

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89103056.1

51 Int. Cl. 4: **F04D 27/02**

22 Anmeldetag: 22.02.89

30 Priorität: 30.03.88 DE 3810717

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 04.10.89 Patentblatt 89/40

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH DE GB IT LI NL

71 Anmelder: **MAN Gutehoffnungshütte
 Aktiengesellschaft**
 Bahnhofstrasse, 66 Postfach 11 02 40
 D-4200 Oberhausen 11(DE)

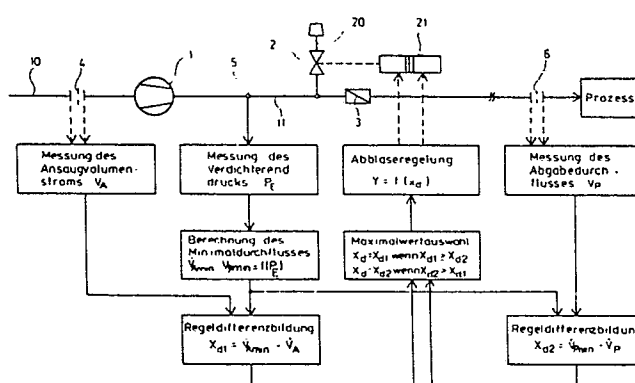
72 Erfinder: **Blotenberg, Wilfried, Dr.-Ing.**
 Irkensbusch 28
 D-4220 Dinslaken(DE)

54 Verfahren zur Vermeidung des Pumpens eines Turboverdichters mittels Abblaseregelung.

57 Bei bekannten Regelverfahren gehen der Ansaugvolumenstrom zum Verdichter sowie der hinter dem Verdichter gemessene Verdichterenddruck in die Abblaseregelung ein. Störungen des Durchflusses, die ihre Ursache in einem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß haben, werden damit erst erfaßt, wenn sie sich durch den Verdichter bis zur Ansaugseite fortgepflanzt haben. Unter ungünstigen Umständen kann hierbei das Eingreifen der Abblaseregelung bereits zu spät kommen, um ein Pumpen des Verdichters zu verhindern. Das neue Verfahren soll diesen Nachteil beheben.

Das neue Verfahren sieht vor, daß zusätzlich der Abgabedurchfluß zu dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß erfaßt und in der Abblaseregelung berücksichtigt wird. Hierdurch wird eine rechtzeitige Reaktion der Abblaseregelung auf Durchflußänderungen erreicht, die durch den nachgeschalteten Prozeß verursacht werden.

Das neue Verfahren eignet sich insbesondere für die Regelung von Turboverdichtern, bei welchen der nachgeschaltete Prozeß als Ursache für Störungen mit Änderungen des Durchflusses infrage kommt.



Verfahren zur Vermeidung des Pumpens eines Turboverdichters mittels Abblaseregulung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermeidung des Pumpens eines einen nachgeschalteten Prozeß mit einem gasförmigen Druckmedium versorgenden Turboverdichters mittels Abblaseregulung, bei welchen der Ansaugvolumenstrom und der Verdichterenddruck kontinuierlich erfaßt werden und bei welchem bei Abnahme des Ansaugvolumenstroms auf oder unter einen vom Verdichterenddruck abhängigen, noch zulässigen, oberhalb des Pumpgrenzvolumenstromes liegenden Minimalansaugvolumenstrom durch Öffnen wenigstens eines Abblaseventils sichergestellt wird, daß der Volumenstrom durch den Verdichter oberhalb von dessen Pumpgrenze gehalten wird.

Ein Verfahren der genannten Art ist aus der DE-AS 26 23 899 bekannt. Zur Ermöglichung eines Betriebes des Verdichters möglichst nahe an dessen Pumpgrenze ist hier eine besondere Art der Verstärkung der vom Ansaugvolumenstrom und Verdichterenddruck abhängigen Regeldifferenz der Abblaseregulung vorgesehen, wobei die Art der Verstärkung von der jeweiligen Lage des Arbeitspunktes des Verdichters abhängt.

