

Verdichter und Verfahren zum Verdichten eines Arbeitsmediums

Die Erfindung betrifft einen Verdichter, aufweisend:

einen ein Arbeitsmedium verdichtenden Verdichterkolben,
eine Dichtung zur Abdichtung des Verdichterkolbens,
ein Magazin, welches mehrere Ersatz-Dichtungen enthält,
eine Wechsellvorrichtung zum Austauschen der Dichtung gegen
eine der Ersatz-Dichtungen des Magazins.

Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Verdichten eines Arbeitsmediums, mit den Schritten:

Bewegen eines das Arbeitsmedium verdichtenden
Verdichterkolbens, wobei der Verdichterkolben mit einer Dichtung
abgedichtet wird,
Vorsehen eines Magazins mit mehreren Ersatz-Dichtungen,
Austauschen der Dichtung gegen eine der Ersatz-Dichtungen des
Magazins.

Wie in der EP 3 514 380 A1 geschildert wird, ist der Dichtungsaustausch bei herkömmlichen Hochdruckverdichtern sehr kompliziert und aufwendig. Die EP 3 514 380 A1 schlägt demgegenüber einen Verdichter vor, bei welchem der Dichtungsaustausch automatisiert wird. Wenn die Hochdruckdichtung die Abdichtung des Hochdruckkolbens aufgrund von Verschleiß oder Beschädigung nicht mehr gewährleisten kann, wird eine Wechsellvorrichtung aktiviert, mit welcher die Hochdruckdichtung gegen eine Ersatz-Hochdruckdichtung ausgetauscht wird. Wenn sämtliche (Ersatz-)Hochdruckdichtungen verschlissen sind, kann das Magazin als Ganzes gegen ein entsprechendes Magazin mit unverbrauchten Ersatz-Hochdruckdichtungen getauscht werden oder es können neue Ersatz-Hochdruckdichtungen in das Magazin eingelegt werden. Bei diesem Stand der Technik wurden bereits verschiedene Ausführungen von Magazinen offenbart, mit denen die einzelnen Ersatz-Hochdruckdichtungen vorgehalten werden können. Je nach Ausführung kann das Magazin gedreht oder verschoben werden.

Dieser Stand der Technik bringt eine wesentliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Hochdruckverdichtern mit sich, welche beispielsweise für die Bereitstellung von Hochdruckverdichtern genutzt werden. Nachteiligerweise ist jedoch die Anzahl an Ersatz-

Dichtungen bei dem rotativen Magazin aus Platzgründen begrenzt. Auch die Positioniergenauigkeit könnte erhöht werden. Diese Nachteile sind auch bei der verschieblichen Ausführung des Magazins vorhanden, bei welcher die Ersatz-Hochdruckdichtung in derselben Ebene wie die Hochdruckdichtung angeordnet ist.

Der weitere allgemeine Stand der Technik wird durch JP H08 177749 A, EP 2 721 297 B1 und DE 82 24 258 U1 illustriert.

Demnach besteht die Aufgabe der Erfindung darin, zumindest einzelne Nachteile des Standes der Technik zu lindern bzw. zu beseitigen. Die Erfindung setzt sich insbesondere zum Ziel, die Serviceeinsätze für den Tausch der Dichtung weiter zu reduzieren.

Beim erfindungsgemäßen Verdichter mit Wechsellvorrichtung zum Austauschen der Dichtung sind die Mittelachsen der Ersatz-Dichtungen im Wesentlichen fluchtend entlang einer Längsachse des Magazins angeordnet.

Für die Zwecke dieser Offenbarung beziehen sich die Orts- und Richtungsangaben, wie „oben“, „unten“, „horizontal“, „vertikal“, auf den bestimmungsgemäßen Gebrauchszustand des Verdichters.

Somit sind die Ersatz-Dichtungen (mit den unverbrauchten Dichtelementen) in einer Vorratsstellung mit fluchtenden, d.h. in einer Linie ausgerichteten, Mittelachsen entlang der Längsachse des Magazins angeordnet. Diese Ausführung ermöglicht es, eine wesentlich größere Anzahl von Ersatz-Dichtungen in dem Magazin („Neu-Magazin“) platzsparend unterzubringen. Somit können die Intervalle für die Serviceeinsätze weiter erhöht werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Dichtung einen insbesondere ringförmigen Dichtungsträger auf, an welchem zumindest ein ringförmiges Dichtungselement angebracht ist. Im Verdichterbetrieb beim Verdichten des Arbeitsmediums liegt das ringförmige Dichtungselement dichtend am Mantel des Verdichterkolbens an. Weiters kann die Dichtung ein Axialdichtungselement zur Abdichtung in Längsrichtung des Verdichterkolbens aufweisen. Die Ersatz-Dichtungen sind bevorzugt ident zu der Dichtung aufgebaut.

Als Verdichterkolben ist bevorzugt ein Plungerkolben vorgesehen, welcher entlang eines Zylinders hin- und her beweglich ist. Der Verdichterkolben kann auf verschiedene Weise angetrieben werden, beispielsweise mit einer Hydraulikpumpe. Der Verdichter kann eine oder mehrere Verdichterstufen aufweisen.

