise in der WO 93/18307 beschrieben, auf welche hinsichtlich der Beschreibung des Funktionsprinzips verwiesen wird.

[0102] Wie in den Fig. 2 und 4 bis 8 dargestellt, weisen der erste Steuerschieber 52 und der zweite Steuerschieber 54 einander zugewandte Stirnflächen 86 und 88 auf, mit denen diese, wie beispielsweise in Fig. 4 und Fig. 5 dargestellt, so aneinander anlegbar sind, dass die Schieberverdichtungswandflächen 62 und 64 des ersten Steuerschiebers 52 und des zweiten Steuerschiebers 54 ineinander übergehen.

[0103] Ferner sind der erste Steuerschieber 52 und der zweite Steuerschieber 54 zusätzlich zum Schieberkanal 56 relativ zueinander durch eine Teleskopführung 92 geführt, welche einen inneren Führungskörper 94 und eine Führungsaufnahme 96 aufweist, wobei die Führungsaufnahme 96 in dem ersten Steuerschieber 52 vorgesehen ist und der Führungskörper 94 an dem zweiten Steuerschieber 54 gehalten ist und über dessen Stirnfläche 88 übersteht, so dass dieser in die Führungsaufnahme 96 im ersten Steuerschieber 52 eingreifen kann.

[0104] Ferner ist vorzugsweise noch in einem den Führungskörper 94 umgebenden Innenraum 102 des zweiten Steuerschiebers 54 eine Druckfeder 104 vorgesehen, welche dazu dient, den ersten Steuerschieber 52 relativ zum zweiten Steuerschieber 54 so zu beaufschlagen, dass die Stirnflächen 86 und 88 voneinander weg bewegbar sind.

[0105] Zum Verschieben des ersten Steuerschiebers 52 ist, wie in Fig. 2 dargestellt, ein Steuerschieberantrieb, beispielsweise ausgebildet als Zylinderanordnung 112 vorgesehen, wobei die Zylinderanordnung 112 eine Zylinderkammer 114 und einen Kolben 116 umfasst und wobei der Kolben 116 mit einer Kolbenstange 118 verbunden ist, welche eine Verbindung zum ersten Steuerschieber 52 herstellt, und zwar beispielsweise mit einem Fortsatz 122 des ersten Steuerschiebers 52, welcher zum Beispiel auf einer der Stirnfläche 86 gegenüberliegenden Seite desselben angeordnet ist.

[0106] Ferner liegt die Zylinderanordnung 112 insbe-

sondere auf einer dem zweiten Steuerschieber 54 gegenüberliegenden Seite des ersten Steuerschiebers 52, vorzugsweise in einem hochdruckseitigen Gehäuseabschnitt 124 des Verdichtergehäuses 12, welcher im Anschluss an den Schieberkanal 56 und im Anschluss an den Hochdruckraum 44 und somit auf einer dem Niederdruckraum 42 gegenüberliegenden Seite des Verdichtergehäuses 12 angeordnet ist.

[0107] Der zweite Steuerschieber 54 ist durch ein Steuerschieberantrieb, beispielsweise ausgebildet als Zylinderanordnung 132, verschiebbar, wobei die Zylinderanordnung 132 einen in einer Zylinderkammer 134 bewegbaren Kolben 136 umfasst und wobei die Zylinderkammer 134 sich insbesondere in Fortsetzung des Schieberkanals 56 in einem niederdruckseitigen Gehäuseabschnitt 142 erstreckt, in welchem antriebsseitige Lagereinheiten für die Schraubenläufer 26 und 28 angeordnet sind, die beispielsweise über eine Antriebswelle 144 antreibbar sind.

[0108] Insbesondere ist der Kolben 136 einstückig an den zweiten Steuerschieber 54 angeformt und weist eine Kolbenfläche auf, die mindestens der Querschnittsfläche des zweiten Steuerschiebers 54 entspricht.

[0109] Der niederdruckseitige Gehäuseabschnitt 142, welcher die Zylinderkammer 134 für die Zylinderanordnung 132 zum Bewegen des zweiten Steuerschiebers 54 aufnimmt, liegt in einem Bereich des Verdichtergehäuses 12, der dem hochdruckseitigen Gehäuseabschnitt 124 zur Aufnahme der Zylinderkammer 114 für die Zylinderanordnung 112 gegenüberliegend angeordnet ist.

[0110] Der erste Steuerschieber 52 und der zweite Steuerschieber 54 lassen sich durch die Zylinderanordnungen 112 und 132 soweit zusammenschieben, dass die Stirnflächen 86 und 88 in einer Verbundstellung aneinander anliegen, und die beiden Steuerschieber 52, 54 lassen sich auch in der Verbundstellung gemeinsam wie ein einziger Steuerschieber bewegen, welcher sich von der saugseitigen Abschlussfläche 126 in Richtung der druckseitigen Abschlussfläche 84 erstreckt und dessen Auslasskante 82 zur Festlegung des Volumenverhältnisses beiträgt, wobei, wie in Fig. 4 dargestellt, der Schraubenverdichter 10 in dieser Verbundstellung stets den maximalen Volumenstrom fördert.

[0111] Je nach Lage der Auslasskante 82 relativ zur Abschlussfläche 84 lässt sich das Volumenverhältnis anpassen, das mit zunehmend geringer werdendem Abstand der Auslasskante 82 von der Abschlussfläche 84 ansteigt und seinen Maximalwert dann erreicht, wenn die Auslasskante 82 den für die Minimierung des Endvolumens erforderlichen geringsten Abstand von der Abschlussfläche 84 aufweist, wie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt.

[0112] Soll nun die Verdichterleistung, d.h. der tatsächlich geförderte Volumenstrom, zusätzlich variieren, so erfolgt, wie beispielsweise in Fig. 6 dargestellt, ein Trennen der Stirnflächen 86 und 88 durch Auseinanderbewegen der Steuerschieber 52 und 54 in eine Trenn-

stellung. In der Trennstellung ist der zweite Steuerschieber 54 wirkungslos und somit legt in der Trennstellung die Lage der Stirnfläche 86 des ersten Steuerschiebers 52 das Anfangsvolumen fest.

[0113] Solange die Auslasskante 82 nicht in einer Stellung steht, in welcher diese das minimal mögliche Endvolumen vorgibt, ist jedoch die Relation des Anfangsvolumens, vorgegeben durch die Stirnfläche 86, zum Endvolumen, vorgegeben durch die Auslasskante 82, nicht variabel.

[0114] Wenn jedoch der erste Steuerschieber 52, wie in Fig. 7 dargestellt, so weit in Richtung des Hochdruckraums 44 verschoben wird, dass die Auslasskante 82 den minimalen Abstand von der Abschlussfläche 84 aufweist oder sogar über diese hinaus in einen vom Hochdruckraum 44 umfassten Einfahrraum 146 für den ersten Steuerschieber 52 verschoben wird, ist eine Variation des Anfangsvolumens 86 möglich, ohne dass sich das Endvolumen verändert, da dieses dann stets minimal bleibt.

[0115] Um die Wirkung des zweiten Steuerschiebers 54 in der Trennstellung zu eliminieren, wird dieser insbesondere mittels der Zylinderanordnung 132 in den Gehäuseabschnitt 142 eingefahren, wobei die Zylinderkammer 134 so dimensioniert ist, dass diese gleichzeitig einen Einfahrraum 148 für den zweiten Steuerschieber 54 umfasst und somit die Möglichkeit schafft, den zweiten Steuerschieber 54 so weit von dem ersten Steuerschieber 52 wegzubewegen, dass die Stirnfläche 88 das Anfangsvolumen nicht mehr beeinflusst.

[0116] Der zweite Steuerschieber 54 erlaubt somit, das Anfangsvolumen dadurch zu beeinflussen, dass dieser entweder zur Bildung der Verbundstellung der Steuerschieber 52, 54 mit seiner Stirnfläche 88 an der Stirnfläche 86 des ersten Steuerschiebers 52 anliegt und somit das Anfangsvolumen maximiert oder mit seiner eigenen Stirnfläche 88 so weit von der Stirnfläche 86 des ersten Steuerschiebers 52 weg bewegt werden kann, dass keinerlei Beeinflussung des Anfangsvolumens durch den zweiten Steuerschieber 54 mehr erfolgt.

[0117] Zur Erfassung der Positionen des ersten Steuerschiebers 52 und des zweiten Steuerschiebers 54 ist eine als Ganzes mit 152 bezeichnete Positionserfassungseinrichtung vorgesehen, welche ein sich parallel zur Verschieberichtung 72 der Steuerschieber 52, 54 und somit parallel zu den Schraubenläuferachsen 22, 24 sich erstreckendes Detektorelement 154 umfasst, welches in der Lage ist, die Positionen von Positionsanzeigeelementen 156 und 158 zu erfassen.

[0118] Dabei ist das Positionsanzeigeelement 156 fest mit dem ersten Steuerschieber 52 gekoppelt, und zwar mit einem sich an die Stirnfläche 86 anschließenden Endbereich 162 des ersten Steuerschiebers 52, und das Positionsanzeigeelement 158 ist mit dem zweiten Steuerschieber 54 gekoppelt, und zwar mit einem sich an die Stirnfläche 88 anschließenden Endbereich 164 desselben, wie insbesondere in Fig. 9 dargestellt.

[0119] Wie in Fig. 10 dargestellt, umfasst jedes dieser

Positionsanzeigeelemente 156 bzw. 158 einen als Ganzes mit 174 bezeichneten Gabelkörper, der mit seinen zwei Gabelschenkeln 176 und 178 einen zwischen diesen liegenden Zwischenraum 182 begrenzt, durch welchen das langgestreckte Detektorelement 154 verläuft. Jeder dieser Gabelkörper 174 ist über einen mit dem jeweiligen Endbereich 162 bzw. 164 verbundenen Verbindungskörper 172 mit dem entsprechenden Steuerschieber 52, 54 gekoppelt.

[0120] Vorzugsweise tragen die Gabelschenkel 176 und 178 Magnete 184 bzw. 186, deren Magnetfeld das Detektorelement 154 am Ort der Magnete 184, 186 durchflutet.

[0121] Das Detektorelement 154 ist dabei aus einem magnetostriktiven Material gebildet, so dass der jeweilige Ort 188 der magnetischen Durchflutung des Detektorelements 154 durch die Magnete 184, 186 mittels einer als Ganzes mit 192 bezeichneten Auswerteeinrichtung ermittelbar ist, wobei die Auswerteeinrichtung 192 beispielsweise in dem magnetostriktiven Detektorelement 154 Schallwellen erzeugt, die an den durch die Magnetfelder der Magnete 184, 186 durchfluteten Orten 188 eine Rückreflexion erfahren, so dass die Auswerteeinrichtung 192 die Lage der Orte 188 in denen die magnetische Durchflutung des magnetostriktiven Detektorelements 154 erfolgt, aufgrund der Laufzeit der reflektierten Schallwellen ermitteln kann.

[0122] Somit kann die Auswerteeinrichtung 192 die Position POS1 des ersten Steuerschiebers 52 und die Position POS2 des zweiten Steuerschiebers 54 in der Verschieberichtung 72 im Schieberkanal 56 ermitteln.

[0123] Die Verbindungskörper 172, die an den jeweiligen Endbereichen 162, 164 der Steuerschieber 52, 54 gehalten sind, durchgreifen einen langgestreckten, schlitzförmigen Durchlass 194, der in eine den Schieberkanal 56 bildende Gehäusewand 196 eingeformt ist und eine Länge aufweist, die in der Trennstellung ein vollständiges Einfahren des zweiten Steuerschiebers 54 in den Einfahrraum 148 und eine Position des ersten Steuerschiebers 52 bei minimalem Anfangsvolumen, also eine Position entsprechend Fig. 8, und eine Position des ersten Steuerschiebers 52 bei minimalem Volumenverhältnis, das heißt maximalem Abstand der Auslasskante 82 von der druckseitigen Abschlussfläche 84, zulässt und außerdem in der Verbundstellung eine Position des zweiten Steuerschiebers 54 mit dem ersten Steuerschieber 52 bei maximalem Volumenverhältnis und minimalem Volumenverhältnis zulässt.

[0124] Jeder mit dem jeweiligen Endbereich 162 und 164 des entsprechenden Steuerschiebers 52 bzw. 54 verbundene Verbindungskörper 172 bildet zusammen mit dem schlitzförmigen Durchlass 194 eine Verdrehsicherung für den jeweiligen Steuerschieber 52, 54 ähnlich einer Führung durch einen Nutenstein und eine Nut, so dass damit die Notwendigkeit entfällt, in den Steuerschiebern 52, 54 Nuten vorzusehen, die mit in den Schieberkanal 56 hineinragenden Nutensteinen zusammenwirken.

[0125] Der Durchlass 194 ist stets auf dem Druck im Niederdruckraum 42 gehalten und dient somit auch dazu, die Steuerschieber 52, 54 mit ihrer Führungsumfangsfläche 58 in Anlage an dem Schieberkanal 56 zu halten, so dass die Steuerschieber 52, 54 nicht durch sich zwischen dem Schieberkanal 56 und der Führungsumfangsfläche 58 ausbildenden Hochdruck mit den Schieberverdichtungswandflächen 62, 64 gegen die Schraubenläufer 26, 28 drücken können.

[0126] Eine Abdichtung des Durchlasses 194 gegen höhere Drücke, insbesondere auch Hochdruck, erfolgt dabei durch den eng tolerierbaren Spalt zwischen dem Schieberkanal 56 und der Führungsumfangsfläche 58 der Steuerschieber 52, 54.

[0127] Zur Aufnahme der Gabelkörper 174 und des Detektorelements 154 ist auf einer dem Schieberkanal 56 gegenüberliegenden Seite einer Wand 196 eines Gehäusegrundkörpers 198 eine Vertiefung 204 vorgesehen, die mit einem Deckel 212 abgedeckt ist, der seinerseits eine der Vertiefung 204 zugewandte Vertiefung 214 aufweist, so dass sich die Vertiefungen 204 und 214 zusammen ergänzen und beispielsweise dadurch einen parallel zur Verschieberichtung 72 verlaufenden langgestreckten Detektorkanal 216 bilden, in welchem sich einerseits das Detektorelement 154 erstreckt und in welchem andererseits die Gabelkörper 174 bewegbar sind, die mit ihren Gabelschenkeln 176, 178 das Detektorelement 154 beiderseits umgreifen und die Magnete 184, 186 derart positionieren, dass deren Magnetfeld das Detektorelement 154 an jeweils einem bestimmten Ort 188 durchflutet.

[0128] Vorzugsweise ist der Deckel 212 so ausgebildet, dass in dessen Vertiefung 214 das Detektorelement 154 liegt, so dass das Detektorelement 154 mitsamt der Auswerteeinrichtung 192 ausschließlich am Deckel 212 gehalten und mit diesem abnehmbar ist, während sich die Gabelkörper 174 im Detektorkanal 216, insbesondere sowohl in der Vertiefung 214 als auch in der Vertiefung 204, erstrecken.

