

Verfahren und Vorrichtung für ein Saugventil
der Plattenbauart

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Saugventils der Plattenbauart gemäss den Merkmalen von
10 Anspruch 1. Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss den Merkmalen von Anspruch 6.

Aus der Patentschrift DE-679 714 ist ein elektromagnetisch gesteuertes Saugventil der
15 Plattenbauart bekannt. Dabei dient die Ventilplatte als ein Anker eines Elektromagneten, sodass die Lage der Ventilplatte über eine Ansteuerung der Magnetspule bestimmbar ist. Dieses bekannte Saugventil weist den Nachteil auf, dass die Ventilplatte die Neigung hat am
20 Magnetjoch des Elektromagneten zu kleben, was keinen sicheren und insbesondere keinen schnellen Betrieb des Saugventils erlaubt. Weiter ist es erforderlich, gegen den Ventilsitz hin eine magnetische Isolierung anzuordnen, um ein Kleben der als Anker dienenden
25 Ventilplatte am Ventilsitz zu verhindern. Diese magnetische Isolierung weist den Nachteil auf, dass das Anbringen kostenaufwendig ist, und dass die durch die Ventilplatte bewirkten Schläge einem grossen Verschleiss der magnetischen Isolierung bewirken, was das
30 Wartungsintervall des Saugventils stark verkürzt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein besser ansteuerbares und wirtschaftlicheres Saugventil vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren gemäss den
5 Merkmalen von Anspruch 1. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 5 beziehen sich auf weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens. Die Aufgabe wird weiter gelöst mit einer Vorrichtung gemäss den Merkmalen von Anspruch 6. Die
abhängigen Ansprüche 7 bis 14 beziehen sich auf weitere
10 vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Diese Aufgabe wird insbesondere mit einem derartigen Verfahren gelöst, dass die Ventilplatte mit einem im
Fänger angeordneten Elektromagneten gehalten wird, und
15 dass zum Lösen der Ventilplatte der Elektromagnet mit einem abklingenden Wechselstrom angesteuert wird, um die Ventilplatte zumindest teilweise zu entmagnetisieren, sodass sich die Ventilplatte sicher vom Ventilsitz löst und die Ventilplatte nicht am Ventilsitz klebt. Die
20 erfindungsgemässe Vorrichtung weist einen Ventilfänger mit einer Magnetspule auf, sowie eine Ansteuervorrichtung, um die Magnetspule anzusteuern und insbesondere mit einem abklingenden Wechselstrom zu beschicken.

25 Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen im Detail beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Eine Explosionszeichnung eines Saugventils der Plattenbauart;

Fig. 2 eine elektronische Ansteuervorrichtung;

- Fig. 3a einen Querschnitt durch einen Ringkörper eines Ventilfängers;
- Fig. 3b einen weiteren Querschnitt durch einen Ringkörper eines Ventilfängers mit Dämpferplatte und Ventilplatte;
- 5 Fig. 3c einen weiteren Querschnitt durch einen Ringkörper eines Ventilfängers mit Dämpferplatte und Ventilplatte;
- 10 Fig. 3d einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Ringkörpers eines Ventilfängers;
- Fig. 4 ein Ansteuerdiagramm für ein Saugventil der Plattenbauart;
- 15 Fig. 5 ein Ansteuerdiagramm für ein weiteres Verfahren zum Ansteuern eines Saugventils der Plattenbauart;
- 20 Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Saugventils mit einer Ventilplatte bestehend aus einer Mehrzahl ringförmiger Ventilplattenteile.

Fig. 1 zeigt in einer Explosionszeichnung ein Saugventil 1 umfassend einen Ventilsitz 2, welcher auch als eine Ventilsitzplatte bezeichnet wird, eine Ventilplatte 3, eine Dämpferplatte 4 und einen Fänger 6. Diese Teile werden von einer gemeinsamen Zentralschraube 7 zusammengehalten. Die Dämpferplatte 4 weist Öffnungen 4d auf zum Durchtritt einer Feder 5, welche zwischen dem Fänger 6 und der Ventilplatte wirkend angeordnet ist. Das Saugventil 1 kann mit oder auch ohne Dämpferplatte 4

betrieben werden. Der Ventilfänger 6 weist eine Mehrzahl von Ringkörpern 6a auf, welche alle miteinander verbunden sind. Jeder Ringkörper 6a weist eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut 6b auf, wobei in der Ringnut 6b

5 elektrische Leiter angeordnet sind, die eine Magnetspule 9 bilden.