Bei einer bevorzugten Ausführung weist das Magazin eine Längsführung zur Führung der Ersatz-Dichtungen im Wesentlichen in Richtung der Längsachse des Magazins auf. Die Längsführung ist bevorzugt dazu eingerichtet, die Ersatz-Dichtungen seitlich, d.h. in jede Richtung senkrecht zur Längsachse des Magazins, im Wesentlichen spielfrei zu halten. Somit sind die Ersatz-Dichtungen in der Vorratsstellung innerhalb des Magazins ausschließlich in Richtung der Längsachse des Magazins beweglich angeordnet. Die Längsführung kann beispielsweise Führungsstangen aufweisen, welche in Richtung der Längsachse des Magazins erstreckt sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ersatz-Dichtungen jeweils im Wesentlichen in horizontaler Lage (d.h. mit im Wesentlichen horizontaler Ausrichtung der Hauptebene der Ersatz-Dichtung) übereinander entlang des Magazins gestapelt. Somit sind die Ersatz-Dichtungen bei dieser Ausführung als im Wesentlichen vertikaler Stapel entlang des Magazins angeordnet. Die Längsachse des Magazins erstreckt sich bei dieser Ausführung im Wesentlichen in vertikaler Richtung. Vorteilhafterweise kann so eine große Anzahl von Ersatz-Dichtungen platzsparend vorgehalten werden. Die jeweils oberste Ersatz-Dichtung kann von der Vorratsstellung innerhalb des Magazins nach oben in eine Wechselstellung verschoben werden, um das Einwechseln der Ersatz-Dichtung zu ermöglichen.

Für den Austausch der Dichtung gegen die Ersatz-Dichtung ist es günstig, wenn die Wechselvorrichtung einen Vorschubantrieb zur Verschiebung der Ersatz-Dichtungen, vorzugsweise gemeinsam, im Wesentlichen in Richtung der Längsachse des Magazins aufweist. Durch Betätigung des Vorschubantriebs kann die Anordnung von Ersatz-Dichtungen entlang des Magazins verschoben, je nach Ausführung insbesondere in vertikaler Richtung angehoben bzw. abgesenkt, werden, um eine der Ersatz-Dichtungen, insbesondere die

oberste Ersatz-Dichtung, von einer Vorratsstellung in eine Wechselstellung zu überführen. Als Vorschubantrieb kann beispielsweise ein Elektromotor, ein Spindel-, ein Hydraulik-, oder ein Pneumatikantrieb vorgesehen sein.

Zum gemeinsamen Anheben und Absenken der Ersatz-Dichtungen ist es günstig, wenn die Wechselvorrichtung ein Podest zur (oberseitigen) Anordnung der Ersatz-Dichtungen aufweist, wobei der Vorschubantrieb zum Verschieben des Podests samt der Ersatz-Dichtungen eingerichtet ist. Durch Aktivieren des Vorschubantriebs kann der Stapel von Ersatz-Dichtungen auf dem Podest angehoben werden, um die oberste Ersatz-Dichtung in der Wechselstellung anzuordnen.

Darüber hinaus ist die Wechselvorrichtung bevorzugt dazu eingerichtet, die Dichtung vom Verdichterkolben wegzuführen bzw. die Ersatz-Dichtung an den Verdichterkolben heranzuführen. Zu diesem Zweck weist die Wechselvorrichtung bei einer bevorzugten Ausführungsform einen Schieber auf. Der Schieber kann einerseits zum Verschieben der Dichtung, insbesondere im Wesentlichen orthogonal zur Längsrichtung des Verdichterkolbens, von einer fluchtend mit dem Verdichterkolben angeordneten Betriebsposition in eine fluchtend mit den Ersatz-Dichtungen angeordnete Wechselposition eingerichtet sein. Weiters kann der Schieber zum Verschieben einer der Ersatz-Dichtungen, insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Magazins, von einer fluchtend mit den anderen der Ersatz-Dichtungen angeordneten Wechselstellung in eine fluchtend mit dem Verdichterkolben angeordnete Betriebsstellung eingerichtet sein. Bevorzugt ist der Schieber mit einem Aktor, beispielsweise einem weiteren Elektromotor, einem weiteren Spindel-, Hydraulik-, oder Pneumatikantrieb, verbunden.

Zum zuverlässigen Verschieben der Dichtung zwischen der Betriebs- und der Wechselposition bzw. der Ersatz-Dichtung zwischen der Wechsel- und der Betriebsstellung ist es günstig, wenn der Schieber einen Aufnahmering zur Aufnahme der Dichtung und/oder der Ersatz-Dichtung aufweist. Bevorzugt ist die (Ersatz-)Dichtung im Wesentlichen spielfrei innerhalb des Aufnahmerings angeordnet.

Zur Entsorgung der Dichtung nach dem Auswechseln ist es günstig, wenn ein weiteres Magazin („Alt-Magazin“) zur Aufnahme der ausgewechselten Dichtung vorgesehen ist.