Die Lage des Arbeitspunktes des Verdichters wird üblicherweise durch die Koordinaten Ansaugvolumenstrom und Verdichterenddruck in dem von diesen gebildeten Kennfeld definiert. Die Pumpgrenze des Verdichters läßt sich im Kennfeld als eine Linie, die Pumpgrenzlinie, darstellen, die im Betrieb des Verdichters durch den Arbeitspunkt nicht überschritten werden sollte. Bewegt sich der Arbeitspunkt infolge z. B. einer Abnahme des Ansaugvolumenstromes auf die Pumpgrenze zu, wird bei Überschreiten einer zur Pumpgrenze parallelen, vor dieser liegenden Abblaselinie das Abblaseventil geöffnet, um den Ansaugvolumenstrom wieder zu vergrößern, bis der Arbeitspunkt sich wieder ausreichend weit von der Pumpgrenze entfernt hat.

Eine Betrachtung der Ursachen für die Verschiebung des Arbeitspunktes ergibt, daß diese neben Änderungen von Drehzahl oder Leitschaufelstellung des Verdichters häufig Änderungen oder Störungen in dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß sind. Eine Durchflußänderung tritt im letztgenannten Fall also zunächst im Prozeß auf und pflanzt sich von dort mit endlicher Geschwindigkeit bis zum Verdichter und durch diesen hindurch zu dessen Ansaugseite fort. Nachteilig ist dabei bei dem bekannten Verfahren, daß eine Verschiebung des Arbeitspunktes erst festgestellt wird, wenn sich der den Verdichter durchsetzende Volumenstrom bereits vermindert hat. Die Abblaseregulung kann deshalb erst verzögert eingreifen und kommt unter ungünstigen Umständen zu spät, um ein Pumpen des Verdichters zu verhindern.

Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem das Pumpen eines Verdichters auch dann sicher vermieden wird, wenn die Ursache für eine Veränderung des Ansaugvolumenstromes in dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß liegt.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß zusätzlich der Abgabedurchfluß zu dem dem Verdichter nachgeschalteten Prozeß nahe dessen Eingangs erfaßt wird und daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses unter einen noch zulässigen Minimalabgabedurchfluß ein Öffnen des Abblaseventils erfolgt.

Mit dem neuen Verfahren wird erreicht, daß auf Änderungen oder Störungen im Prozeß beruhende Durchflußänderungen frühzeitig erkannt werden und daß bei für den Verdichter gefährlichen Abnahmen des Abgabedurchflusses die Abblaseregulung rechtzeitig eingreift. Hierdurch wird eine zum Pumpen des Verdichters führende Verminderung des Verdichterdurchflusses sicher vermieden. Der Verdichter kann deshalb ohne Einbußen an Pumpsicherheit näher an der Pumpgrenze betriebene werden, was einen wirtschaftlicheren Teillastbetrieb des Verdichters und ein geringeres Schadensrisiko infolge von Pumpen ergibt.

Der Abgabedurchfluß kann entweder durch eine entsprechende Meßeinrichtung in einer zum Prozeß geführten Druckleitung für das Druckmedium unmittelbar gemessen oder in einer Simulation aus Parametern des nachgeschalteten Prozesses, wie z. B. der Stellung eines oder mehrerer Ventile und/oder des Druckes an einer oder mehreren Stellen des Prozesses, berechnet werden. Die erste Verfahrensvariante ist besonders dann zweckmäßig, wenn aus anderen Gründen bereits eine Durchflußmeßeinrichtung an geeigneter Stelle vorhanden ist, deren Meßergebnisse für das neue Verfahren genutzt werden können. Die Berechnung des Durchflusses ist dann zu bevorzugen, wenn eigens für das Verfahren eine Durchflußmeßeinrichtung installiert werden müßte. Hierdurch werden unnötig hohe Investitionskosten vermieden. Unabhängig von der Art der Erfassung des Abgabedurchflusses, sei es durch Messung oder durch Berechnung, kann dieser auf beiden Wegen mit einer für das Verfahren ausreichenden Genauigkeit gewonnen werden. Wird der Abgabedurchfluß als Massenstrom, d. h. als Masse je Zeiteinheit, gemessen, muß noch eine Umrechnung erfolgen, um zu gleichen Einheiten bei Ansaugvolumenstrom und Abgabedurchfluß zu kommen. Der Massenstrom steht über die Dichte des verdichteten Hases

mit dem Volumenstrom in einer festen Beziehung und die Dichte wiederum ist eine Funktion des Druckes. In diesem Fall ist also zur Berechnung des Abgabedurchflusses als Volumenstrom neben der Erfassung des Massenstroms auch eine Druckmessung am Eingang des Prozesses sowie eine anschließende Umrechnung erforderlich.