Fig. 3a zeigt einen Querschnitt durch einen Ringkörper 6a mit einer Ringnut 6b, sodass der Ringkörper 6a die Form eines Ringkörpermagnetjoches 6c annimmt. In der Ringnut

10 ist eine Magnetspule 9 angeordnet, welche ein Elektromagneten ausbildet. Der Ringkörper 6a gemäss dem Ausführungsbeispiel Fig. 3a weist auf der der Ventilplatte 3 zugewandten Seite eine Abdeckschicht 9a auf, welche den durch die Magnetspule 9 belegten

15 Innenraum gegen aussen hermetisch abschliesst, um die Magnetspule 9 vor Verunreinigungen oder schädlichen Gasen zu schützen. Die Magnetspule 9 wird von einer Ansteuervorrichtung 8 angesteuert, sodass sich ein Magnetfeld ausbildet, und die Ventilplatte 3 von diesem

20 Magnetfeld angezogen wird. Die Ventilplatte 3 bildet den Anker des Elektromagneten.

Fig. 2 zeigt die Ansteuervorrichtung 8, welche eine Modulationsvorrichtung 8a aufweist, wobei die Ansteuervorrichtung über elektrische Leitungen 8b mit

25 einem Drehwinkelsensor und über weitere elektrische Leitungen 8b mit der bzw. den Magnetspulen 9 verbunden ist.

In Fig. 4 ist ein schematischer Ablauf der von der Ansteuervorrichtung 8 verarbeiteten Messsignale und erzeugten Ansteuersignale dargestellt. Auf der

30 horizontalen Achse ist der Zeitverlauf t beziehungsweise der Drehwinkel ω eines Kolbenkompressors dargestellt, im obersten Diagramm die Stellung des Ventils in den beiden

Betriebszuständen offen und geschlossen, im mittleren Diagramm ein Drehwinkelsignal des Drehwinkelsensors, und im unteren Diagramm der von der Ansteuervorrichtung 8 an die Magnetspule abgegebene Magnetstrom I. Auf ein Signal des Drehwinkelgebers 10 hin wird an die Spule 9 ein Magnetisierungsstrom angelegt, was bewirkt, dass die Ventilplatte 3 vom Ventilfänger 6 angezogen wird, sodass das Ventil geöffnet wird. Dabei führt die Ansteuervorrichtung 8 eine erste Ansteuerphase 11a aus, was eine Magnetisierung des Ventilfängers 6 bewirkt. Das Saugventil 1 kann nun über eine beliebig wählbare Zeitperiode offen gehalten werden. Zum Schliessen des Saugventils 1 wird vorzugsweise wiederum ein Signal des Drehwinkelsensors 10 verwendet, wobei die Ansteuervorrichtung 8 nach diesem Signal eine zweite Ansteuerphase 11b des Elektromagneten 9 einleitet, indem mittels einer Modulationsvorrichtung 8a ein abklingender Wechselstrom erzeugt wird, welcher an die Magnetspule 9 angelegt wird, um die Ventilplatte 3 und/oder den Ventilfänger 6 zu entmagnetisieren. Durch die Entmagnetisierung wird jegliche Haltekraft zwischen der Ventilplatte 3 und dem Ventilfänger 6 unterbunden, insbesondere wird ein Aneinanderkleben der beiden Teile aufgrund verbleibender magnetischer Kräfte verhindert. Beim Schliessen des Saugventils 1 wird die Ventilplatte 3 gegen den Ventilsitz 2 gepresst. Dabei kommt die Ventilplatte 3 direkt auf den Ventilsitz 2 zu liegen, sodass ein direkter Kontakt zwischen den beiden metallisch ausgebildeten Komponenten entsteht. Da die Ventilplatte 3 vorgängig entmagnetisiert wurde, besteht keine Gefahr eines Anklebens der Ventilplatte 3 an den Ventilsitz 2. Der Ventilsitz 2, die Ventilplatte 3 und der Ventilfänger 6 bestehen üblicherweise aus einem rostfreien Stahl mit hartmagnetischen Eigenschaften. Zwischen dem Ventilsitz 2, der Ventilplatte 3 und dem Ventilfänger 6 sind keine magnetisch isolierenden

Werkstoffe angeordnet, sodass die Entmagnetisierung der Ventilplatte 3 und des Ventulfängers 6 vorteilhaft ist, um einen fehlerlosen Betrieb des Saugventils 1 zu gewährleisten. Das erfindungsgemässe Ansteuerungsverfahren der Magnetspule 9 mit einer Modulationsvorrichtung 8a zur Entmagnetisierung weist zudem den Vorteil auf, dass die Entmagnetisierung in sehr kurzer Zeit durchführbar ist, was sehr schnelle Schaltzeiten des Saugventils 1 ermöglicht. Das Saugventil 1 ist insbesondere derart ansteuerbar, dass während einer vorgebbare Anzahl von Umdrehungen, z.B. eines Kompressors, das Ventil 1 offen gehalten werden kann und dass das Ventil (1) während einer weiteren, beliebig wählbaren Anzahl von Umdrehungen im selbsttätigen, sich öffnenden und schliessenden Arbeitsmodus betrieben werden kann. Somit ist es möglich, die geförderte Menge des Saugventils 1 stufenlos zu regeln.