Wenn die Längsachse des weiteren Magazins im Wesentlichen fluchtend zu, d.h. in einer Linie mit, der Längsachse des Magazins angeordnet ist, kann die verbrauchte Dichtung besonders einfach in das weitere Magazin entsorgt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Vorschubantrieb zum Verschieben der Ersatz-Dichtungen weiters dazu eingerichtet, die in der Wechselposition angeordnete Dichtung in das weitere Magazin zu verschieben. Durch eine einzelne Betätigung des Vorschubantriebs kann somit die Ersatz-Dichtung von der Vorratsstellung in die Wechselstellung und die Dichtung von der Wechselposition in eine Aufnahmeposition innerhalb des weiteren Magazins verschoben werden. Bei einer Ausführung mit dem Schieber kann mit dem Vorschubantrieb die Dichtung von der Wechselposition innerhalb des Schiebers in die Aufnahmeposition innerhalb des weiteren Magazins und die Ersatz-Dichtung von der Vorratsstellung innerhalb des Magazins in die Wechselstellung innerhalb des Schiebers verschoben werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist jeweils eine Deckplatte zwischen zwei der Ersatz-Dichtungen angeordnet. Die Deckplatte ist bevorzugt nicht mit der Ersatz-Dichtung verbunden. Somit kann die Ersatz-Dichtung von der Wechselstellung in die Betriebsstellung überführt bleiben, ohne die benachbarte Deckplatte mitzunehmen. Mit Hilfe dieser Deckplatte kann daher eine Öffnung des Magazins zwischen den Wechselvorgängen verschlossen werden. Weiters kann die Deckplatte an der Öffnung des Magazins in das weitere Magazin mitgenommen werden, wenn die nächste Ersatz-Dichtung in die Wechselstellung nachrückt. Dadurch kann auch eine weitere Öffnung des weiteren Magazins zwischen den Wechselvorgängen verschlossen werden. Günstig ist weiters, dass die Deckplatten die einzelnen (Ersatz-)Dichtungen innerhalb des (weiteren) Magazins schützen.

Bei dieser Ausführungsform ist es günstig, wenn das Magazin eine erste Positionskralle zum Festhalten der Deckplatte und/oder das weitere Magazin eine zweite Positionskralle zum Festhalten der

Deckplatte aufweist. Die erste bzw. zweite Positionskralle kann elastisch auslenkbare Halteelemente zum Einrasten der Deckplatte aufweisen.

Um die Dichtung vom Umfang des Verdichterkolbens zu lösen, ist es vorteilhaft, wenn der Verdichterkolben gegen eine der Ersatz-Dichtungen des Magazins in eine zurückgezogene Position jenseits eines betriebsmäßigen Totpunkts verschieblich ist. In Betrieb bewegt sich der Verdichterkolben zwischen zwei betriebsmäßigen Totpunkten. Zum Austauschen der Dichtung wird der Verdichterkolben über einen der Totpunkte hinaus in die zurückgezogene Position verschoben, wodurch der Verdichterkolben aus der Dichtung gezogen wird. Anschließend kann die Dichtung, vorzugsweise über den Schieber, von der Betriebs- in die Wechsellageposition überführt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verdichters ist der Verdichterkolben über eine Transferkammer mit einem weiteren Verdichterkolben verbunden. Der weitere Verdichterkolben ist bevorzugt im Wesentlichen parallel zum Verdichterkolben angeordnet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Teil, insbesondere der untere Teil, des Verdichterkolbens in einem Aufnahmezylinder angeordnet, wobei in der ersten Endstellung des Verdichters ein Ringspalt zwischen dem Verdichterkolben und der Wandung des Aufnahmezylinders ausgebildet sein kann. Entsprechend kann ein Teil, insbesondere der untere Teil, des weiteren Verdichterkolbens in einem weiteren Aufnahmezylinder angeordnet sein, wobei ein weiterer Ringspalt zwischen dem weiteren Verdichterkolben und der Wandung des weiteren Aufnahmezylinders gebildet sein kann.

Der Ringspalt ist bevorzugt über eine Kammer, der weitere Ringspalt ist bevorzugt über eine weitere Kammer mit einer Antriebsmaschine, beispielsweise einer Hochdruckpumpe, verbunden. In einer ersten Stellung ist die Kammer über ein Ventil, insbesondere Schieberventil, mit der Druckseite der Antriebsmaschine, die weitere Kammer über ein weiteres Ventil, insbesondere Schieberventil, mit einer Saugseite der Antriebsmaschine verbunden. Die Transferkammer ist bevorzugt mit

einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt, um die Bewegung des Verdichterkolbens insbesondere um 180° auf den weiteren Verdichterkolben umzulenken, so dass der weitere Verdichterkolben entgegen der Richtung des Verdichterkolbens bewegt wird. In einer zweiten Stellung ist die weitere Kammer mit der Druckseite und die Kammer mit der Saugseite der Antriebsmaschine verbunden. Dadurch wird die Bewegungsrichtung des weiteren Verdichterkolbens umgekehrt, wobei die Bewegung über die Hydraulikflüssigkeit in der Transferkammer auf den Verdichterkolben übertragen wird.