Wie eingangs angegeben, ist der gerade noch zulässige Minimalansaugvolumenstrom eine Funktion des Verdichterenddruckes. Das gleiche gilt für den Minimalabgabedurchfluß unter der oft erfüllten Voraussetzung, daß der Druck des Druckmediums auf dessen weiterem Weg zum Prozeß im wesentlichen konstant bleibt. In einer einfachen Verfahrensvariante ist daher vorgesehen, daß für den Minimalansaugvolumenstrom und für den Minimalabgabedurchfluß der gleiche, von einem gemeinsamen Funktionsgeber in Abhängigkeit vom Verdichterenddruck gelieferte Minimaldurchflußwert verwendet wird. Eine andere, etwas aufwendigere Verfahrensvariante sieht zur Ermöglichung einer höheren Genauigkeit und größeren Beeinflußbarkeit des Verfahrens vor, daß für den Minimalansaugvolumenstrom und für den Minimalabgabedurchfluß unabhängig voneinander berechnete, von je einem eigenen Funktionsgeber gelieferte Minimaldurchflußwerte verwendet werden, wobei der Minimalansaugvolumenstrom als Funktion des Verdichterenddruckes und der Minimalabgabedurchfluß als Funktion des Drucks an der Abgabedurchfluß-Erfassungsstelle nahe des Eingangs des Prozesses bestimmt wird.

Für den Fall, daß in dem Verfahren der Abblaseregulierung eine Sicherheitssteuerung überlagert ist, welche bei Unterschreiten eines vom Verdichterenddruck abhängigen, zwischen Minimalansaugvolumenstrom und Pumpgrenzvolumenstrom liegenden Sicherheitsgrenzvolumenstromes eine Schnellöffnung des Abblaseventils unter Umgehung der Abblaseregulierung auslöst, ist vorgesehen, daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses unter den Sicherheitsgrenzvolumenstrom die Sicherheitssteuerung ausgelöst wird. In dieser Verfahrensvariante wirken also die abgabeseitig erfaßten Durchflußwerte sowohl auf die Abblaseregulierung als auch auf die Sicherheitssteuerung.

In dem Verfahren kann aber auch vorgesehen sein, daß für den Minimalabgabedurchfluß der dem jeweiligen Sicherheitsgrenzvolumenstrom entsprechenden Minimaldurchflußwerte verwendet werden und daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses unter den Minimalabgabedurchfluß bzw. Sicherheitsgrenzvolumenstrom eine Schnellöffnung des Abblaseventils durch die Sicherheitssteuerung unter Umgehung der Abblaseregulierung erfolgt. Störungen im Abgabedurchfluß wirken dadurch nur auf die Sicherheitssteuerung, nicht jedoch auf die normale Abblaseregulierung. In der Praxis stellt diese Unter-

form des Verfahrens keine Einschränkung für die Pumpsicherheit des Verdichters dar, da bei relativ kleinen und/oder langsamen Änderungen oder Störungen im Abgabedurchfluß die normale, vom Ansaugvolumenstrom gesteuerte Abblaseregulierung noch ausreichend schnell reagieren kann.