Fig. 5 zeigt ein weiterer schematischer Ablauf von einem Ansteuerungsverfahren sowie die Stellung des Ventils 1. Auf der horizontalen Achse ist der Zeitverlauf t beziehungsweise der zum Zeitverlauf Äquivalente Drehwinkel ω eines Kolbenkompressors dargestellt. Mit dem Drehwinkelsensor 10 wird das Drehwinkelsignal gemessen. Das Betriebsverhalten des Saugventils 1 in Verbindung mit einem Kolbenkompressor ist bekannt. Insbesondere ist bekannt, dass nach einem bezüglich dem Drehwinkelsignal festen Drehwinkel Δ das Ventil vollständig geöffnet ist und die Ventilplatte 3 am Ventulfänger 6 anliegt. Die Magnetspule 9 wird durch die Ansteuervorrichtung 8 erst dann in einer ersten Ansteuerphase 11a mit einem Magnetstrom I aktiviert, wenn das Ventil 1 vollständig geöffnet ist und die Ventilplatte 3 am Ventulfänger 6 anliegt. Dadurch kann die Ventilplatte 3 sehr zuverlässig und mit einer relativ geringer magnetischen Kraft gehalten werden. Während einem selbsttätigen Betrieb

eines Kolbenkompressors liegt eine Ventilplatte 3 während einem Drehwinkel von beispielsweise 120 Grad am Ventilfänger 6 an. Nach einem Drehwinkelsignal wird die Magnetspule 9 durch die Ansteuervorrichtung 8 erst dann
5 in einer zweiten Ansteuerphase 11b mit einem abklingenden Wechselstrom beschickt, wenn sichergestellt ist, dass die gesamte zweite Ansteuerphase 11b in einem Drehwinkelbereich stattfindet, in welchem die Ventilplatte 3 bei selbsttätigem Betrieb am Ventilfänger
10 6 anliegen würde. Dadurch wird die Ventilplatte 3 während der zweiten Ansteuerphase 11b nicht vorzeitig vom Einflussbereich der Magnetspule 9 getrennt und die Ventilplatte 3 kann vollständig entmagnetisiert werden.

15 Das Saugventil 1 gemäss Fig. 1 kann mit oder ohne Dämpferplatte 4 ausgestaltet sein. Das Ansteuerverfahren gemäss Fig. 5 wurde für ein Saugventil 1 ohne Dämpferplatte 4 beschrieben. Sollte das Saugventil 1 jedoch auch eine Dämpferplatte 4 aufweisen, so ist im
20 Ansteuerverfahren gemäss Fig. 5 die Dämpferplatte 4 zwischen der Ventilplatte 3 und dem Ventilfänger 6 angeordnet, sodass bei vollständig geöffnetem Ventil 1 die Dämpferplatte 4 am Ventilfänger 6 anliegt, und die Ventilplatte 3 an der Dämpferplatte 4 anliegt. Ansonst
25 ändert sich nichts am Ansteuerverfahren.

Fig. 3b zeigt einen weiteren Querschnitt durch einen als Ringkörpermagnetjoch 6c ausgebildeten Ringkörper 6a. In diesem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Saugventil eine Dämpferplatte 4 auf, wobei die
30 Dämpferplatte, wie in Fig. 1 dargestellt, aus einer Mehrzahl von miteinander verbundenen Ringkörpern 4a besteht. Der Ringkörper 4a ist gemäss dem Ausführungsbeispiel 3b derart ausgestaltet, dass die dem Ringkörpermagnetjoch 6c zugewandte Seite u-förmig
35 ausgestaltet ist. Diese Ausgestaltung bewirkt, dass der

magnetische Fluss vermehrt über die Ventilplatte 3 fliesst, womit die Ventilplatte 3 besser durch die Magnetspule 9 angezogen werden kann.

Fig. 3c zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines
5 Saugventils 1 mit Dämpferplatte 4. Um den magnetischen Fluss zwischen dem Ringkörpermagnetjoch 6c und der Ventilplatte 3 zu verbessern, weist der Ringkörper 4a der Dämpferplatte 4 einen Spalt 4c auf, unter Ausbildung von zwei Ringkörperteilen 4b, wie dies in Fig. 1 dargestellt
10 ist. Der Spalt 4c verläuft vorteilhafterweise konzentrisch zur Zentralschraube 7.