Der Antrieb des Verdichterkolbens und des weiteren Verdichterkolbens über die Antriebsmaschine kann insbesondere hydraulisch oder pneumatisch erfolgen. Am Verdichterkolben kann ein Druckumsetzer vorgesehen sein, mit welchem der Ringspalt gegenüber der Transferkammer abgeschlossen ist. Entsprechend kann am weiteren Verdichterkolben ein weiterer Druckumsetzer vorgesehen sein, mit welchem der weitere Ringspalt gegenüber der Transferkammer abgeschlossen ist. Über den Druckumsetzer bzw. über den weiteren Druckumsetzer wird der (pneumatische oder hydraulische) Antriebsdruck auf die Hydraulikflüssigkeit in der Transferkammer übertragen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verdichten eines Arbeitsmediums, weist zumindest die folgenden Schritte auf:

- Bewegen eines das Arbeitsmedium verdichtenden Verdichterkolbens, wobei der Verdichterkolben mit einer Dichtung ein erstes Volumen gegen ein zweites Volumen abdichtet,
- Vorsehen eines Magazins mit mehreren Ersatz-Dichtungen,
- Austauschen der Dichtung gegen eine der Ersatz-Dichtungen in dem Magazin, wobei die Mittelachsen der Ersatz-Dichtungen im Wesentlichen fluchtend entlang einer Längsachse des Magazins angeordnet werden.

Das Austauschen der Dichtung gegen eine der Ersatz-Dichtungen des Magazins umfasst bevorzugt einen oder mehrere, insbesondere alle, der folgenden Schritte:

- Verschieben des Verdichterkolbens in eine zurückgezogene Position jenseits eines betriebsmäßigen Totpunkts, und/oder
- Verschieben der Dichtung, insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung des Verdichterkolbens, von einer

fluchtend mit dem Verdichterkolben angeordneten Betriebsposition in eine fluchtend mit den Ersatz-Dichtungen angeordnete Wechselposition, und/oder

Verschieben der in der Wechselposition angeordneten Dichtung, insbesondere im Wesentlichen in Richtung der Längsachse des Magazins, in eine Ablageposition in einem weiteren Magazin, und/oder

Verschieben einer der Ersatz-Dichtungen, insbesondere im Wesentlichen in Richtung der Längsachse des Magazins, in eine der Wechselposition der Dichtung entsprechende Wechselstellung,

Verschieben der in der Wechselstellung angeordneten Ersatz-Dichtung, insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Magazins, in eine fluchtend mit dem Verdichterkolben angeordnete Betriebsstellung, und/oder

Einschieben des Verdichterkolbens in die in der Betriebsstellung angeordnete Ersatz-Dichtung.

Als Arbeitsmedium ist bevorzugt ein gasförmiges Arbeitsmedium, insbesondere molekularer Wasserstoff, Erdgas, Stickstoff, Argon, Helium, oder ein Gemisch aus mehreren der genannten Medien, vorgesehen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Verdichter mit einer Wechsellvorrichtung zum Austauschen einer verbrauchten Dichtung gegen eine neue Ersatz-Dichtung.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Verdichters, bei welcher ein Verdichterkolben über eine Transferkammer mit einem weiteren Verdichterkolben verbunden ist.

Fig. 1 einen Verdichter 1, welcher (wie dargestellt) eine Verdichterstufe oder mehrere Verdichterstufen (nicht dargestellt) aufweisen kann. Der Verdichter 1 weist zumindest einen Hochdruck-Verdichterkolben 2 mit einer Längsachse bzw. Längsrichtung A1 auf. Der Verdichterkolben 2 bewegt sich innerhalb eines Zylinders 3 zwischen einem ersten und einem zweiten betriebsmäßigen Totpunkt hin- und her. Mit einer (Hochdruck-)Dichtvorrichtung, nachfolgend