[0129] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schraubenverdichters sind, wie in Fig. 11 bis 14 dargestellt, die Steuerschieber 52 und 54 anders ausgebildet.

[0130] Bei diesem Ausführungsbeispiel liegt der zweite Steuerschieber 54' in dem Schieberkanal 56 und ist in diesem mit seiner Führungsumfangsfläche 58' geführt. Ferner bildet der zweite Steuerschieber 54' äußere Schieberverdichtungswandflächen 62'₂ und 64'₂, die sich an die Gehäuseverdichtungswandflächen 66 und 68 unmittelbar anschließen, wobei die Schieberverdichtungswandfläche 62'₂ an den Schraubenläufer 26 und die Schieberverdichtungswandfläche 64'₂ an den Schraubenläufer 28 angrenzt.

[0131] Der zweite Steuerschieber 54' ist dabei im Querschnitt halbmondförmig ausgebildet, so dass dieser seinerseits einen Schieberkanal 236 bildet, in welchem der erste Steuerschieber 52' mit einer Führungsumfangsfläche 238 geführt ist.

[0132] Der erste Steuerschieber 52' bildet seinerseits Schieberverdichtungswandflächen 62'₁ und 64'₁, die zwischen den Schieberverdichtungswandflächen 62'₂ und 64'₂ liegen und unmittelbar in die Schieberverdichtungswandflächen 62'₂ und 64'₂ anschließen, so dass die Schieberverdichtungswandfläche 62'₁ an den Schraubenläufer 26 und die Schieberverdichtungswandfläche 64'₁ an den Schraubenläufer 28 angrenzt.

[0133] Somit ergänzen die Schieberverdichtungswandflächen 62'₂ und 64'₂ des zweiten Steuerschiebers 54' und die Schieberverdichtungswandflächen 62'₁ und 64'₁ des ersten Steuerschiebers 52' die Gehäuseverdichtungswandflächen 66 und 68 zu den Verdichtungswandflächen 36 und 38, welche die Schraubenkonturen 32 bzw. 34 umschließend angeordnet sind.

[0134] Der erste Steuerschieber 52' bildet ferner die Auslasskante 82', die dem Hochdruckraum 44 zugewandt angeordnet ist und die das Endvolumen durch ihren Abstand von der Abschlussfläche 84 festlegt in vergleichbarer Weise wie dies bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

[0135] Der zweite Steuerschieber 54' beeinflusst das Anfangsvolumen, und zwar durch die Position von Einlasskanten 242 der Schieberverdichtungswandflächen 62'₂ und 64'₂ und zwar insbesondere deren Abstand von der niederdruckseitigen Abschlussfläche 126.

[0136] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der erste Steuerschieber 52' durch eine insbesondere saugseitig angeordnete Zylinderanordnung 132' steuerbar, wobei der Kolben 136' in diesem Fall einstückig an den ersten Steuerschieber 52' angeformt und in der Zylinderkammer 134' beweglich ist, während der zweite Steuerschieber 54' durch eine insbesondere druckseitig angeordnete Zylinderanordnung 112' steuerbar ist.

[0137] Eine derartige Schieberanordnung ist bekannt und beispielsweise in der DE 32 21 849 A1 beschrieben, auf welche hinsichtlich der Beschreibung des Funktionsprinzips verwiesen wird.

[0138] In gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel sind die Positionen des ersten Steuerschiebers 52' und des zweiten Steuerschiebers 54' durch die Positionserfassungseinrichtung 152 erfassbar, wobei ebenfalls Positionsanzeigeelemente 156 und 158 mit dem ersten Steuerschieber 52' bzw. dem zweiten Steuerschieber 54' gekoppelt sind, und zwar über mit diesen Steuerschiebern 52' und 54' fest verbundenen Verbindungskörpern 172, die in gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel den Durchlass 194 durchgreifen, so dass die Positionsanzeigeelemente 156 und 158 in dem Detektorkanal 216 längs des Detektorelements 154 bewegbar sind und in gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel eine Erfassung der Positionen der Positionsanzeigeelemente 156 und 158 über die Auswerteeinrichtung 192 erfolgen kann.

[0139] Dabei sind vorzugsweise die Positionsanzeigeelemente 156 und 158 in gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel als Gabelkörper 174 ausgebildet und mit Magneten 184 und 186 versehen.

[0140] Im Übrigen sind bei dem zweiten Ausführungsbeispiel all diejenigen Elemente, die mit denen des ersten Ausführungsbeispiels identisch sind, mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass diesbezüglich auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel vollinhaltlich Bezug genommen werden kann.

[0141] Die Schraubenverdichter gemäß den voranstehenden Ausführungsbeispielen umfassen ferner, wie beispielsweise bei einer ersten Ausführungsform einer Verdichtereinheit in Fig. 15 dargestellt, ein Schmiermittelversorgungssystem 260, welches aus einem aus dem Schraubenverdichter 10 austretenden Strom von auf Hochdruck verdichtetem Medium MH mittels eines Schmiermittelabscheiders 262 Schmiermittel abscheidet, in einem Schmiermittelkühler 264 kühlt, in einem Schmiermittelfilter 266 filtert und dann einem Schmiermittelanschluss 268 am schematisch in Fig. 15 dargestellten Verdichtergehäuse 12 zuführt.

[0142] Die Schmiermittelzufuhr ist durch ein dem Schmiermittelversorgungssystem 260 zugeordnetes steuerbares Ventil 272 steuerbar.

[0143] Von dem Schmiermittelanschluss 268 führt eine Schmiermittelzuleitung 274 zu mehreren Schmiermittelzuleitungen 282, 284, 286, 288, um die Schmierstellen des Schraubenverdichters 10, beispielsweise gebildet durch eine Wellenabdichtung 292 der Antriebswelle für die Schraubenläufer 26, 28, niederdruckseitige Lager 294 für die Schraubenläufer 26, 28, eine Schmiermitteleinspritzung 296 für die Schraubenläufer 26, 28 und hochdruckseitige Lager 298 zu versorgen.

[0144] Außerdem lässt sich von der Schmiermittelzuleitung 274 auch Schmiermittel zum Betreiben der Zylinderanordnungen 112 und 132 abzweigen, da das Schmiermittel unter Hochdruck steht.

[0145] Das Schmiermittelversorgungssystem 260 ist außerdem durch einen Schmiermittelsensor SS überwacht, der beispielsweise einem der Schmiermittelzuleitungen 282, 284, 286, 288, in diesem Fall dem Schmiermittelzulauf 282 zugeordnet ist.

[0146] Vorzugsweise ist der Schmiermittelsensor SS als optischer Schmiermittelpräsenzsensoren ausgebildet und erfasst die Präsenz von Schmiermittel beispielsweise in dem Schmiermittelzulauf 282 repräsentativ und für die übrigen Schmiermittelzuleitungen 284, 286, 288.

[0147] Zum sicheren und zuverlässigen Betrieb eines der voranstehenden Ausführungsbeispiele eines Schraubenverdichters 10 ist gemäß der ersten Ausführungsform der Verdichtereinheit, die in Fig. 15 dargestellt ist, in einem an dem Verdichtergehäuse 12 angeordneten Steuergehäuse 230 eine elektronische Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 vorgesehen, welche so in der Lage ist, eine Vielzahl von Verdichterbetriebsfunktionen auszuführen.

[0148] Eine Verdichterbetriebsfunktion ist eine Parametererfassungsfunktion gemäß welcher beispielsweise folgende Funktionsparameter mittels hierzu vorgesehener Sensoren und Einrichtungen erfasst werden.

[0149] Die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240

erfasst mittels eintrittsseitig oder niederdruckseitig angeordneten Sensoren SPN und STN den Druck PN des zu verdichtenden gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite oder der Niederdruckseite beziehungsweise die Temperatur TN des zu verdichtenden gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite oder der Niederdruckseite des Schraubenverdichters 10.

[0150] Ferner erfasst die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 mittels austrittsseitig oder hochdruckseitig angeordneter Sensoren SPH und STH den Druck PH des verdichteten gasförmigen Mediums beziehungsweise die Temperatur TH des verdichteten gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite oder der Hochdruckseite des Schraubenverdichters 10.

[0151] Im Rahmen der Parametererfassungsfunktion erfolgt auch durch die in Fig. 15 dargestellte Verbindung der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 mit der Auswerteeinrichtung 192 ein Erfassen der Positionen POS1 und POS2 der Steuerschieber 52 beziehungsweise 54 längs der Verschieberichtung 72 im Schieberkanal 56.

[0152] Zur Erfassung der Drehzahl der Schraubenläufer 26, 28 ist bei der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 15 ein mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 verbundener Schwingungssensor SSW am Verdichtergehäuse 12 angeordnet, der ein der Drehzahl der Schraubenläufer 26, 28 proportionales Signal DS erzeugt, welches die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 erfasst.

[0153] Außerdem erfolgt im Rahmen der Parametererfassungsfunktion das Erfassen der Präsenz von Schmiermittel durch das der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 übermittelte Schmiermittelpräsenzsignal SP des Schmiermittelsensors SS, welches ein Indiz für die funktionierende Schmiermittelversorgung darstellt.

[0154] Im Rahmen der Ausführung einer Verdichterbetriebsfunktion als Schutzfunktion vergleicht die Verdichterbetriebssteuerung 240 die im Rahmen der Parametererfassungsfunktion erfassten Funktionsparameter mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 vorgegebenen Referenzparametern, um zu erkennen, ob ein Über- oder Unterschreiten mindestens eines der Referenzparameter erfolgt und dies gegebenenfalls eine Abschaltung des Schraubenverdichters zur Folge haben muss.

[0155] Beispielsweise vergleicht die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 den Druck PN und die Temperatur TN auf der Eintrittsseite oder der Niederdruckseite sowie den Druck PH und die Temperatur TH auf der Austrittsseite oder der Hochdruckseite mit vorgegebenen Referenzparametern, beispielsweise durch Einsatzgrenzen des Schraubenverdichters definierte Referenzparameter, und ermittelt, ob der Schraubenverdichter innerhalb der vorgesehenen Einsatzgrenzen betrieben wird.

[0156] Darüber hinaus überprüft im Rahmen der Schutzfunktion die Verdichterbetriebssteuerungseinheit

240 ob das Schmiermittelpräsenzsignal SP vorliegt und somit eine ausreichende Schmiermittelversorgung des Schraubenverdichters 10 gegeben ist.

[0157] Im Rahmen der Ausführung einer Verdichterbetriebsfunktion als Steuerungsfunktion erfolgt ein Bewegen der Steuerschieber 52, 54 um den Schraubenverdichter 10 in einem bestimmten Betriebszustand, insbesondere in einem bestimmten Volumenverhältnis und mit einer bestimmten Leistung, zu betreiben.

[0158] Zum Bewegen der Steuerschieber 52 und 54 in die für diese vorgesehenen Positionen geht die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 von den durch die Verbindung mit der Positionerfassungseinrichtung 152 und der Auswerteeinrichtung 192 im Rahmen der Parametererfassungsfunktion erfassten tatsächlichen Positionen POS1 und POS2 der Steuerschieber 52, 54 aus, um aufgrund der Kenntnis dieser Positionen POS1 und POS2 die Steuerschieber 52, 54 die durch den gewünschten Betriebszustand in definierte Positionen zu verfahren und in diesen zu halten.

[0159] Mit der Steuerungsfunktion der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 sind, wie in Fig. 1, 2 und 15 dargestellt, die Zylinderanordnungen 112 und 132 ansteuerbar, um die Steuerschieber 52, 54 zu positionieren.

[0160] Hierzu sind von der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 beispielsweise ansteuerbare Magnetventile ML1 und ML2 vorgesehen, um die Zylinderanordnung 112 anzusteuern, und ansteuerbare Magnetventile MV1 und MV2 vorgesehen, um die Zylinderanordnung 132 anzusteuern.

[0161] Somit besteht die Möglichkeit, die Steuerschieber 52, 54 mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 lagegeregelt zu positionieren, das heißt beispielsweise bestimmten gewünschten Betriebszuständen des Schraubenverdichters 10 entsprechende Positionen der Steuerschieber 52, 54 exakt anzufahren und zu halten.

[0162] Im Rahmen der Steuerungsfunktion als Verdichterfunktion steuert die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 außerdem noch die Schmiermittelzufuhr durch das Schmiermittelversorgungssystem 260 mittels des steuerbaren Ventils 272.

[0163] Die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 ist außerdem so ausgebildet, dass sie mit einer Steuerung eines Antriebsmotors 300, insbesondere eines Elektromotors, zum Antreiben des erfindungsgemäßen Schraubenverdichters 10 verbunden werden kann, wobei der Antriebsmotor 300 beispielsweise durch eine Motorsteuerung 302, umfassend insbesondere einen Frequenzumrichter, angesteuert ist, so dass der Antriebsmotor 300 nicht nur ein- und ausgeschaltet werden kann sondern durch die Motorsteuerung 302 drehzahl geregelt betrieben werden kann.

[0164] Dies ermöglicht es, durch die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 auch den Antriebsmotor 300, je nach Betriebszustand des Schraubenverdichters 10 zu betreiben.

[0165] Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Verdichtereinheit durch eine Anlagensteuerung 310 betrie-

ben, welche insbesondere im Fall des Einsatzes des erfindungsgemäßen Schraubenverdichters 10 in einem Kühlkreislauf oder Kältekreislauf die an den Schraubenverdichter 10 gestellte Leistungsanforderung der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 über eine Kommunikationseinheit 312 übermittelt.

[0166] Die Leistungsanforderung wird seitens der Anlagensteuerung 310 einerseits durch die Zustandsgrößen des zum Schraubenverdichter 10 geführten Stroms des Mediums MN bei Niederdruck und des vom Schraubenverdichter wegführenden Stroms des Mediums MH bei Hochdruck definiert, wobei beispielsweise bei der in Fig. 15 dargestellten Ausführungsform der Verdichtereinheit die Anlagensteuerung 310 den Druck des Stroms des Mediums MN auf Niederdruck durch den Drucksensor ASPN und die Temperatur des Stroms des Mediums MN auf Niederdruck durch den Temperatursensor ASTN erfasst.

[0167] Darüber hinaus erfasst die Anlagensteuerung 310 den Druck des Mediums MH auf Hochdruck durch den Drucksensor ASPH und die Temperatur des Mediums MH auf Hochdruck durch den Temperatursensor ASTH.

[0168] Basierend auf diesen oder gegebenenfalls weiteren Sensordaten oder Parametern ermittelt die Anlagensteuerung 310 ein Anforderungssignal AS, welches diese über die Kommunikationseinheit 312 der Verdichterbetriebssteuerung 240 übermittelt.