Fig. 3d zeigt einen weiteren Querschnitt durch einen Ringkörper 6a, wobei das Ringkörpermagnetjoch 6c V-förmig verlaufend ausgestaltet ist, sodass die ganze Magnetspule
15 9 in einer isolierenden Abdeckschicht 9a eingebettet ist.

Zum Betrieb des Saugventils 1 ist zumindest eine einzige im Ventilfänger 6 angeordnete Magnetspule 9 erforderlich. Vorteilhafterweise werden eine Mehrzahl von in den konzentrisch verlaufenden Ringkörpern 6a angeordneten
20 Magnetspulen 9 verwendet, um eine grössere Kraft auf die Ventilplatte 3 zu bewirken. Diese Magnetspulen 9 können von der Ansteuervorrichtung 8 derart angesteuert sein, dass alle Magnetspulen ein gleichpoliges laufendes Magnetfeld erzeugen oder auch dass benachbart liegende
25 Magnetspulen ein gegenpoliges Magnetfeld erzeugen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung zum Betätigen einer Ventilplatte 3 eines Saugventils der Plattenbauart 1 umfasst zumindest einen Ventilfänger 6 sowie eine elektronische Ansteuervorrichtung 8. Diese Vorrichtung
30 kann zusammen mit einem Ventilsitz 2, einer Ventilplatte 3, sowie Federelementen 5 zu einem Saugventil 1 zusammengestellt werden. Dabei eignet sich die, erfindungsgemässe Vorrichtung auch für bereits bestehende

- Saugventile, um diese in ein ansteuerbares Saugventil 1 umzurüsten. Dabei wird der bestehende Ventilfänger 6 durch den in Fig. 1 dargestellten Ventilfänger 6 mit Magnetspulen 9 ersetzt, und die Magnetspulen mit der
- 5 Ansteuervorrichtung 8 verbunden. Somit kann ein bestehendes Saugventil 1 auf eine einfache und kostengünstige Weise umgebaut werden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung und die Saugventile 1 finden insbesondere bei Kolbenkompressoren Verwendungen.
- 10 Die erfindungsgemässe Vorrichtung erlaubt, die Fördermenge jedes einzelnen Verdichtungsraumes des Kolbenkompressors unabhängig von den anderen Verdichtungsräumen und stufenlos zu verändern und zu regeln.
- 15 Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Saugventils 1 umfassend einen Ventilsitz 2 und eine Ventilplatte 3, welche Ventilplatte 3 aus einer Mehrzahl einzelner, konzentrisch angeordneter, ringförmig ausgebildeter Ventilplattenteile 3a,3b besteht, sowie
- 20 einen Fänger 6 mit in den Ringkörpern 6a des Fängers 6 angeordneten Magnetspulen 9. Die Federn 5, welche die Ventilplattenteile 3a,3b in der Ruhelage gegen den Ventilsitz 2 drücken sind nicht dargestellt. Beim betätigen der Magnetspulen 9 wird der jeweils unter der
- 25 Spule 9 angeordnete Ventilplattenteil 3a,3b,3c vom darüberliegenden, u-förmig ausgebildeten Ringkörper 6a angezogen. Die Magnetspulen 9 sind gemeinsam ansteuerbar, sodass alle Ventilplattenteile 3a,3b,3c gleichwirkend betreibbar sind. Die Magnetspulen 9 sind auch derart
- 30 ansteuerbar, dass die einen Ventilplattenteile 3a,3b,3c, zum Beispiel die Ventilplattenteile 3a,3b durch das Betätigen der Magnetspule 9 am Ventilfänger 6 gehalten sind, während der Ventilplattenteil 3c normal beweglich öffnet und schliesst, da die über dem Ventilplattenteil
- 35 3c angeordnete Magnetspule 9 nicht aktiviert ist.