kurz Dichtung 4, dichtet der Verdichterkolben 2 ein erstes Volumen 3A innerhalb des Zylinders 3 gegenüber einem zweiten Volumen 3B ab. Die Dichtung 4 weist einen Dichtungsträger 4A auf, an dem ein ringförmig umlaufendes Dichtelement 5 mit einer Mittelachse 6 (d.h. einer in axialer Richtung den Mittelpunkt des ringförmigen Dichtelements 5 durchsetzenden Achse) und eine Axialdichtung 4B vorgesehen sind. In der Betriebsposition ist die Mittelachse 6 der Dichtung 4 fluchtend, d.h. in einer Linie, mit der Längsrichtung A1 des Verdichterkolbens 2 angeordnet. Beim Verdichten des Arbeitsmediums sitzt das ringförmige Dichtelement 5 dichtend am Mantel des Verdichterkolbens 2.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, ist ein Magazin 7 mit mehreren, insbesondere mindestens 5, vorzugsweise mehr als 10, Ersatz-(Hochdruck-)Dichtungen 8 vorgesehen, welche ident zur Dichtung 4 ausgebildet sind. Somit weisen die Ersatz-Dichtungen 8 jeweils einen Ersatz-Dichtungsträger 9A, ein ringförmig umlaufendes Ersatz-Dichtelement 9B mit einer Mittelachse 10 (d.h. einer in axialer Richtung den Mittelpunkt des ringförmigen Ersatz-Dichtelements 9B durchsetzenden Achse) und eine Ersatz-Axialdichtung 9C auf. Mit Hilfe einer Wechsellvorrichtung 11 kann die Dichtung 4 gegen eine der Ersatz-Dichtungen 8 des Magazins 7 ausgetauscht werden.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, sind die Mittelachsen 10 der Ersatz-Dichtungen 8 in der gezeigten Vorratsstellung zueinander fluchtend, d.h. in einer Linie, entlang einer zentralen Längsachse A2 des Magazins 7 angeordnet. Wenn sich die Längsachse A2 des Magazins 7, wie im gezeigten Beispiel, in vertikaler Richtung erstreckt, sind die Ersatz-Dichtungen 8 jeweils im Wesentlichen in horizontaler Lage, d.h. mit vertikal ausgerichteten Mittelachsen 10, übereinander entlang der Längsachse A2 des Magazins 7 gestapelt. Das Magazin 7 weist eine Längsführung 12, hier mit einzelnen Führungsstangen, auf, welche die Ersatz-Dichtungen 6 seitlich, d.h. in jede Richtung senkrecht zur Längsachse A2, in Position halten.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, weist die Wechsellvorrichtung 11 einen Vorschubantrieb 13 zur Verschiebung der Ersatz-Dichtungen 8 in Richtung der Längsachse A2 des Magazins 7 auf. Zudem weist

die Wechsellvorrichtung 11 ein Podest 14 auf, welches, beispielsweise über Mitnehmerstangen oder direkt mit dem Vorschubantrieb 13 verbunden ist. Die Ersatz-Dichtungen 8 sind auf dem Podest 14 angeordnet. Durch Aktivieren des Vorschubantriebs 13 kann das Podest 14 samt der Ersatz-Dichtungen 8 wahlweise nach oben oder nach unten verschoben werden.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, weist die Wechsellvorrichtung 11 einen Schieber 15 auf. Mit dem Schieber 15 kann die Dichtung 4 in eine zur Längsrichtung A1 des Verdichterkolbens 2 senkrecht verlaufende Dichtung von der in Fig. 1 gezeigten Betriebsposition in eine Wechselposition benachbart, hier oberhalb, des Magazins 7 verschoben werden. In der Betriebsposition ist die Mittelachse 6 der Dichtung 4 fluchtend mit der Längsachse A1 des Verdichterkolbens 2 angeordnet. In der Wechselposition ist die Mittelachse 6 der Dichtung 4 fluchtend mit der Längsachse A2 des Magazins 7 angeordnet. Zudem kann mit dem Schieber 15 eine der Ersatz-Dichtungen 8 in eine zur Längsachse A2 des Magazins 7 (und damit auch zur in der gezeigten Ausführung parallel verlaufenden Längsrichtung A1 des Verdichterkolbens 2) senkrecht verlaufende Richtung von einer konzentrisch zum Magazin angeordneten Wechselstellung in eine Betriebsstellung verschoben werden. In der Wechselstellung ist die Mittelachse 10 der Ersatz-Dichtung 8 fluchtend mit der Längsachse A2 des Magazins 7 angeordnet. In der Betriebsstellung ist die Mittelachse 10 der Ersatz-Dichtung 8 fluchtend mit der Längsachse A1 des Verdichterkolbens 2 angeordnet.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, weist der Schieber 15 in der gezeigten Ausführung einen Aufnahmering 16 auf, welcher (je nach Verfahrensschritt) im Inneren die Dichtung 4 oder die Ersatz-Dichtung 8 aufnimmt. Der Schieber 15 ist in einem Grundkörper 15A des Verdichters verschieblich gelagert. Zum Verschieben des Schiebers 15 ist der Schieber 15 mit einem Aktor 15B, beispielsweise einem hydraulischen Zylinder-Kolben-Antrieb, verbunden. Ein Gleitring 15C dient als obere Begrenzung für den Schieber 15.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, weist der Verdichter 1 zudem ein weiteres Magazin 17 auf, in welchem die ausgewechselte