[0169] In diesem Fall arbeitet die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 mit einer weiteren Verdichterbetriebsfunktion als Betriebszustandsvorgabefunktion.

[0170] In dieser Betriebszustandsvorgabefunktion werden die Anforderungsgröße AS und/oder einer oder mehrere der im Rahmen der Parametererfassungsfunktion erfasster Funktionsparameter dazu herangezogen, Betriebszustände festzulegen und diese Betriebszustände durch Ausführung mindestens einer der Steuerungsfunktionen zu erreichen und aufrechtzuerhalten.

[0171] Dabei kommen als Funktionsparameter die Positionen POS1 und POS2 der Steuerschieber 52, 54 sowie die Drehzahl des Antriebsmotors 300 in Betracht und ausgehend von den dann durch die Steuerungsfunktion erreichten Betriebszuständen erfolgt dann wieder eine erneute Erfassung der Funktionsparameter mit der Parametererfassungsfunktion und außerdem erfolgt ausgehend von diesen Betriebszuständen erfolgt die Ausführung der Schutzfunktion mit der Überwachung der einzelnen Funktionsparameter und dem Vergleich der Funktionsparametern mit den Referenzparametern wie bereits beschrieben.

[0172] Um einem Betreiber der Verdichtereinheit beispielsweise die erfassten Funktionsparameter anzeigen zu können, kommuniziert die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 mit einer Visualisierungseinheit 322 die beispielsweise in der Lage ist die Funktionsparameter entweder als solche oder durch grafische Elemente, wie Balken- oder Tortendiagramme, darzustellen.

[0173] Die Visualisierungseinheit 322 ist insbesondere

darüber hinaus auch in der Lage weitere Verdichterbetriebsfunktionen, insbesondere mit deren Ausführungszustand, darzustellen.

[0174] Eine weitere Verdichterbetriebsfunktion ist eine Betriebszustandsüberwachungsfunktion in welcher die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240 die Ausführung einer oder mehrerer Verdichterfunktionen über der Zeit aufzeichnet, so dass beispielsweise im Fall einer Störung die erfassten Funktionsparameter, und/oder die ausgeführten Schutzfunktionen, und/oder die ausgeführten Steuerungsfunktionen und/oder die Betriebszustände nachvollzogen werden können.

[0175] Bei einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verdichtereinheit, dargestellt in Fig. 16, sind diejenigen Elemente, die mit denen des ersten Ausführungsbeispiels identisch sind, mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass diesbezüglich der Beschreibung derselben vollinhaltlich auf die Ausführungen zu ersten Ausführungsform Bezug genommen werden können.

[0176] Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform ist bei der zweiten Ausführungsform der Schwingungssensor SSW nicht vorgesehen und anstelle dessen wird das Drehzahlsignal DS aus der Frequenz ermittelt, mit welcher der Frequenzrichter der Motorsteuerung 302 den Antriebsmotor 300 antreibt.

[0177] Ferner ist dem Antriebsmotor 300 noch ein Temperatursensor STM zugeordnet, welcher ein Temperatursignal TM erzeugt, über welches die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' in der Lage ist, die Temperatur des Antriebsmotors 300 zu erfassen.

[0178] Ferner wird beim Antriebsmotor 300 auch noch dessen Phasenlage, das heißt dessen Drehrichtung, von der Verdichterbetriebssteuerung 240' erfasst.

[0179] Ferner ist der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' ein Sensor STSM zugeordnet, welcher eine Temperatur TSM des in der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' zugeführten Schmiermittels erfasst, so dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' auch in der Lage ist, diese Temperatur TSM des Schmiermittels zu erfassen.

[0180] In der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' ist noch ein Strömungssensor SSSM angeordnet, der die Strömung des Schmiermittels erfasst und ein Signal für die Schmiermittelströmung SSM erzeugt, mittels welchem die Schmiermittelströmung in der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' von der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' erfasst werden kann.

[0181] Der Sensor für die Schmiermittelströmung SSM kann auch als Differenzdrucksensor ausgebildet sein.

[0182] Außerdem sind dem Schmiermittelfilter 266 Drucksensoren SPSM1 und SPSM2 zugeordnet, mit welchen ein an dem Schmiermittelfilter 266 anstehender Differenzdruck Δ PSM ermittelbar ist, wobei die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' auch diesen Differenzdruck Δ PSM erfasst.

[0183] Vorzugsweise ist ferner bei der Schmiermittel-

versorgungssystem 260' die Schmiermittelkühlung 264 noch durch ein Ventil 332 steuerbar, welches ebenfalls mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' verbunden ist.

[0184] Schließlich ist auch den Schraubenläufern 26, 28 eine Einspritzung 334 für verdichtetes, unter Hochdruck stehendes Medium zugeordnet, welche durch ein Ventil 336 steuerbar ist, wobei die Einspritzung von verdichtetem und unter Hochdruck stehenden Medium in die von den Schraubenläufern eingeschlossenen Verdichtervolumina eine zusätzliche Kühlung der Schraubenläufer 26, 28 ermöglicht.

[0185] Im Rahmen ihrer Parametererfassungsfunktion erfasst die Verdichterbetriebssteuerung 240' zusätzlich zu den im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform erläuterten Parametern auch noch die Drehzahl DS des Frequenzumrichters der Motorsteuerung 302, die Phasenlage PL des Antriebsmotors 300 und auch die Temperatur TM des Antriebsmotors 300.

[0186] Zusätzlich wird im Rahmen der Parametererfassungsfunktion von der Verdichterbetriebssteuerung 240' insbesondere auch die Temperatur TSM des Schmiermittels in der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260', die Schmiermittelströmung SSM, sowie der Druckabfall Δ PSM am Schmiermittelfilter 266 der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' erfasst.

[0187] Im Rahmen der Schutzfunktion erfolgt beispielsweise ein Vergleich der Phasenlage PL des Antriebsmotors 300 mit der vorgegebenen Phasenlage, das heißt der vorgesehenen Drehrichtung und ein Vergleich der Temperatur TM des Antriebsmotors 300 mit einem Referenzwert und beispielsweise wird bei einer Abweichung der Phasenlage PL von der vorgegebenen Phasenlage und/oder bei Überschreiten des Referenzwerts durch die Temperatur TM ein Abschalten des Antriebsmotors 300 durch die Motorsteuerung 302 ausgelöst.

[0188] Außerdem wird im Rahmen der Schutzfunktion die Temperatur TSM des Schmiermittels überwacht und mit einem Referenzwert verglichen, um eine zu hohe Temperatur des Schmiermittels erkennen zu können.

[0189] Ferner werden im Rahmen der Schutzfunktion die Schmiermittelströmung SSM und/oder der Differenzdruck Δ PSM am Schmiermittelfilter 266 erfasst und mit einem Referenzwert verglichen, um erkennen zu können, ob beispielsweise die Schmiermittelströmung SSM ausreichend oder zu gering ist und ob beispielsweise das Schmiermittelfilter 266 stark verschmutzt ist, so dass in diesem Fall eine Warnung abgegeben, beispielsweise auf der Visualisierungseinheit 322 dargestellt wird.

[0190] Im Rahmen der Steuerungsfunktion wird ergänzend zu den bisherigen Funktionen der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240' noch die Drehzahl des Antriebsmotors über den Frequenzumrichter der Motorsteuerung 302 gesteuert und gegebenenfalls das Ventil 332 der Schmiermittelkühlung 264 gesteuert, um zu verhindern, dass die Temperatur TSM des Schmiermittels in der Schmiermittelzufuhreinrichtung 260' nicht zu hoch und auch nicht zu niedrig wird.

[0191] Zusätzlich erfolgt im Rahmen der Steuerungsfunktion auch noch eine Steuerung des Ventils 324 zur Einspritzung von Kältemittel in die Verdichtervolumina der Schraubenläufer 26, 28 um diese gegebenenfalls zusätzlich kühlen zu können.

[0192] Bei einer dritten Ausführungsform der Verdichtereinheit, dargestellt in Fig. 17, sind alle diejenigen Elemente, die mit der ersten und zweiten Ausführungsform identisch sind, mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass hinsichtlich der Beschreibung derselben vollinhaltlich auf diese Bezug genommen werden kann.

[0193] Im Gegensatz zur ersten und zweiten Ausführungsform ist bei der dritten Ausführungsform der Verdichtereinheit der Antriebsmotor 300' in das Verdichtergehäuse 12' integriert und wird beispielsweise zur Kühlung von dem eingangsseitigen Strom des Mediums MN bei Niederdruck umströmt, bevor dieser durch die Schraubenläufer 26, 28 verdichtet wird.

[0194] Der Frequenzumrichter mit der Motorsteuerung 302' kann in beliebiger Weise am Verdichtergehäuse 12' angeordnet sein.

[0195] In einem Fall ist beispielsweise der Frequenzumrichter mit der Motorsteuerung 302' in das Verdichtergehäuse 12' integriert und somit ständig mit der Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240" verbunden, so dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240" permanent mit dem Frequenzumrichter kommunizieren kann und beispielsweise vom Frequenzumrichter nicht nur die Drehzahl DS des Antriebsmotors 300, dessen Phasenlage PL sondern insbesondere auch noch die Spannung UM am Antriebsmotor 300 und die Stromaufnahme IM des Antriebsmotors 300 übermittelt bekommt.

[0196] Im Übrigen funktioniert die Verdichterbetriebssteuerungseinheit 240" in gleicher Weise wie im Zusammenhang mit den voranstehenden Ausführungsbeispielen, insbesondere dem ersten Ausführungsbeispiel, beschrieben.

40 Patentansprüche

1. Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter (10) mit einem Verdichtergehäuse (12), mit einem in dem Verdichtergehäuse (12) angeordneten Schraubenläuferraum (18), mindestens einen in dem Schraubenläuferraum (18) angeordneten und an dem Verdichtergehäuse (12) um eine Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerten Schraubenläufer (26, 28), der über einen im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruckraums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abgibt, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten und an den Schraubenläufer (26, 28) angrenzenden Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschieberichtung (72) paral-

lel zu der Schraubenläuferachse (22, 24) bewegbar ist, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass an dem Schraubenverdichter (10) eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) vorgesehen ist, welche so ausgebildet ist, dass sie eine mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausführt, dass die Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsüberwachungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Betriebszustandsüberwachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausführung mindestens einer Parametererfassungsfunktion und/oder mindestens einer Schutzfunktion und/oder mindestens einer Steuerungsfunktion erfolgt und dass die Aufzeichnung des mindestens einen Funktionsparameters und/oder die Ausführung mindestens einer Schutzfunktion und/oder die Ausführung der mindestens einen Steuerungsfunktion über der Zeit erfolgt.

2. Verdichtereinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Parametererfassungsfunktion ist und dass diese insbesondere zur Ausführung der Parametererfassungsfunktion mindestens einer der Funktionsparameter wie:

Druck (PN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Druck (PH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Position (POS1; POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54),
 Position (POS1; POS2) aller Steuerschieber (52, 54),
 Schmiermitteltemperatur (TSM),
 Schmiermittelströmung (SSM),
 Schmiermitteldifferenzdruck (Δ PSM) am Schmiermittelfilter (266),
 Schmiermittelniveau (SP) in mindestens einem Schmiermittelzulauf (282, 284, 286, 288),
 Drehzahl (DS) des Antriebsmotors (300),
 Temperatur (TM) des Antriebsmotors (300)
 Phasenlage (PL) des Antriebsmotors (300)
 Spannung (UM) am Antriebsmotor (300)
 Stromaufnahme (IM) des Antriebsmotors (300) erfasst.

3. Verdichtereinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, dass zur Ausführung des Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der

mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und dass bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters (10) erfolgt.

4. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie:

einen Steuerschieberantrieb,
 eine Motorsteuerung (302),
 eine Schmiermittelkühlung (264),
 ein Einspritzelement (322) für verdichtetes Medium zur zusätzlichen Kühlung,
 Schiebersteuerungseinheit für die Steuerschieber, angesteuert wird.

5. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgebefunktion ist, bei welcher auf der Basis mindestens einer Anforderungssignals (AS) und/oder eines mindestens eines Funktionsparameters eine Ausführung einer Steuerfunktion erfolgt.

6. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit einer Kommunikationseinheit (312) zum Austausch von Daten mit externen Geräten (310, 322) versehen ist, insbesondere dass die Kommunikationseinheit (312) die Daten leitungsgebunden und/oder drahtlos austauscht.

7. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit mindestens einer Visualisierungseinheit (322) versehen ist, welche mindestens einen Ausführungszustand mindestens einer Verdichterbetriebsfunktion oder deren Resultat anzeigt.

8. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schraubenverdichter (10) ein Steuerungsgehäuse (230) aufweist, in welchem die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) angeordnet ist, insbesondere dass das Steuerungsgehäuse (230) an dem Verdichtergehäuse (12) angeordnet ist.

9. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der

Schraubenverdichter (10) zwei in dem Schraubenläuferraum (18) angeordnete und an dem Verdichtergehäuse (12) jeweils um eine Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerte Schraubenläufer (26, 28) aufweist, die mit ihren Schraubenkonturen (32, 34) ineinandergreifen und jeweils mit an diese angrenzenden und diese teilweise umschließenden Verdichtungswandflächen (36, 38) zusammenwirken, um über einen im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufzunehmen und im Bereich eines im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruckraums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abzugeben, dass das gasförmige Medium in zwischen den Schraubenkonturen (32, 34) und an diesen angrenzenden Verdichtungswandflächen (36, 38) gebildeten Verdichtungskammern bei Niederdruck mit einem Anfangsvolumen eingeschlossen und auf ein Endvolumen bei Hochdruck komprimiert wird, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten und an beide Schraubenläufer (26, 28) mit Schieberverdichtungswandflächen (62, 64) angrenzenden Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschieberichtung (72) parallel zu den Schraubenläuferachsen (22, 24) bewegbar ist, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet sind und/oder dass insbesondere eine Positionserfassungseinrichtung (152) für den mindestens einen Steuerschieber (52, 54) vorgesehen ist, dass die Positionserfassungseinrichtung (152) ein mit dem mindestens einen Steuerschieber (52, 54) gekoppeltes Positionsanzeigeelement (156, 158) aufweist, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement (156, 158) mit einem Detektorelement (154) zusammenwirkt, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) erstreckt und längs welchem das Positionsanzeigeelement (156, 158) bewegbar ist, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) gekoppelt ist, die die jeweilige Position (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelements (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst und/oder dass insbesondere der Schraubenverdichter (10) zwei Steuerschieber (52, 54) aufweist, wobei ein erster Steuerschieber (52) das Endvolumen beeinflussend und ein zweiter Steuerschieber (54) das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, dass eine Positionserfassungseinrichtung (152) für die beiden Steuerschieber (52, 54) vorgesehen ist, welche ein mit dem ersten Steuerschieber (52) gekoppeltes erstes Positionsanzeigeelement (156) und ein mit dem zweiten Steuerschieber (54) gekoppeltes zweites Positionsanzeigeelement (158) umfasst, dass beide Positionsanzeigeelemente (156, 158) mit einem gemeinsamen Detektorelement (154) zusammenwirken, das sich parallel zu der Verschieberich-

tung (72) der Steuerschieber (52, 54) erstreckt und längs welchem die Positionsanzeigeelemente (156, 158) beim Bewegen der Steuerschieber (52, 54) bewegbar sind, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) gekoppelt ist, die die jeweiligen Positionen (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelemente (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst und/oder dass insbesondere das Detektorelement (154) in einem innerhalb des Verdichtergehäuses (12) parallel zur Verschieberichtung (72) verlaufenden Detektorkanal (216) angeordnet ist, dass insbesondere das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) in dem Detektorkanal (216) angeordnet ist, dass insbesondere das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) über einen Verbindungskörper (172) mit dem jeweiligen Steuerschieber (52, 54) mechanisch gekoppelt ist.