Um das neue Verfahren auch bei Betriebszuständen des Verdichters mit geöffnetem Abblaseventil mit ausreichender Genauigkeit anwenden zu können, ist vorgesehen, daß zusätzlich der Abblasedurchfluß durch das Abblaseventil erfaßt und zu dem Abgabedurchfluß addiert wird. Die Erfassung des Abblasedurchflusses erfolgt entweder durch eine Messung in der dem Abblaseventil vor- und nachgeschalteten Abblaseleitung oder durch eine eigene Meßeinrichtung einsparende Berechnung. Eine Möglichkeit der Berechnung besteht darin, daß der Abblasedurchfluß durch eine Simulationsrechnung aus der Stellung des Abblaseventils und dem Druck vor dem Abblaseventil berechnet wird. Hierzu ist ein Stellungsmelder am Abblaseventil erforderlich, der in der Praxis häufig schon aus anderen Gründen vorhanden ist. Wenn ein derartiger Stellungsmelder eingespart werden soll, kann der Abblasedurchfluß auch aus einer in der Abblaseregulierung erzeugten Regelgröße für die Verstellung des Abblaseventils durch Simulation des dynamischen Verhaltens des Abblaseventils und aus dem Druck vor dem Abblaseventil berechnet werden. Eine solche Simulation des dynamischen Verhaltens des Ventils ist mit den heute verfügbaren Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung kein Problem.

Zwecks Erzielung einer höheren Genauigkeit bei der Bestimmung des Abblasedurchflusses ist vorgesehen, daß zusätzlich die Temperatur des durch das Abblaseventil strömenden Mediums und/oder der Druck hinter dem Abblaseventil gemessen und in die Berechnung des Abblasedurchflusses einbezogen werden. Außer Temperatur und/oder Druck können auch noch weitere, den Durchfluß durch das Abblaseventil beeinflussende Größen erfaßt und in die Berechnung einbezogen werden.

Aufgrund von verbleibenden Ungenauigkeiten bei der Messung oder Berechnung des Abgabedurchflusses und gegebenenfalls des Abblasedurchflusses kann es vorkommen, daß der ermittelte Durchfluß kleiner ist als der tatsächliche Durchfluß. In diesem Fall würde das Abblaseventil primär durch die Änderungen des Abblasdurchflusses bzw. der Summe aus diesem und dem Abgabedurchfluß gesteuert. Dadurch kommt es zu einem Betrieb des Verdichters mit einem unnötig großen Abstand von der Pumpgrenze. Um dies zu vermeiden, kann der Abgabedurchfluß bzw. die Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß vor Eingang in die Regelung oder Sicherheitssteuerung

mit einem vorgebbarem Faktor, der größer als 1 ist, multipliziert werden. Alternativ kann mit dem gleichen Ziel zu dem Abgabedurchfluß bzw. zu der Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß vor Eingang in die Regelung oder Sicherheitssteuerung eine vorgebbare Konstante addiert werden. Dies hat zur Folge, daß eine unerwünschte Vergrößerung des Sicherheitsabstandes zur Pumpgrenze nur noch dann eintritt, wenn der Fehler in der Abgabedurchflußbestimmung größer wird als der vorgegebene Faktor, der z. B. 1,1 sein kann, oder als die addierte Größe.

Eine andere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß in einer Zusatzeinrichtung mit großer Zeitkonstante eine Korrekturgröße auf den Abgabedurchfluß bzw. die Summe aus Abgabedurchfluß und Abblasedurchfluß addiert wird, die so lange verändert wird, bis die Summe aus Abgabedurchfluß und Abblasedurchfluß genau dem Ansaugedurchfluß entspricht. Durch geeignete Wahl der Zeitkonstanten der Zusatzeinrichtung, die z. B. durch einen Integrierer realisierbar ist, kann gewährleistet werden, daß die kompensierende Wirkung so langsam erfolgt, daß vorübergehende dynamische Ungleichgewichte zwischen Ansaugvolumenstrom und Abgabedurchfluß bzw. der Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß sowie zwischen den zugehörigen Regeldifferenzen ungehindert passieren können. Ergänzend kann der Integrierer auf bestimmte Werte, insbesondere negative Werte begrenzt werden, wodurch die Einstellung eines zu großen Sicherheitsabstandes von der Pumpgrenze verhindert wird.

Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß die Werte für den Abgabedurchfluß bzw. die Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß als Eingangssignal auf eine nachgebende Referenz gegeben werden, wobei die Referenz im wesentlichen aus einem Integrierer mit einstellbarer Zeitkonstante besteht, dessen Ausgangssignal mit dieser Zeitkonstante dem Eingangssignal folgt, und wobei die nach plötzlichen Änderungen des Eingangssignals vorübergehend auftretende Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangssignal als Korrekturgröße für eine aus Ansaugvolumenstrom und Mini malansaugvolumenstrom gebildete, in die normale Abblaseregulierung eingehende Regeldifferenz verwendet wird. Hierdurch wird bei plötzlicher Abnahme des Abgabedurchflusses ein früheres und/oder verstärktes Eingreifen der normalen Abblaseregulierung bewirkt. Die Regeldifferenz kann dabei unmittelbar selbst oder auch durch vorzeichenrichtige Aufschaltung der Korrekturgröße auf den Soll- oder Istwert für die Berechnung der Regeldifferenz verändert werden. Eine derartige frühere Reaktion ist bei Störungen in Richtung einer Zunahme des Abgabedurchflusses nicht erforderlich, weshalb zweckmäßig diese Regelung mittels nach-

gebender Referenz als nur in der erstgenannten Abnahme-Richtung wirkend ausgestaltet ist.

Schließlich besteht noch die Möglichkeit, daß der Abgabedurchfluß in Form mehrerer einzelner Teil-Abgabedurchflüsse an unterschiedlichen, möglichen Störstellen benachbarten Punkten des dem Verdichter nachgeschalteten Prozesses erfaßt wird und daß für jeden Teil-Abgabedurchfluß unabhängig voneinander von je einem eigenen Funktionsgeber in Abhängigkeit vom herrschenden Verdichterenddruck eigene Minimaldurchflußwerte berechnet werden. Hier ist zwar ein höherer Verfahrensaufwand in Kauf zu nehmen, es wird jedoch ein frühestmögliches Reagieren der Abblaseregulierung und/oder der Sicherheitssteuerung auf Störungen aus dem nachgeschalteten Prozeß gewährleistet.

Ein Ablaufbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden anhand einer Zeichnung erläutert. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt in schematischer Darstellung einen Turboverdichter nebst zugehörigen Leitungen, Ventilen und dergleichen Elementen zusammen mit einem Regelschema des Verfahrens.

Im oberen Teil der Figur ist ein Turboverdichter 1 dargestellt, der saugseitig mit einer Ansaugleitung 10 und druckseitig mit einer Abgabeleitung 11 verbunden ist. Von der Abgabeleitung 11 zweigt eine Abblaseleitung 20 ab, in die ein Abblaseventil 2 eingeschaltet ist. Durch die Abblaseleitung 20 kann bei geöffnetem Abblaseventil 2 ein Teil des vom Verdichter 1 in die Abgabeleitung 11 geförderten gasförmigen Mediums in die Atmosphäre abgeblasen werden. Das Abblaseventil 2 ist hierzu mittels einer Ventilbetätigungseinrichtung 21 verstellbar. Im weiteren Verlauf der Abgabeleitung 11 ist in diese, wie üblich, eine Rückschlagklappe 3 eingesetzt. An diese Rückschlagklappe 3 anschließend führt die Abgabeleitung 11 zu einem dem Verdichter 1 nachgeschalteten Prozeß, der mit dem komprimierten gasförmigen Medium zu versorgen ist.

Vor dem Verdichter 1 ist in die Ansaugleitung 10 eine Meßeinrichtung 4 eingesetzt, die dazu dient, den durch die Leitung 10 zum Verdichter 1 strömenden Ansaugvolumenstrom $\dot{V}_A$ zu messen. In Strömungsrichtung hinter dem Verdichter 1 ist in der Abgabeleitung 11 eine weitere Meßeinrichtung 5 angeordnet, die dazu dient, den Verdichterenddruck P_E zu messen. Eine weitere Meßeinrichtung 6 ist schließlich noch vor dem dem Verdichter 1 nachgeschalteten Prozeß in die Abgabeleitung 11 eingesetzt. Diese Meßeinrichtung 6 dient zur Messung des Abgabedurchflusses $\dot{V}_P$ zum Prozeß, wobei ggf. noch über die Dichte des Mediums an der Meßstelle eine Umrechnung in Volumen je Zeiteinheit erfolgt, wenn der Abgabedurchfluß als Massenstrom, d. h. als Masse je Zeiteinheit, gemessen wird.