Dichtung 4 und weiters verbrauchte Ersatz-Dichtungen 8 aufgenommen werden können. Zur Illustration ist in Fig. 1 eine verbrauchte Dichtung 23 im weiteren Magazin 17 angeordnet. Die Längsachse des weiteren Magazins 17 ist fluchtend, d.h. in einer Linie, zu der Längsachse A2 des Magazins 7 angeordnet. In der gezeigten Ausführung ist das weitere Magazin 17 benachbart, hier oberhalb, des Magazins 7 angeordnet. Das weitere Magazin 17 ist entsprechend dem Magazin 7 dazu ausgebildet, die Dichtung 4 und verbrauchte Ersatz-Dichtungen 8 mit zueinander fluchtenden Mittelachsen aufzunehmen. Der oben beschriebene Vorschubantrieb 13 ist dazu eingerichtet, die in die Wechsellageposition verschobene Dichtung 4 aus dem Schieber 15 in die Ablageposition im weiteren Magazin 17 zu verschieben und die vorderste, hier die oberste, Ersatz-Dichtung 8 aus der Vorratsstellung im Magazin 7 in die Wechselstellung im Schieber 15 zu verschieben.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, sind Deckplatten 18 jeweils zwischen zwei Ersatz-Dichtungen 8 angeordnet. Das Magazin 7 weist eine erste (untere) Positionskralle 19 zum Festhalten einer der Deckplatten 18 auf. Das weitere Magazin 17 weist eine zweite (obere) Positionskralle 20 zum Festhalten einer der Deckplatten 18 auf. Die erste 19 und die zweite Positionskralle 20 weisen jeweils elastisch auslenkbare Halteelemente auf.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann der Verdichterkolben 2 zur Vorbereitung des Dichtungswechsels in eine in Fig. 1 dargestellte, zurückgezogene Position jenseits des betriebsmäßigen ersten Totpunkts verschoben werden, so dass das ringförmige Dichtelement 5 der Dichtung 4 in axialer Richtung vom Mantel des Zylinderkolbens 2 gelöst ist.

Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, ist eine Vorspanneinrichtung 21 vorgesehen, die insbesondere hydraulisch oder mit einem Gas betätigt wird. Die Vorspanneinrichtung 21 presst die Dichtung 4 gegen eine Stirnseite des Zylinderrohrs 3. Mit der Axialdichtung 4B wird das Zylinderrohr 3 gegen den Dichtungsträger 4A abgedichtet.

Der Ablauf beim Wechseln der Dichtung 4 gegen die Ersatz-Dichtung 8 ist wie folgt.

Eine an der Dichtung 4 gebildete Leckage des Arbeitsmediums vom ersten Volumen 3A wird in das zweite Volumen 3B überführt. Das zweite Volumen 3B ist mit einer Einrichtung zur Leckageerkennung fluidisch verbunden. Diese Einrichtung ist im Stand der Technik an sich bekannt, so dass hier nicht näher auf die Einrichtung 20 einzugehen ist. Wird (mit einer im Stand der Technik an sich bekannten Einrichtung) eine Leckage an der Dichtung 4 detektiert, die ein zulässiges Maß überschreitet, wird zum nächstmöglichen Zeitpunkt ein automatischer Dichtungstausch eingeleitet.

Im ersten Schritt des Dichtungswechsels wird das im Hochdruckzylinder 3 befindliche erste Volumen 3A entlastet und beispielsweise in eine Kaminleitung eingeleitet. Der Verdichterkolben 2 wird entlang der ersten Längsachse A1 soweit bewegt, hier abgesenkt, dass der betriebsmäßige erste, hier der untere, Totpunkt, beispielsweise 260 mm, überschritten wird. Zur Vorbereitung des Dichtungswechsels kann der Hub des Verdichterkolbens 2 beispielsweise 300 mm erreichen.

Im nächsten Schritt wird die Vorspanneinrichtung 21 in einen entspannten Zustand überführt, wodurch die Dichtung 4 freigegeben wird.

Im nächsten Schritt wird der Aktor 15B für den Schieber 15 betätigt. Dadurch wird der Schieber 15 mit der Dichtung 4 von der Betriebsposition in die Wechsellposition verschoben. Dabei wird die Dichtung 4 auf der Deck- bzw. Trennplatte 18 platziert, welche die Öffnung des Magazins 7 verschließt.

Anschließend wird der Vorschubantrieb 13 betätigt, wodurch das Podest 14 samt der Ersatz-Dichtungen 8 vorgeschoben wird. Der Stapel von Ersatz-Dichtungen 8 wird so weit angehoben, bis eine weitere der Deckplatten 18 samt darauf befindlicher Ersatz-Dichtung 8 in der ersten Positionskralle 19 einrastet. Dabei wird die das Magazin 7 verschließende, in der ersten Positionskralle 19 eingerastete Deckplatte 18 samt verschlissener Dichtung 4 soweit angehoben, bis diese Deckplatte 18 in der zweiten Positionskralle 20 einrastet. Somit wird die Dichtung 4 im weiteren Magazin 17 (d.h. im Alt-Magazin) eingelagert.

Anschließend kann das Podest 14 durch den Vorschubantrieb 13 wieder abgesenkt werden. Die im Schieber 15 angeordnete Ersatz-Dichtung 8 wird mit dem Aktor 15b in die Betriebsstellung verschoben.

Schließlich wird der Verdichterkolben 2 in die betriebsmäßige Hubposition überführt. Dafür wird der Verdichterkolben 2 entlang der ersten Längsachse A1 in die in der Betriebsstellung angeordnete Ersatz-Dichtung 8 eingeschoben. Anschließend wird die Vorspanneinrichtung 21 betätigt, um die Ersatz-Dichtung 8 mit dem Zylinderrohr 3 zu verpressen. Somit wird der erste Raum 3A durch das Axialdichtelement und das ringförmige Dichtelement der Ersatz-Dichtung 8 gegen die Umgebung und den zweiten Raum 3B abgedichtet.