10. Verdichtereinheit nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das jeweilige Positionsanzeigeelement (156, 158) berührungslös mit dem Detektorelement (154) zusammenwirkt.
11. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) einen Steuerschieberantrieb (112, 132) für den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) ansteuert und mittels der Positionserfassungseinheit (152) die Bewegung des jeweiligen Steuerschiebers (52, 54) erfasst, insbesondere dass die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) lagereguliert positioniert.
12. Verdichtereinheit nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) unter Berücksichtigung von mindestens einem oder mehreren der Parameter, wie Druckniveau (PN) auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Druckniveau (PH) auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Temperatur (TN) des gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Temperatur (TH) des gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Drehzahl (DS) der Schraubenläufer, Leistungsaufnahme eines Antriebsmotors, Parameter des gasförmigen Mediums, insbesondere des Kältemittels, und Einsatzgrenzwerte des Schraubenverdichters, die Positionen (POS1, POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) ermittelt.
13. Verdichtereinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steuerschieber (54) in der Verschieberichtung (72) derselben hintereinanderliegend angeordnet sind, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steu-

erschieber (54) eine identischen Außenkontur aufweisen, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52) und der zweite Steuerschieber (54) in einer Verbundstellung unmittelbar aneinander anschließend positionierbar und gemeinsam in der Verschieberichtung (72) bewegbar sind, und insbesondere dass der erste und der zweite Steuerschieber (52, 54) in einer Trennstellung im Abstand voneinander unter Bildung eines Zwischenraums positionierbar sind.

14. Verdichtereinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerschieber (52') aneinander unmittelbar angrenzende Schieberverdichtungswandflächen (62'₁, 64'₁) aufweist, von denen jeweils eine an einen der Schraubenläufer (26, 28) angrenzt, und dass der zweite Steuerschieber (54') im Abstand voneinander angeordnete Schieberverdichtungswandflächen (62'₂, 64'₂) aufweist, von denen jeweils eine an einen der Schraubenläufer angrenzt, insbesondere dass der erste Steuerschieber (52') an dem zweiten Steuerschieber (54') gelagert ist, insbesondere dass Schieberverdichtungswandflächen (62, 64) des ersten Steuerschiebers (52') und des zweiten Steuerschiebers (54') aneinander anschließen.

15. Verfahren zum Betreiben einer Verdichtereinheit umfassend einen Schraubenverdichter (10) mit einem Verdichtergehäuse (12), mit einem in dem Verdichtergehäuse (12) angeordneten Schraubenläufer (18), mindestens einen in dem Schraubenläufer (18) angeordneten und an dem Verdichtergehäuse (12) um eine Schraubenläuferachse (22, 24) drehbar gelagerten Schraubenläufer (26, 28), der über einen im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Niederdruckraum (42) zugeführtes gasförmiges Medium mit einem Anfangsvolumen aufnimmt und im Bereich eines im Verdichtergehäuse (12) angeordneten Hochdruckraums (44) auf ein Endvolumen verdichtet abgibt, sowie mindestens einen in einem Schieberkanal (56) des Verdichtergehäuses (12) angeordneten und an den Schraubenläufer (26, 28) angrenzenden Steuerschieber (52, 54), welcher in einer Verschieberichtung (72) parallel zu der Schraubenläuferachse (22, 24) bewegt wird, und das Endvolumen und/oder das Anfangsvolumen beeinflusst, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Schraubenverdichter (10) eine Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) vorgesehen wird, mit welcher eine mindestens einen Betrieb der Verdichtereinheit unterstützende Verdichterbetriebsfunktion ausgeführt wird, dass die Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsüberwachungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Betriebszustandsüberwachungsfunktion eine Aufzeichnung der Ausführung mindestens einer Parametererfassungsfunktion und/oder mindestens ei-

ner Schutzfunktion und/oder mindestens einer Steuerungsfunktion erfolgt und dass die Aufzeichnung des mindestens einen Funktionsparameters und/oder die Ausführung mindestens einer Schutzfunktion und/oder die Ausführung der mindestens einen Steuerungsfunktion über der Zeit erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Parametererfassungsfunktion ist und dass diese insbesondere zur Ausführung der Parametererfassungsfunktion mindestens einer der Funktionsparameter wie:

Druck (PN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TN) des Mediums auf der Eintrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Druck (PH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Temperatur (TH) des Mediums auf der Austrittsseite des Schraubenverdichters (10),
 Position (POS1; POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54),
 Position (POS1; POS2) aller Steuerschieber (52, 54),
 Schmiermitteltemperatur (TSM),
 Schmiermittelströmung (SSM),
 Schmiermitteldifferenzdruck (Δ PSM) am Schmiermittelfilter (266),
 Schmiermittelniveau (SP) in mindestens einem Schmiermittelzulauf (282, 284, 286, 288),
 Drehzahl (DS) des Antriebsmotors (300),
 Temperatur (TM) des Antriebsmotors (300)
 Phasenlage (PL) des Antriebsmotors (300)
 Spannung (UM) am Antriebsmotor (300)
 Stromaufnahme (IM) des Antriebsmotors (300) erfasst wird, insbesondere dass eine weitere Verdichterbetriebsfunktion eine Schutzfunktion ist, dass zur Ausführung des Schutzfunktion mindestens eine Parametererfassungsfunktion ausgeführt wird und der mindestens eine Funktionsparameter mit mindestens einem Referenzparameter verglichen wird und dass bei Über- oder Unterschreiten des mindestens einen Referenzparameters eine Warnmeldung und/oder eine Abschaltung des Schraubenverdichters (10) erfolgt, insbesondere dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Steuerungsfunktion ist und dass insbesondere zur Ausführung der Steuerungsfunktion mindestens eine der Einheiten wie:

einen Steuerschieberantrieb,
 eine Motorsteuerung (302),
 eine Schmiermittelkühlung (264),
 ein Einspritzelement (322) für verdichtetes Medium zur zusätzlichen Kühlung,

- Schiebersteereinheit für die Steuerschieber, angesteuert wird und insbesondere, dass die mindestens eine Verdichterbetriebsfunktion eine Betriebszustandsvorgebefunktion ist, bei welcher auf der Basis mindestens einer Anforderungssignals (AS) und/oder eines mindestens eines Funktionsparameters eine Ausführung einer Steuerfunktion erfolgt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit einer Kommunikationseinheit (312) versehen ist, welche Daten mit externen Geräten (310, 322) austauscht, insbesondere dass die Kommunikationseinheit (312) die Daten leitungsgebunden und/oder drahtlos austauscht.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) mit mindestens einer Visualisierungseinheit (322) mindestens einen Ausführungszustand mindestens einer Verdichterbetriebsfunktion oder deren Resultat anzeigt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet dass** eine Positionserfassungseinrichtung (152) für den mindestens einen Steuerschieber (52, 54) ein mit dem mindestens einen Steuerschieber (52, 54) gekoppeltes Positionsanzeigeelement (156, 158) aufweist, dass das mindestens eine Positionsanzeigeelement (156, 158) mit einem Detektorelement (154) zusammenwirkt, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) erstreckt und längs welchem das Positionsanzeigeelement (156, 158) bewegt wird, und dass das Detektorelement (154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) die jeweilige Position (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelements (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst, und/oder dass insbesondere der Schraubenverdichter (10) zwei Steuerschieber (52, 54) aufweist, wobei ein erster Steuerschieber (52) das Endvolumen beeinflussend und ein zweiter Steuerschieber (54) das Anfangsvolumen beeinflussend ausgebildet ist, dass eine Positionserfassungseinrichtung (152) ein mit dem ersten Steuerschieber (52) gekoppeltes erstes Positionsanzeigeelement (156) und ein mit dem zweiten Steuerschieber (54) gekoppeltes zweites Positionsanzeigeelement (158) umfasst, dass beide Positionsanzeigeelemente (156, 158) mit einem gemeinsamen Detektorelement (154) zusammenwirken, das sich parallel zu der Verschieberichtung (72) der Steuerschieber (52, 54) erstreckt und längs welchem die Positionsanzeigeelemente (156, 158) beim Bewegen der Steuerschieber (52, 54) bewegt werden, und dass das Detektorelement(154) mit einer Auswerteeinrichtung (192) die jeweiligen Positionen (POS1, POS2) der Positionsanzeigeelemente (156, 158) längs des Detektorelements (154) erfasst, und/oder dass insbesondere die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) einen Steuerschieberantrieb (112, 132) für den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) ansteuert und mittels der Positionserfassungseinheit (152) die Bewegung des jeweiligen Steuerschiebers (52, 54) erfasst, dass insbesondere die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) den jeweiligen Steuerschieber (52, 54) lagegeregelt positioniert.
20. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterbetriebssteuerungseinheit (240) unter Berücksichtigung von mindestens einem oder mehreren der Parameter, wie: Druckniveau (PN) auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Druckniveau (PH) auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Temperatur (TN) des gasförmigen Mediums auf der Eintrittsseite, insbesondere bei Niederdruck, Temperatur (TH) des gasförmigen Mediums auf der Austrittsseite, insbesondere bei Hochdruck, Drehzahl (DS) der Schraubenläufer, Leistungsaufnahme eines Antriebsmotors, Parameter des gasförmigen Mediums, insbesondere des Kältemittels, und Einsatzgrenzwerte des Schraubenverdichters, die Positionen (POS1, POS2) des mindestens einen Steuerschiebers (52, 54) ermittelt.