Die Ventilplattenteile 3a,3b,3c sind aus einem ferromagnetischen Metall wie Eisen oder aus einem ferromagnetischen Kunststoff oder aus einem ein ferromagnetisches Metall enthaltenden Kunststoff
5 gefertigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur stufenlosen Fördermengenregulierung
eines Saugventils (1) der Plattenbauart, mit einer
5 Ventilplatte (3), die von einem in einem Ventulfänger
(6) angeordneten Elektromagneten (9) betätigt wird,
wobei der Elektromagnet (9) derart angesteuert wird,
dass in einer ersten Ansteuerphase (11a) die
Ventilplatte (3) fest am Ventulfänger (6) oder an
10 einer zwischen dem Ventulfänger (6) und der
Ventilplatte (3) angeordneten Dämpferplatte (4)
anliegt und blockiert wird, und dass in einer zweiten
Ansteuerphase (11b) das Elektromagnet (9) mit einem
abklingenden Wechselstrom angesteuert wird, um die
15 Ventilplatte (3) zumindest teilweise zu
entmagnetisieren, sodass die Ventilplatte (3) gelöst
wird .
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der Elektromagnet (9) aktiviert wird, während
20 sich die Ventilplatte (3) in einem geöffneten Zustand
befindet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass der Elektromagnet (9) nur dann aktiviert oder
deaktiviert wird, wenn die Ventilplatte (3) alleine
25 oder zusammen mit einer Dämpferplatte (4) am
Ventulfänger (6) anliegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass der Elektromagnet (9) derart
angesteuert wird, dass die Ventilplatte (3) über eine
30 vorgebbare Anzahl Zyklen eines Kompressors geöffnet
bleibt, und über eine vorgebbare Anzahl Zyklen ohne



Einwirkung des Elektromagneten (9) freilaufend betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilplatte (3) aus einer Mehrzahl konzentrisch angeordneter Ventilplattenteile (3a,3b) besteht, welche durch die Elektromagnete (9) einzeln oder gemeinsam angesteuert werden.
6. Vorrichtung zum Betätigen einer Ventilplatte (3) eines Saugventils (1) der Plattenbauart mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bestehend aus einem Ventilmfänger (6) sowie einer elektronischen Ansteuervorrichtung (8), wobei der Ventilmfänger (6) aus einem Ringkörper (6a) gebildet ist, welcher eine in Umfangsrichtung verlaufende Ringnut (6b) sowie eine in der Ringnut (6b) angeordnete Magnetspule (9) aufweisen, sodass der Ringkörper (6a) ein Ringkörpermagnetjoch (6c) eines Elektromagneten ausbildet, und wobei die Magnetspule (9) mit der Ansteuervorrichtung (8) verbunden ist, um die den Anker des Elektromagneten bildende Ventilplatte (3) anzuziehen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Ansteuervorrichtung (8) zumindest eine einen abklingenden Wechselstrom erzeugende Modulationsvorrichtung (8a) aufweist, welcher Wechselstrom an die Magnetspule (9) anlegbar ist, um das Ringkörpermagnetjoch (6c) und/oder die als Anker dienende Ventilplatte (3) zu entmagnetisieren.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilmfänger (6) eine Mehrzahl konzentrisch angeordneter Ringkörper (6a)



* C L W S *

mit Magnetspulen (9) aufweist, und dass die Magnetspulen (9) von der Ansteuervorrichtung (8) gleichpolig oder gegenpolig ansteuerbar sind.

- 5 9. Saugventil der Plattenbauart (1) umfassend einen Ventilsitz (2), eine Ventilplatte (3) mit Ventilsfedern (5) sowie eine Vorrichtung gemäss einer der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Ventilplatte (3) und der Ventilsitz (2) direkt aufeinanderlegbar sind.
- 10 10. Saugventil der Plattenbauart (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Ventilplatte (3) und dem Ventilfänger (6) eine Dämpferplatte (4) angeordnet ist.
- 15 11. Saugventil der Plattenbauart (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpferplatte (4) eine Mehrzahl konzentrisch verlaufender Ringkörper (4a) aufweist, welche alle miteinander verbunden sind und welche auf der dem Ventilfänger (6) zugewandten Seite u-förmig ausgestaltet sind.
- 20 12. Saugventil der Plattenbauart (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpferplatte (4) eine Mehrzahl konzentrisch verlaufender Ringkörper (4a) aufweist, welche alle miteinander verbunden sind, wobei mindestens ein Ringkörper (4a) aus zwei durch einen, vorzugsweise konzentrisch verlaufenden, Spalt (4c) getrennte Ringkörperteile
- 25 (4b) besteht.
- 30 13. Saugventil der Plattenbauart (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (2), die Ventilplatte (3) und der Ventilfänger (6) aus rostfreiem Stahl bestehen,



insbesondere einem Stahl mit hartmagnetischen Eigenschaften.

14. Saugventil der Plattenbauart (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilplatte (3) aus einer Mehrzahl einzelner, ringförmig ausgestalteter, konzentrisch verlaufend angeordneter Ventilplattenteile (3a,3b) besteht.
15. Kolbenkompressor mit einer Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 6 bis 14 oder betrieben mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