In einem Ausführungsbeispiel wird mit dem Verdichter 1 Wasserstoff mit einem maximalen Ausgangsdruck von 1050bar bereitgestellt. Der Verdichterkolben 2 kann beispielsweise von einem hydraulischen Fluid angetrieben werden.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des Verdichters 1, bei welchem der Verdichterkolben 2 über eine Transferkammer 24 mit einem weiteren Verdichterkolben 25 verbunden ist. Der weitere Verdichterkolben 25 ist im Wesentlichen parallel zum Verdichterkolben 2 angeordnet. Ein Teil des Verdichterkolbens 2 ist in einem Aufnahmezylinder 26 angeordnet, wobei in der (in Fig. 2 gezeigten) ersten Endstellung des Verdichters 1 ein Ringspalt 27 zwischen dem Verdichterkolben 2 und der Wandung des Aufnahmezylinders 26 ausgebildet ist. Entsprechend ist ein Teil des weiteren Verdichterkolbens 25 in einem weiteren Aufnahmezylinder 28 angeordnet, wobei ein weiterer Ringspalt 33 zwischen dem weiteren Verdichterkolben 25 und der Wandung des weiteren Aufnahmezylinders 28 gebildet ist. Der Ringspalt 27 ist über eine Kammer 29, der weitere Ringspalt 33 über eine weitere Kammer 30 mit einer Antriebsmaschine, beispielsweise einer Hochdruckpumpe, verbunden. In der gezeigten Stellung ist die Kammer 29 über ein Ventil, insbesondere Schieberventil, mit der Druckseite der Antriebsmaschine, die weitere Kammer 30 über ein weiteres Ventil, insbesondere Schieberventil, mit einer Saugseite der Antriebsmaschine verbunden. Die Transferkammer 24 ist in der

gezeigten Ausführung mit einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt, um die Bewegung des Verdichterkolbens 2 um 180° auf den weiteren Verdichterkolben 25 umzulenken, so dass der weitere Verdichterkolben 25 entgegen der Richtung des Verdichterkolbens 2 bewegt wird. Mit Erreichen der einen Endstellung werden die Ventile umgeschaltet, wodurch die weitere Kammer 30 mit der Druckseite und die Kammer 29 mit der Saugseite der Antriebsmaschine verbunden wird. Dadurch wird die Bewegungsrichtung des weiteren Verdichterkolbens 25 umgekehrt, wobei die Bewegung über die Hydraulikflüssigkeit in der Transferkammer 24 auf den Verdichterkolben 2 übertragen wird.

Der Antrieb des Verdichterkolbens 2 und des weiteren Verdichterkolbens 25 über die Antriebsmaschine kann hydraulisch oder pneumatisch erfolgen. Am Verdichterkolben 2 ist ein Druckumsetzer 31 vorgesehen, mit welchem der Ringspalt 27 gegenüber der Transferkammer 24 abgeschlossen wird. Entsprechend ist am weiteren Verdichterkolben 25 ein weiterer Druckumsetzer 32 vorgesehen, mit welchem der weitere Ringspalt 33 gegenüber der Transferkammer 24 abgeschlossen wird. Über den Druckumsetzer 31 bzw. den weiteren Druckumsetzer 32 wird der (pneumatische oder hydraulische) Antriebsdruck auf die Hydraulikflüssigkeit in der Transferkammer 24 übertragen.

Bezugsziffernliste:

- 1 Verdichter
- 2 Verdichterkolben
- 3 Zylinderrohr
- 3A Erstes Volumen
- 3B Zweites Volumen
- 4 Dichtung
- 4A Dichtungsträger
- 4B Axialdichtung
- 5 Dichtelement
- 6 Mittelachse der Dichtung
- 7 Magazins
- 8 Ersatz-Dichtungen
- 9A Ersatz-Dichtungsträger 9A
- 9B ringförmig umlaufendes Ersatz-Dichtelement 9B
- 9C Ersatz-Axialdichtung
- 10 Mittelachse der Ersatz-Dichtung
- 11 Wechsellvorrichtung
- 12 Führungen
- 13 Vorschubantrieb
- 14 Podest
- 15 Schieber
- 15A Grundkörper
- 15B Aktor für Schieber
- 16 Aufnahmering
- 17 weiteres Magazin
- 18 Deckplatten
- 19 untere Positionskralle
- 20 obere Positionskralle
- 21 Vorspanneinrichtung
- 22 Einrichtung zur Leckageerkennung
- 23 verbrauchte Dichtung im Alt-Magazin
- 24 Transferkammer
- 25 weiterer Verdichterkolben
- 26 Aufnahmezylinder
- 27 Ringspalt
- 28 weiterer Aufnahmezylinder
- 29 Kammer
- 30 weitere Kammer

31 Umsetzteil

32 weiteres Umsetzteil

Ansprüche:

1. Verdichter (1), aufweisend:

einen ein Arbeitsmedium verdichtenden Verdichterkolben (2),
eine Dichtung (4) zur Abdichtung des Verdichterkolbens (2),
ein Magazin (7), welches mehrere Ersatz-Dichtungen (8)

enthält,

eine Wechsellvorrichtung (11) zum Austauschen der Dichtung (4)
gegen eine der Ersatz-Dichtungen (8) des Magazins (7),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mittelachsen (10) der Ersatz-Dichtungen (8) im
Wesentlichen fluchtend entlang einer Längsachse (A2) des Magazins
(7) angeordnet sind.