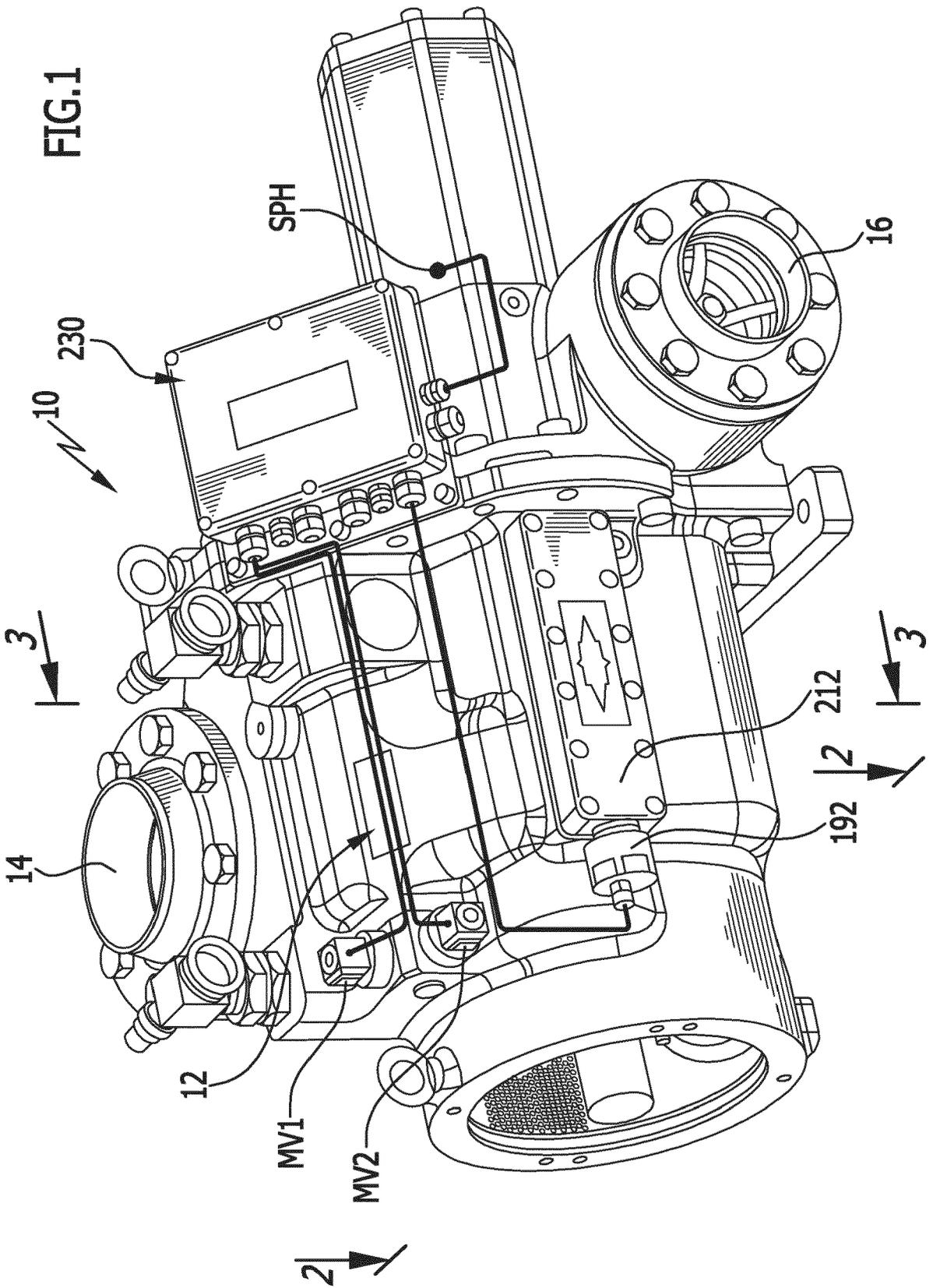


FIG.2

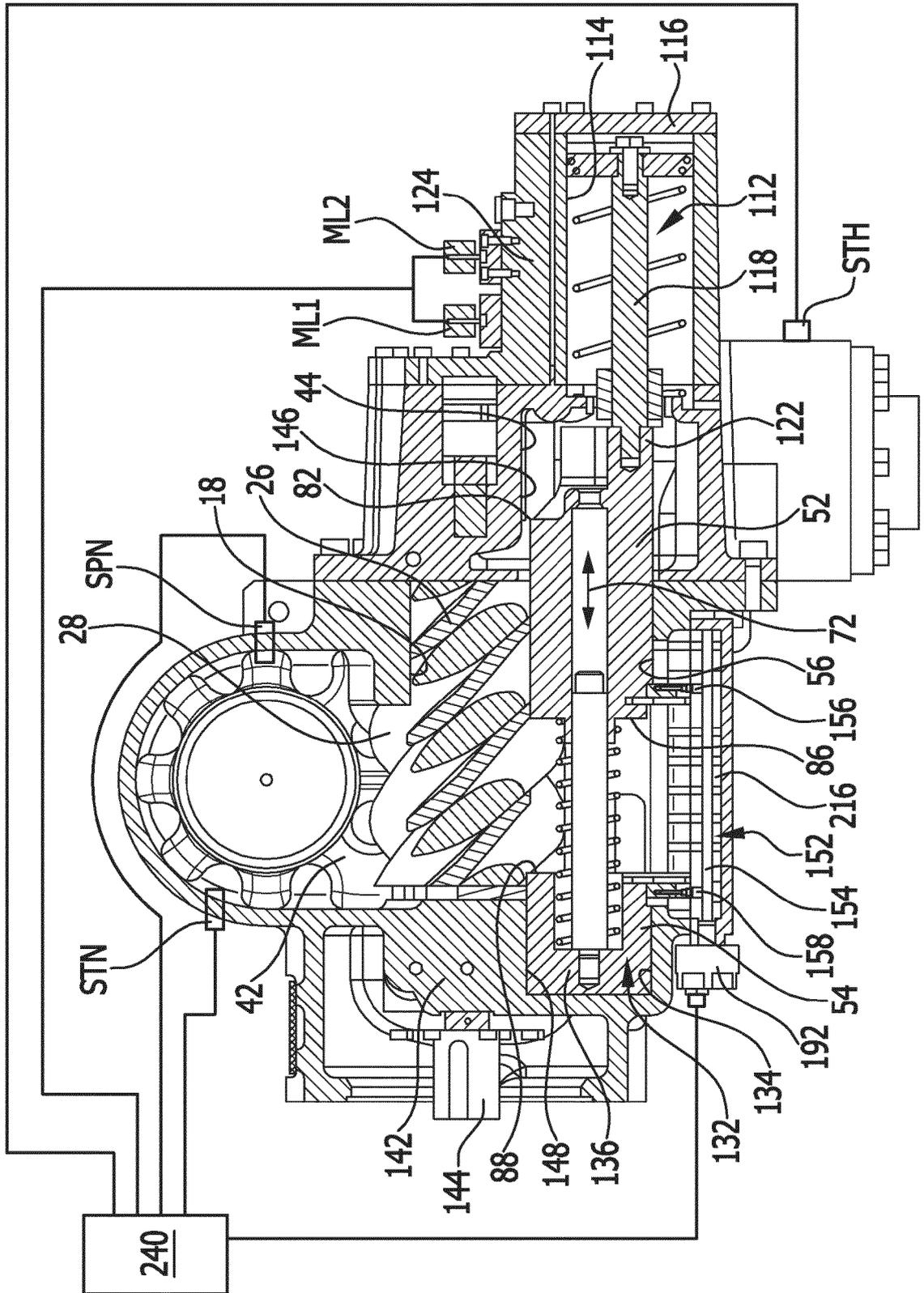


FIG.3

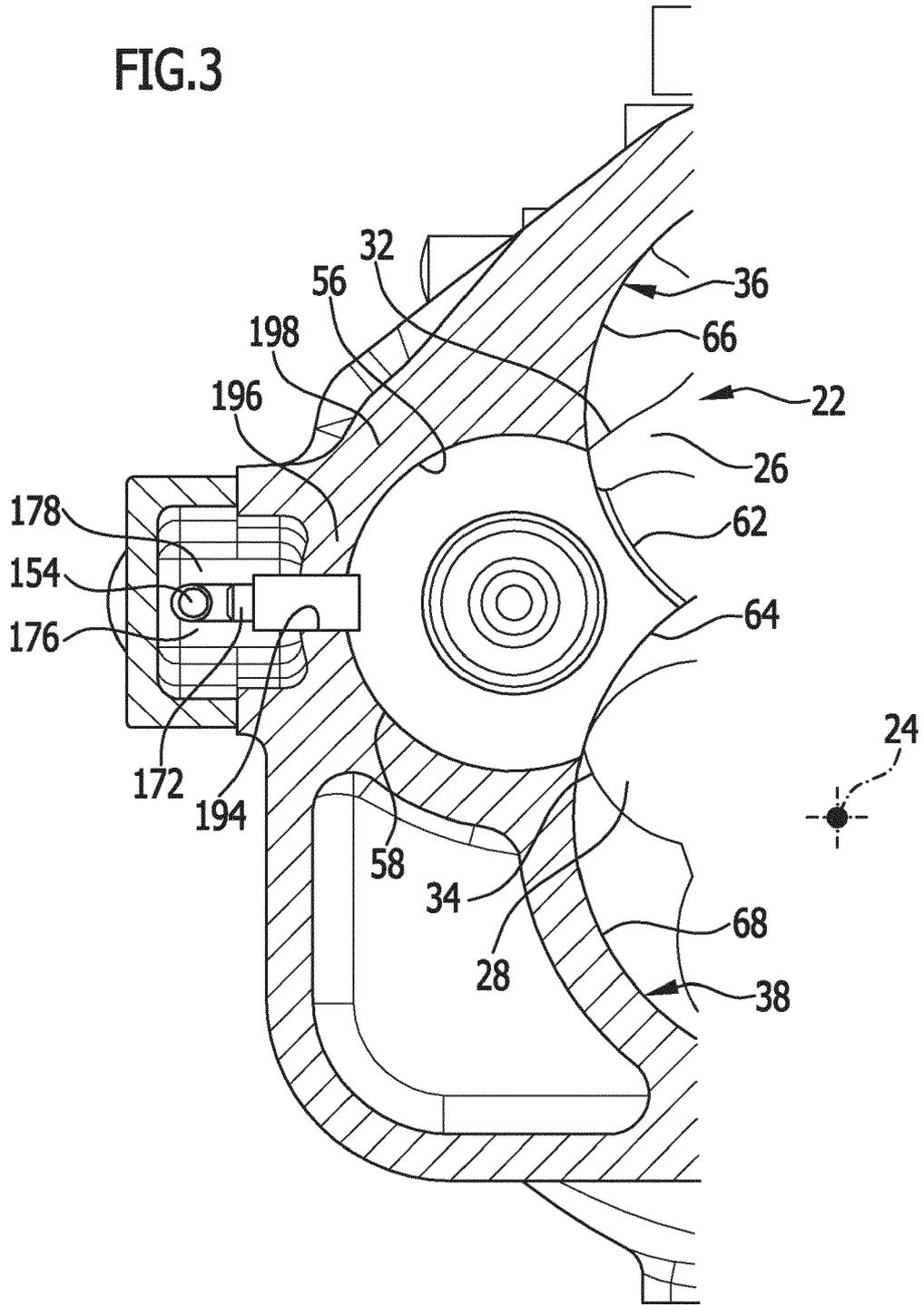


FIG.4

Position 100% Leistung, kleinster VI

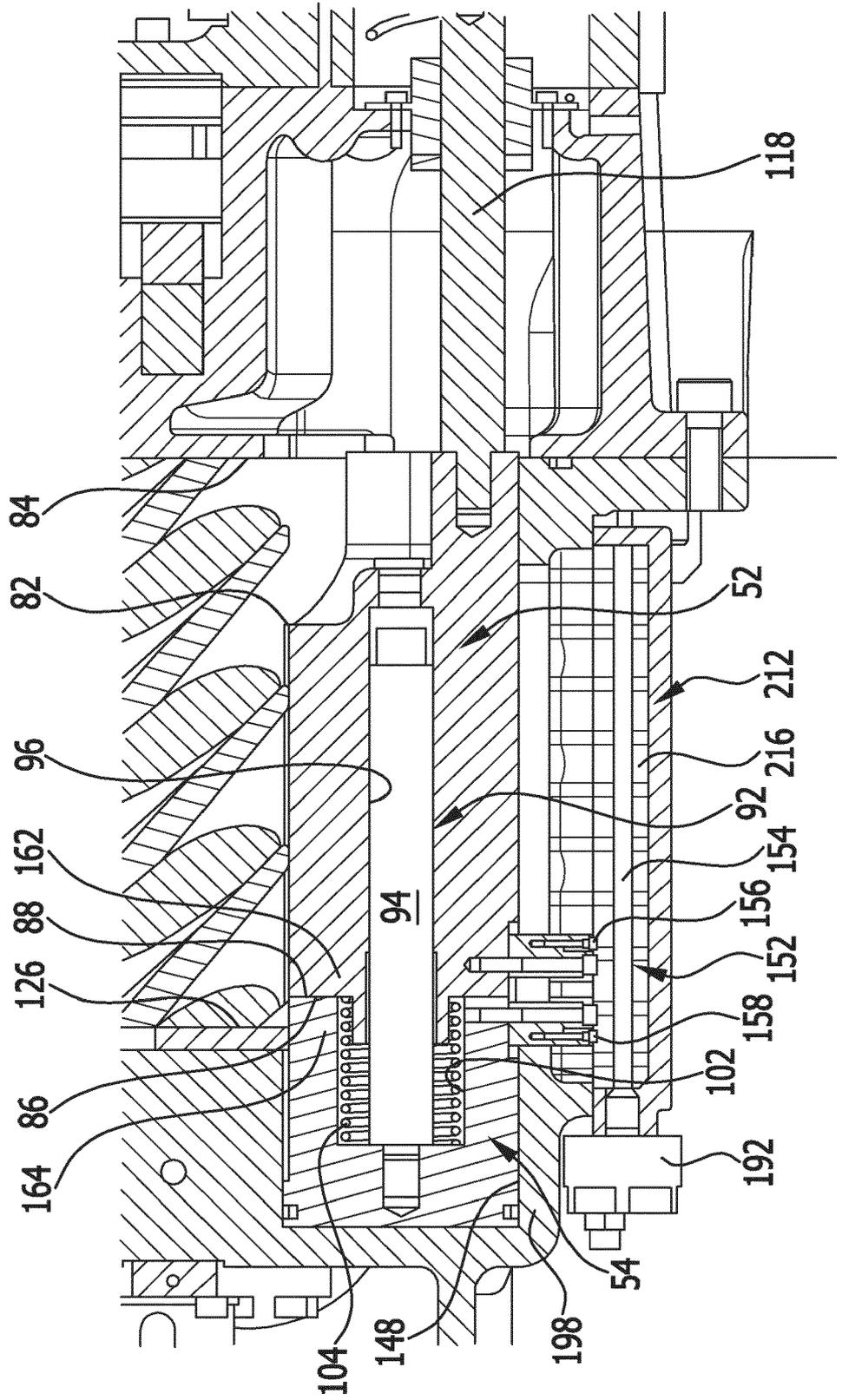


FIG.5

Position 100% Leistung, größter Vi

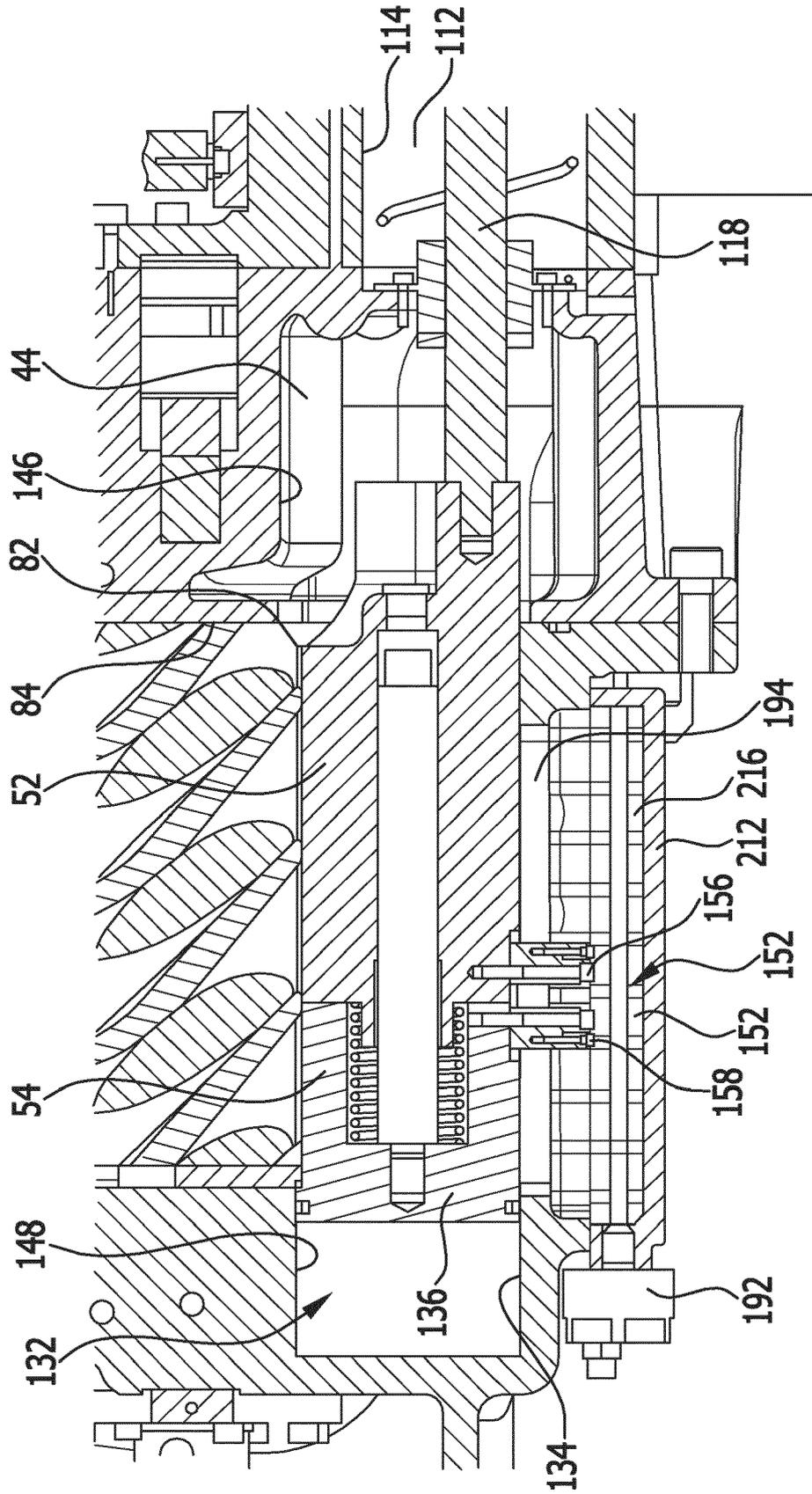


FIG.6

Teillast Position 75%

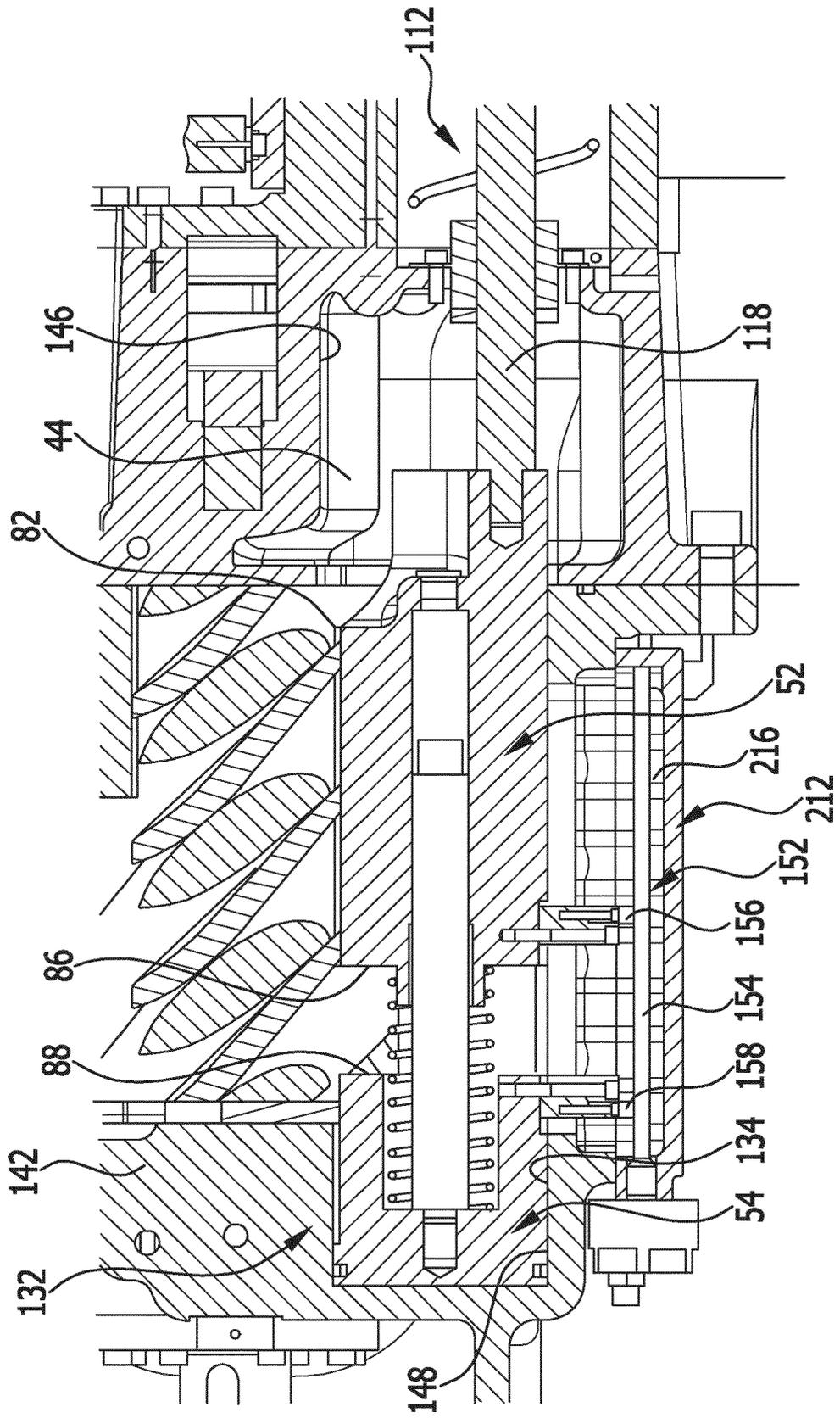


FIG.7

Teillast Position 50%

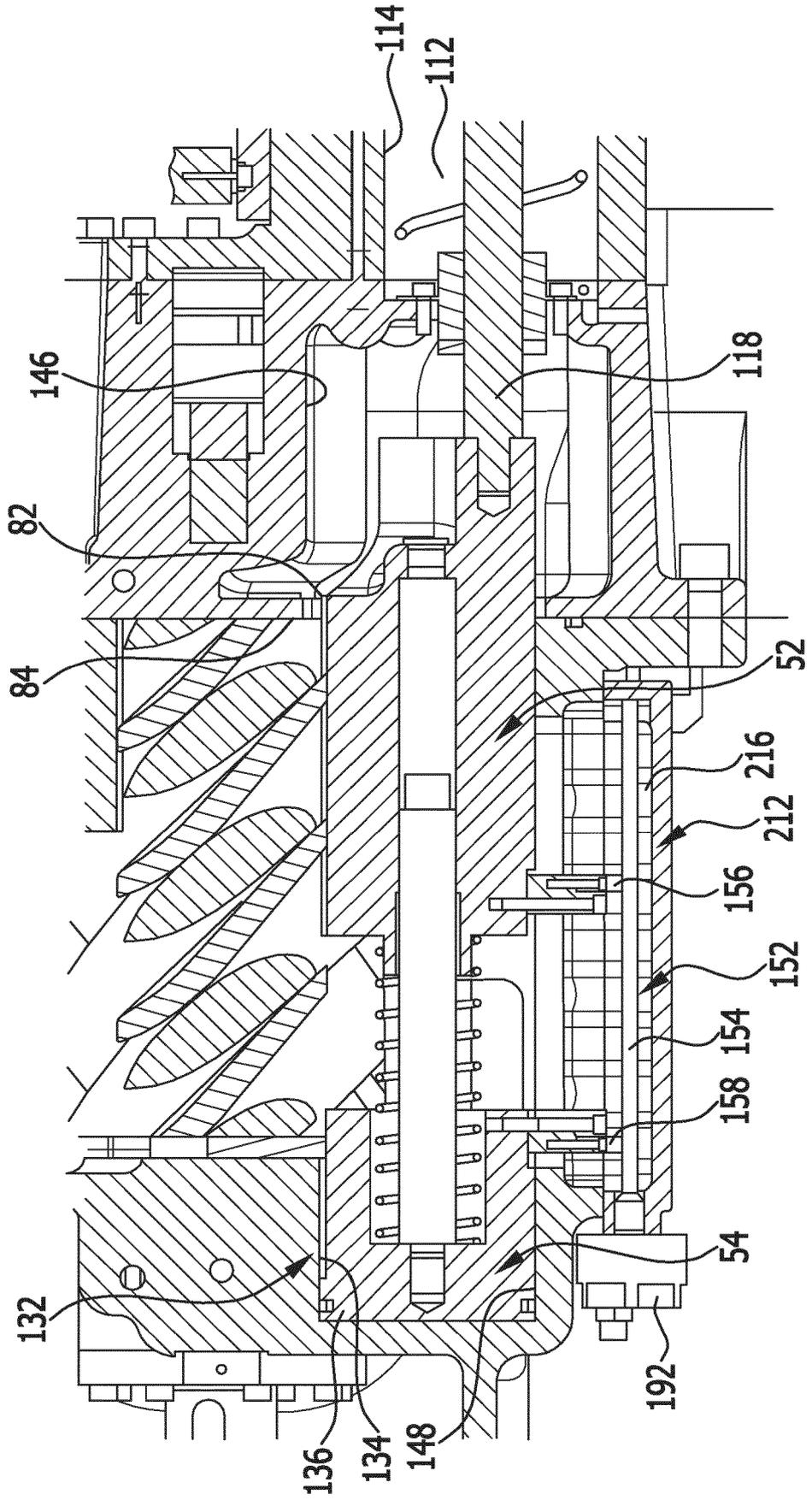


FIG.8

Teillast Position 25%

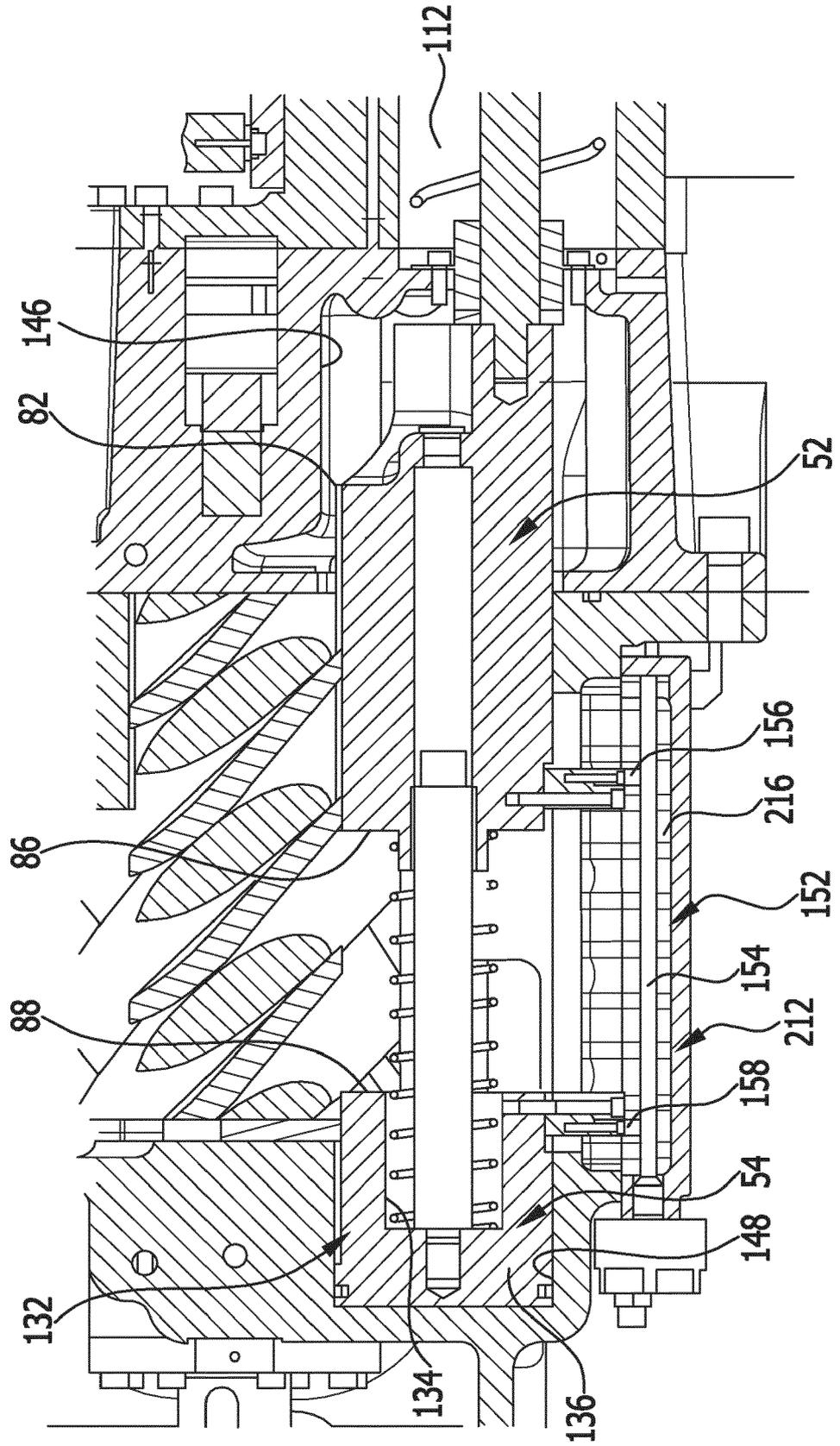


FIG.9