2. Verdichter (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Ersatz-Dichtungen (8) jeweils im Wesentlichen in horizontaler
Lage übereinander entlang des Magazins (7) gestapelt sind.

3. Verdichter (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Wechsellvorrichtung (11) einen Vorschubantrieb (13) zur
Verschiebung der Ersatz-Dichtungen (8) im Wesentlichen in Richtung
der Längsachse (A2) des Magazins (7) aufweist.

4. Verdichter (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
die Wechsellvorrichtung (11) ein Podest (14) zur Anordnung der
Ersatz-Dichtungen (8) aufweist, wobei der Vorschubantrieb (13) zum
Verschieben des Podests (14) samt der Ersatz-Dichtungen (8)
eingerrichtet ist.

5. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass die Wechsellvorrichtung (11) einen Schieber
(15) zum Verschieben der Dichtung (4), insbesondere im
Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung (A1) des
Verdichterkolbens (2), von einer fluchtend mit dem
Verdichterkolben (2) angeordneten Betriebsposition in eine
fluchtend mit den Ersatz-Dichtungen (8) angeordnete
Wechselposition und/oder zum Verschieben einer der Ersatz-
Dichtungen (8), insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur
Längsachse (A2) des Magazins (17), von einer fluchtend mit den
anderen der Ersatz-Dichtungen (8) angeordneten Wechselstellung in

eine fluchtend mit dem Verdichterkolben (2) angeordnete Betriebsstellung aufweist.

6. Verdichter (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schieber (15) einen Aufnahmering (16) zur Aufnahme der Dichtung (4) und/oder der Ersatz-Dichtung (8) aufweist.

7. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch:

ein weiteres Magazin (17) zur Aufnahme der ausgewechselten Dichtung (23).

8. Verdichter (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des weiteren Magazins (17) im Wesentlichen fluchtend zu der Längsachse (A2) des Magazins (7) angeordnet ist.

9. Verdichter (1) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorschubantrieb (13) dazu eingerichtet ist, die in der Wechsellage angeordnete Dichtung (4) in das weitere Magazin (17) zu verschieben.

10. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine Deckplatte (18) zwischen zwei Ersatz-Dichtungen angeordnet ist.

11. Verdichter (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Magazin (7) eine erste Positionskralle (19) zum Festhalten der Deckplatte (18) und/oder dass das weitere Magazin (17) eine zweite Positionskralle (20) zum Festhalten einer weiteren Deckplatte (18) aufweist.

12. Verdichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichterkolben (2) zum Austauschen der Dichtung (4) gegen eine der Ersatz-Dichtungen (8) des Magazins (7) in eine zurückgezogene Position jenseits eines betriebsmäßigen Totpunkts verschieblich ist.

13. Verfahren zum Verdichten eines Arbeitsmediums, mit den Schritten:

Bewegen eines das Arbeitsmedium verdichtenden

Verdichterkolbens (2), wobei der Verdichterkolben (2) mit einer Dichtung (4) abgedichtet wird,

Vorsehen eines Magazins (17) mit mehreren Ersatz-Dichtungen (8),

Austauschen der Dichtung (4) gegen eine der Ersatz-Dichtungen (8) des Magazins (7),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mittelachsen (10) der Ersatz-Dichtungen (8) im Wesentlichen fluchtend entlang einer Längsachse (A2) des Magazins (17) angeordnet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Austauschen der Dichtung (4) gegen eine der Ersatz-Dichtungen (8) des Magazins (17) zumindest einen der folgenden Schritte umfasst:

Verschieben des Verdichterkolbens (2) in eine zurückgezogene Position jenseits eines betriebsmäßigen Totpunkts, und/oder

Verschieben der Dichtung (4), insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung (A1) des Verdichterkolbens (2), von einer fluchtend mit dem Verdichterkolben (2) angeordneten Betriebsposition in eine fluchtend mit den Ersatz-Dichtungen (8) angeordnete Wechselposition, und/oder

Verschieben der in der Wechselposition angeordneten Dichtung (4), insbesondere im Wesentlichen in Richtung der Längsachse (A2) des Magazins (7), in eine Ablageposition in einem weiteren Magazin (17), und/oder

Verschieben einer der Ersatz-Dichtungen (8), insbesondere im Wesentlichen in Richtung der Längsachse (A2) des Magazins (7), in eine der Wechselposition der Dichtung (4) entsprechende Wechselstellung, und/oder

Verschieben der in der Wechselstellung angeordneten Ersatz-Dichtung (8), insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse (A2) des Magazins (17), in eine fluchtend mit dem Verdichterkolben (2) angeordnete Betriebsstellung, und/oder

Einschieben des Verdichterkolbens (2) in die in der Betriebsstellung angeordnete Ersatz-Dichtung (8).