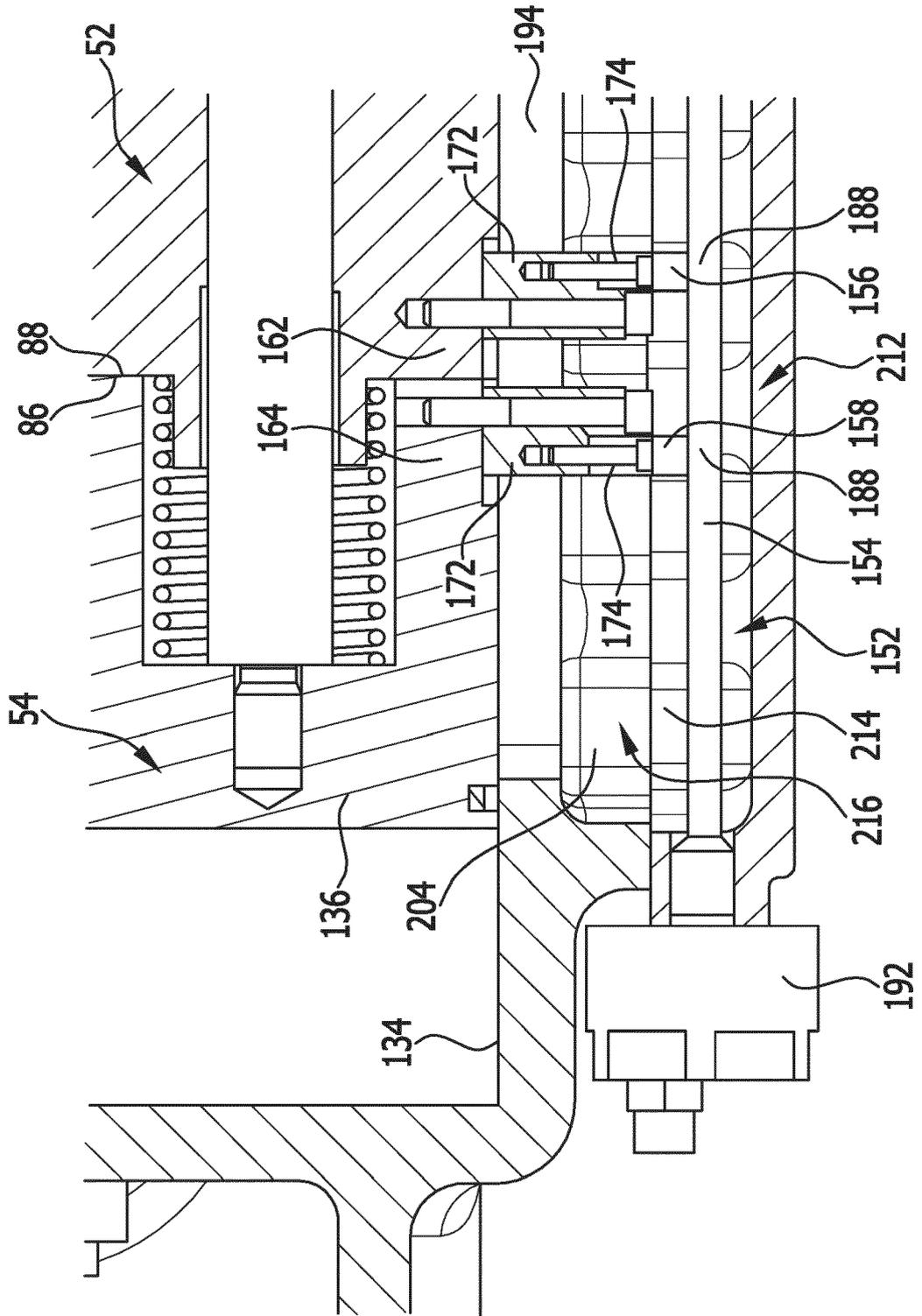


FIG.10

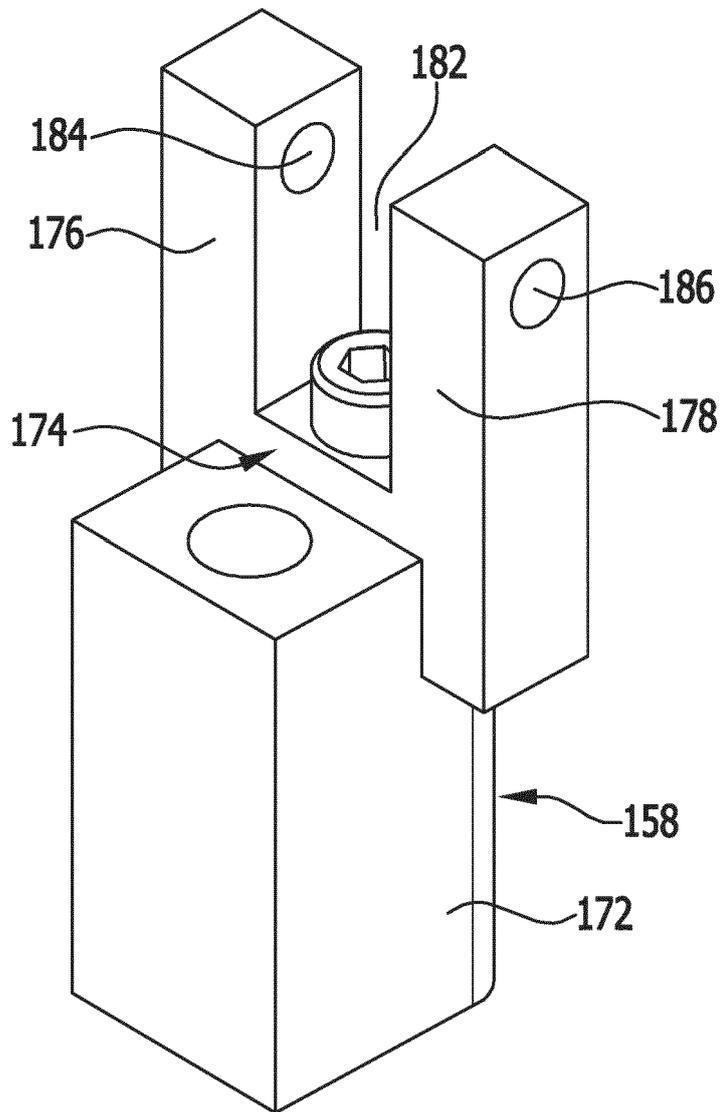


FIG.11

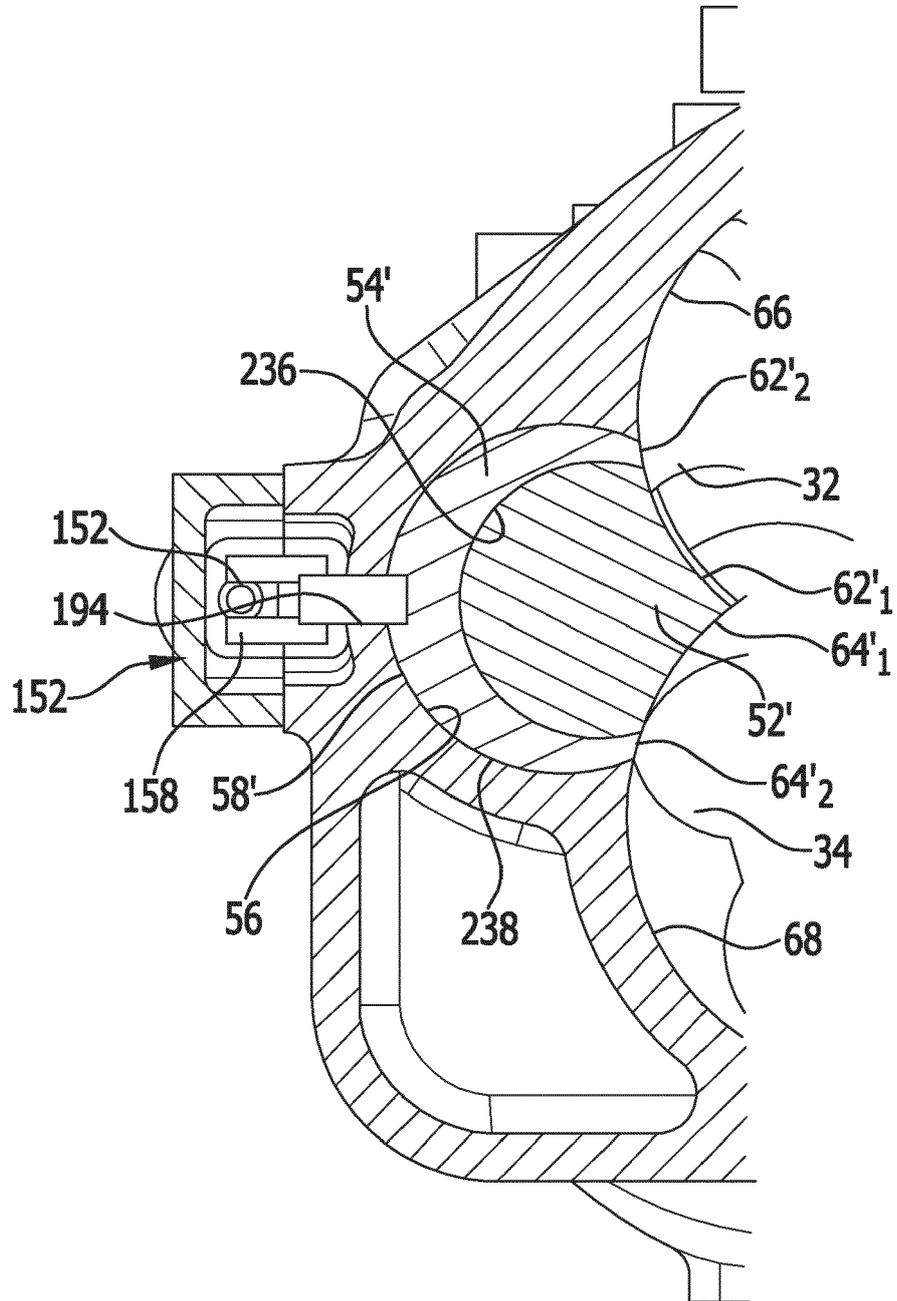


FIG.12

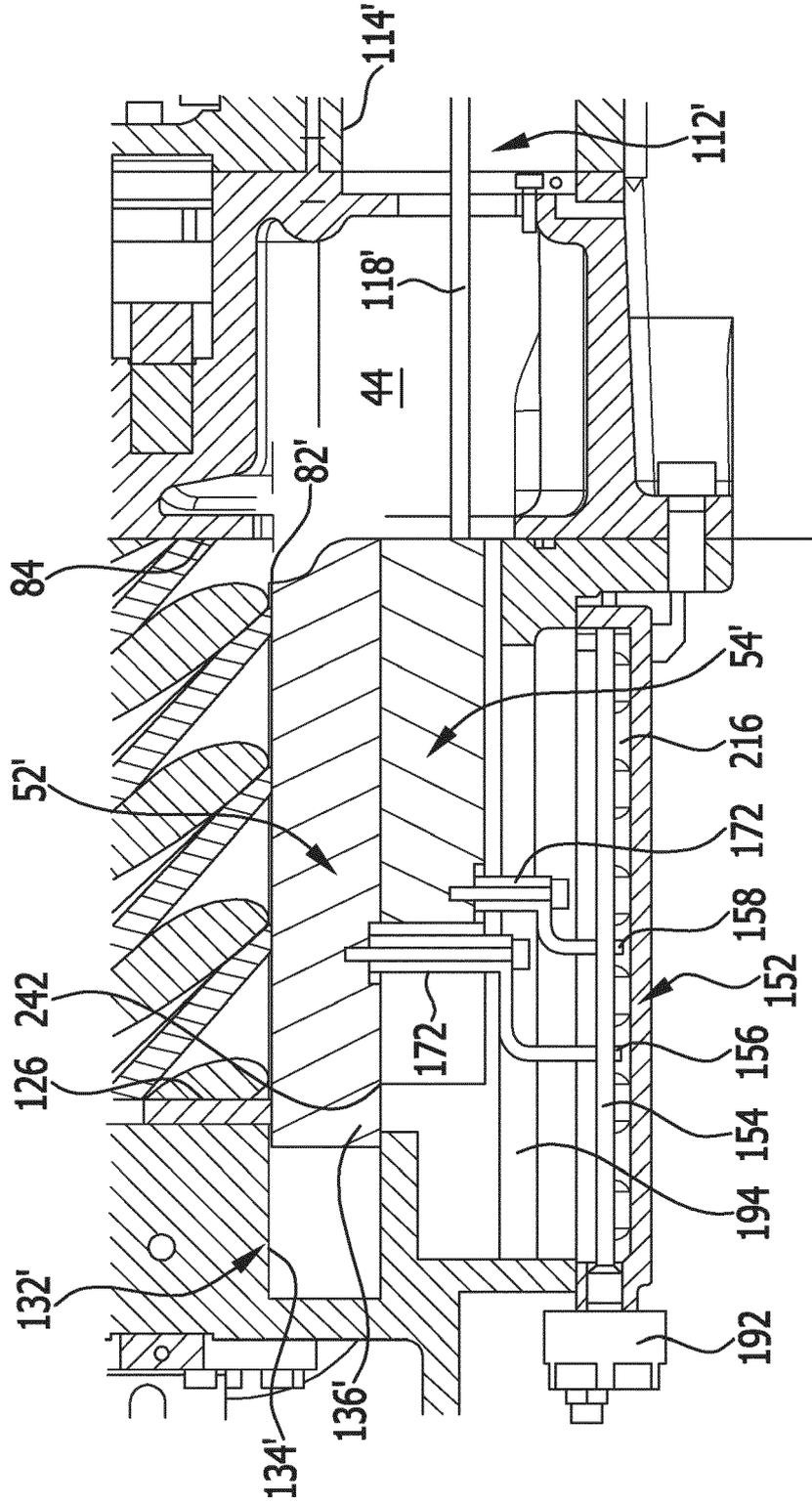


FIG.13

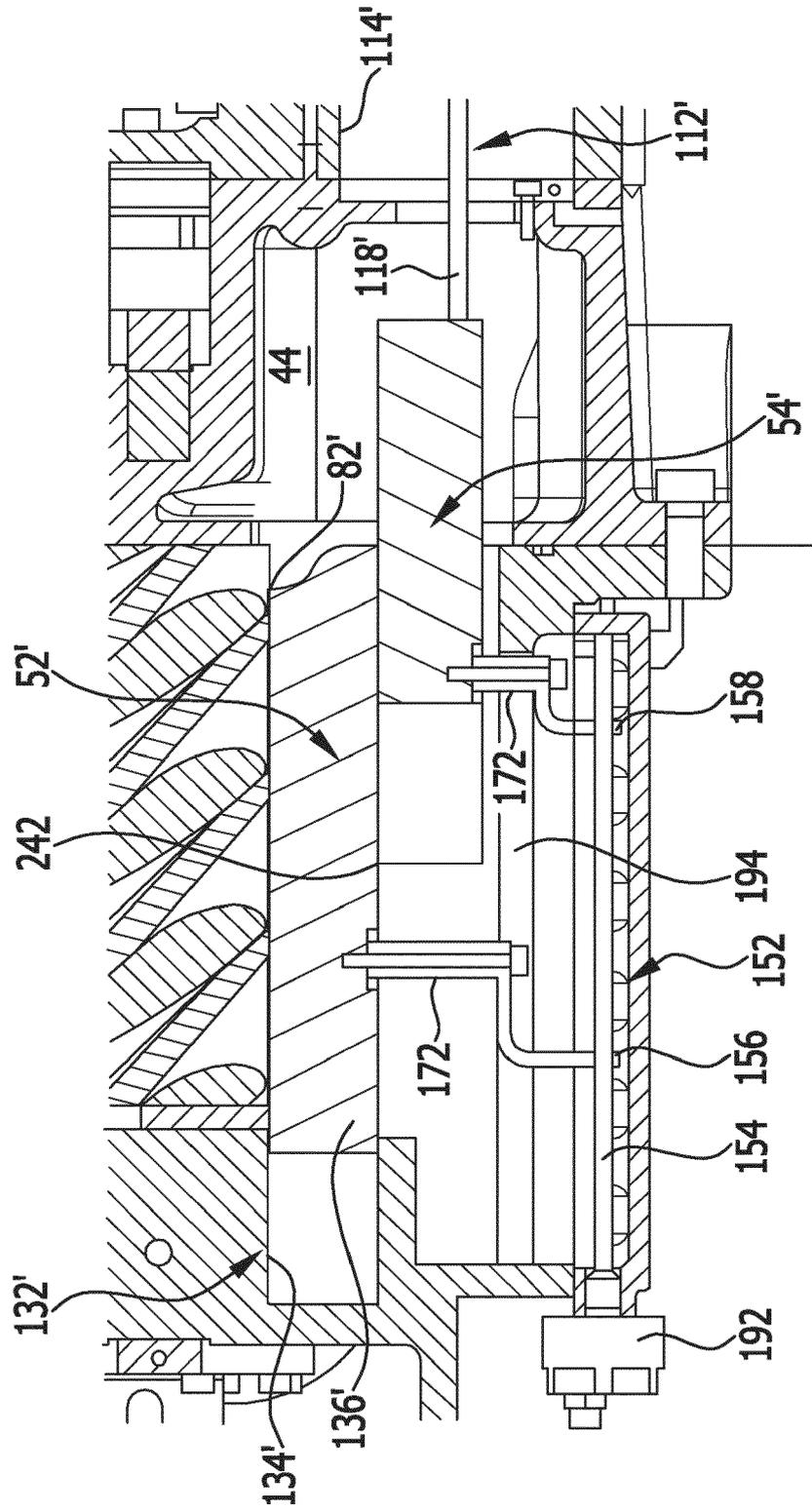
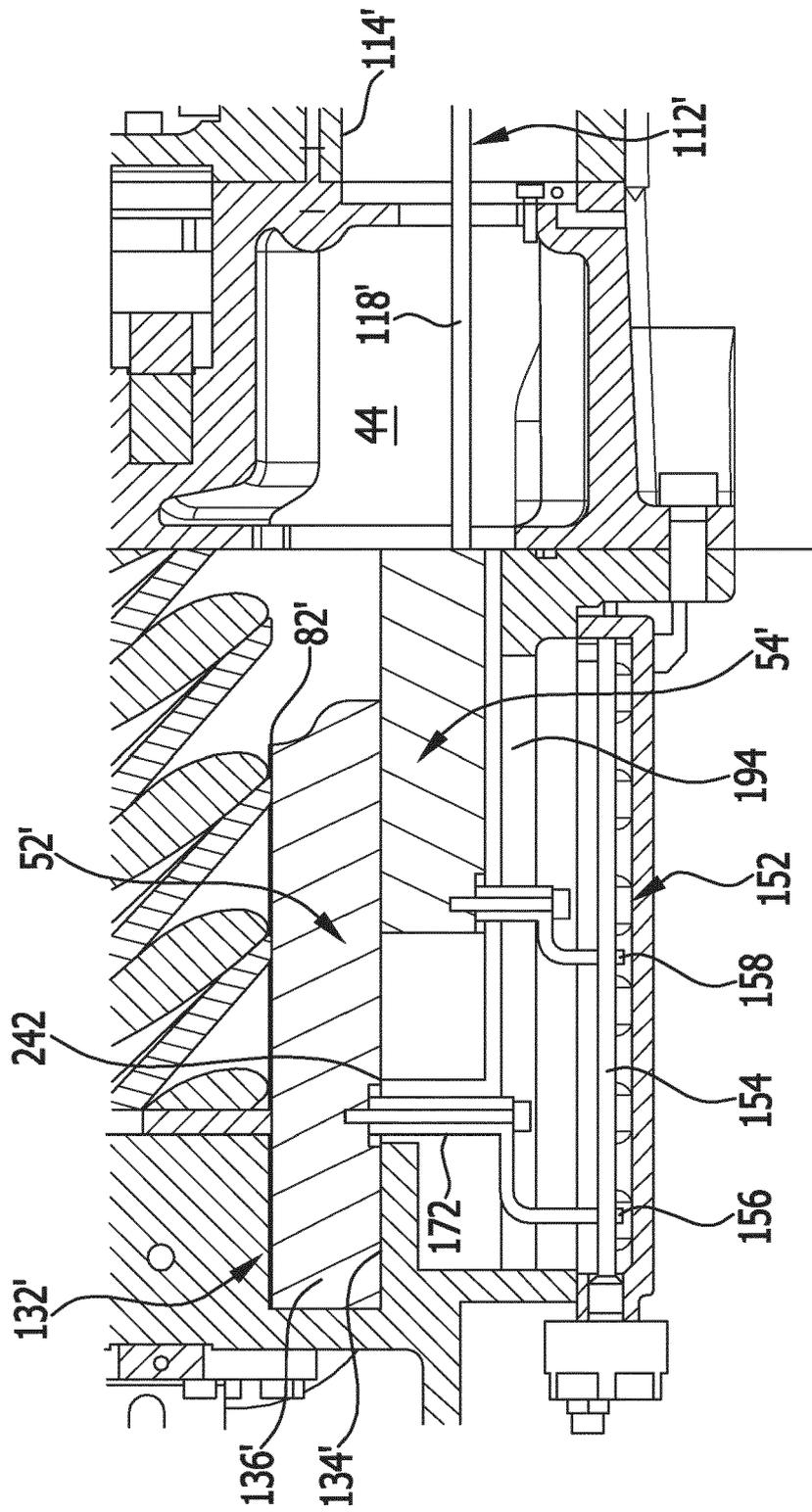


FIG.14



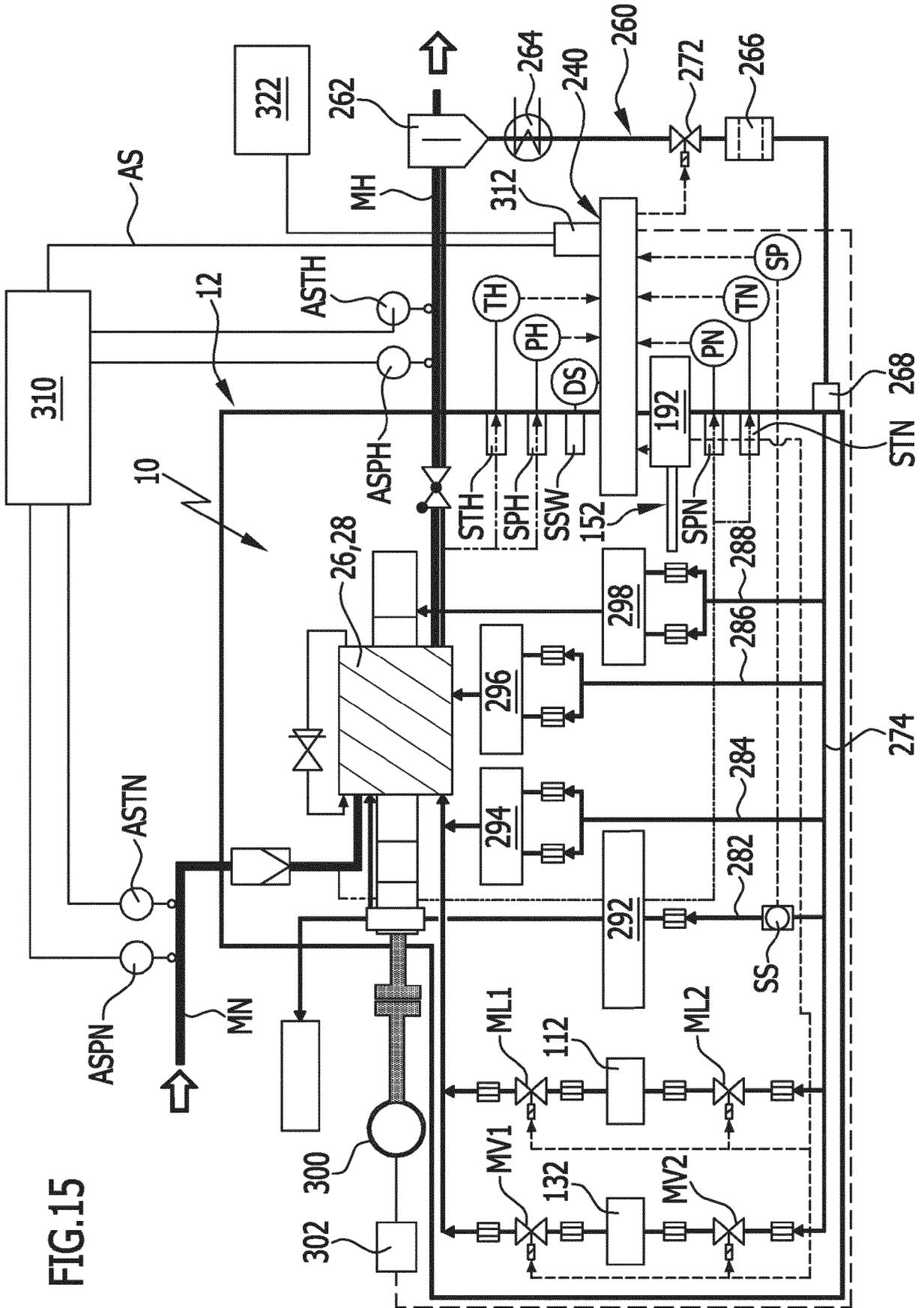
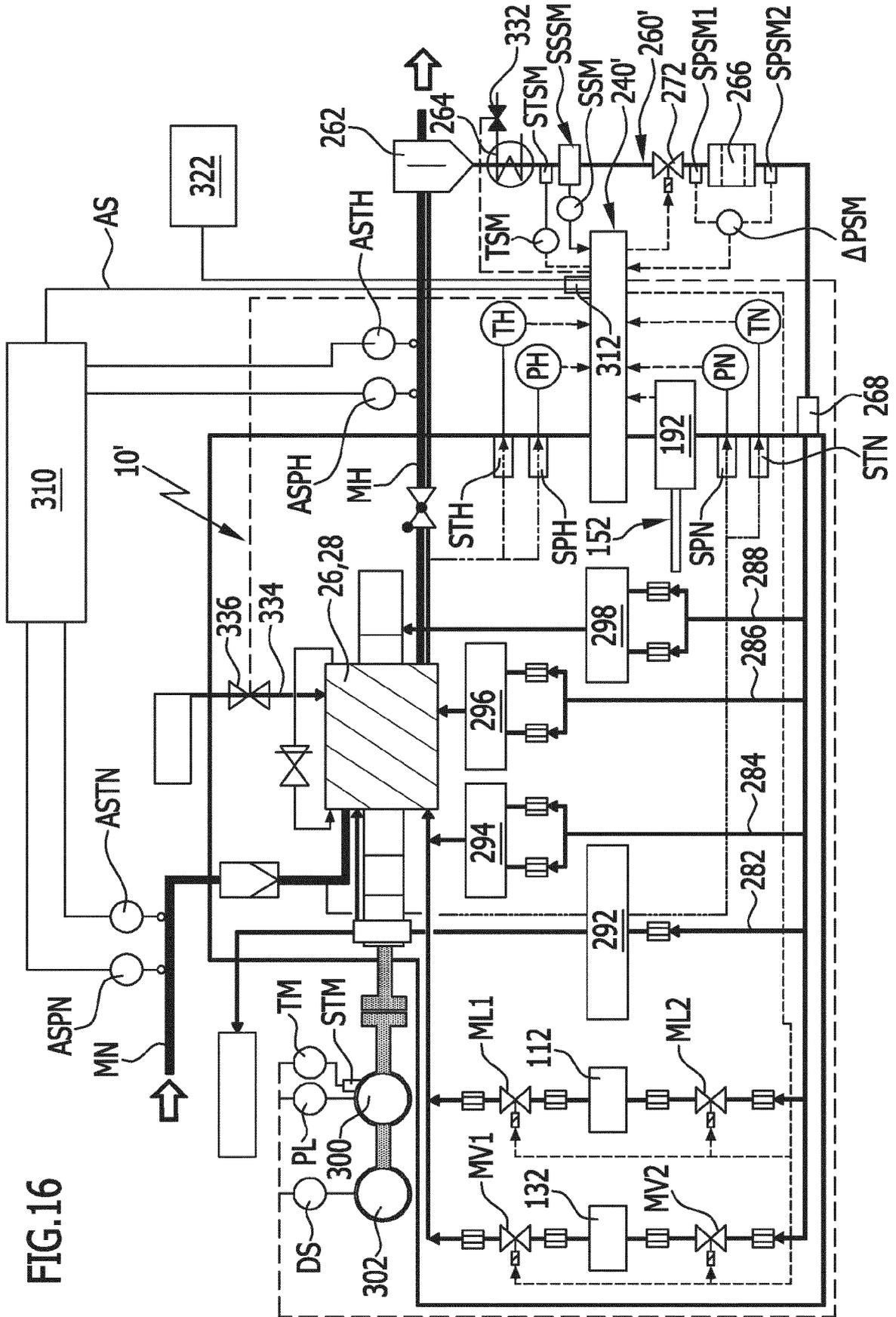
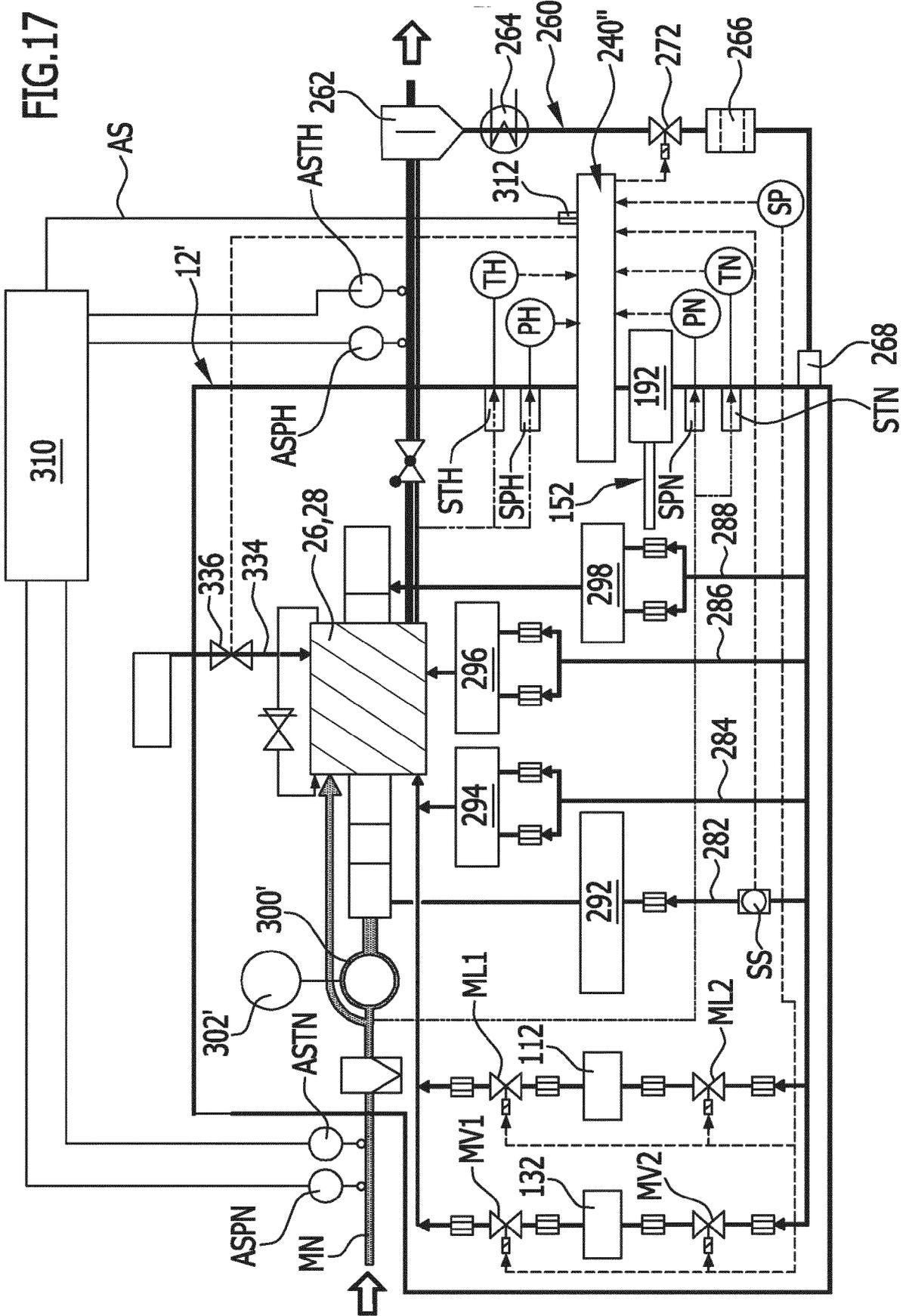


FIG.15

FIG.16





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9318307 A [0101]
- DE 3221849 A1 [0137]