Wie aus dem Regelschema in der Figur ersichtlich ist, werden die gemessenen Werte des Verdichterenddrucks P_E zur Berechnung des bei dem jeweiligen Druck P_E gerade noch zulässigen Minimaldurchflusses $\dot{V}_{Amin}$ verwendet. Hieran schließt sich die Berechnung einer ersten Regeldifferenz x_{d1} an, wobei x_{d1} als Differenz aus dem Minimaldurchfluß, hier dem Minimalansaugvolumenstrom $\dot{V}_{Amin}$, und dem Ansaugvolumenstrom $\dot{V}_A$ definiert ist.

Die gemessenen Werte für den Abgabedurchfluß $\dot{V}_P$ werden zur Berechnung einer zweiten Regeldifferenz x_{d2} verwendet, wobei x_{d2} definiert ist als Differenz aus dem Minimaldurchfluß, hier dem Minimalabgabedurchfluß $\dot{V}_{Pmin}$ und dem gemessenen Abgabedurchfluß $\dot{V}_P$. Für beide Regeldifferenzbildungen wird im vorliegenden Beispiel jeweils derselbe Minimaldurchfluß verwendet, d. h. daß hier der Minimalansaugvolumenstrom $\dot{V}_{Amin}$ gleich dem Minimalabgabedurchfluß $\dot{V}_{Pmin}$ ist. Alternativ kann auch ein gesonderter Minimalabgabedurchfluß berechnet werden.

Die beiden Regeldifferenzen x_{d1} und x_{d2} werden einer Maximalwertauswahl zugeführt. In dieser Maximalwertauswahl wird der größere der beiden Regeldifferenzwerte ausgewählt und als Regeldifferenz x_d der Abblaseregelung zugeführt. Die Abblaseregelung berechnet aus der ihr zugeführten Regeldifferenz x_d eine Stellgröße y , die auf die bereits erwähnte Ventilbetätigungseinrichtung 21 zur Verstellung des Abblaseventils 2 gegeben wird und dort eine entsprechende Verstellung des Abblaseventils 2 bewirkt.

Aus diesem ein einfaches Ablaufbeispiel des Verfahrens darstellenden Regelschema ist ersichtlich, daß bei einer Durchflußänderung, die ihre Ursache in dem dem Verdichter 1 nachgeschalteten Prozeß hat, zunächst eine Änderung des Abgabedurchflusses $\dot{V}_P$ erfolgt, bevor sich der Ansaugvolumenstrom $\dot{V}_A$ ändert. Diese Änderung wird frühzeitig von der Meßeinrichtung 6 erfaßt, was über die Regeldifferenzbildung, die Maximalwertauswahl und die Abblaseregelung zu einer frühen und damit rechtzeitigen Reaktion des Abblaseventils 2 führt, auch wenn die Meßeinrichtung 4 für den Ansaugvolumenstrom $\dot{V}_A$ noch keine Veränderung des Durchflusses feststellt. Ein Pumpen des Verdichters wird so sicher vermieden.

Ansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung des Pumpens eines einen nachgeschalteten Prozeß mit einem gasförmigen Druckmedium versorgenden Turboverdichters mittels Abblaseregelung, bei welchem der Ansaugvolumenstrom ($\dot{V}_A$) und der Verdichterenddruck (P_E) kontinuierlich erfaßt werden und bei

5 welchem bei Abnahme des Ansaugvolumenstroms ($\dot{V}_A$) auf oder unter einen vom Verdichterenddruck (P_E) abhängigen, noch zulässigen, oberhalb des Pumpgrenzvolumenstromes liegenden Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) durch Öffnen wenigstens eines Abblaseventils sichergestellt wird, daß der Volumenstrom ($\dot{V}_A$) durch den Verdichter oberhalb von dessen Pumpgrenze gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich der Abgabedurchfluß ($\dot{V}_P$) zu dem dem Verdichter (1) nachgeschalteten Prozeß nahe dessen Eingangs erfaßt wird und daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses ($\dot{V}_P$) unter einen noch zulässigen Minimalabgabedurchfluß ($\dot{V}_{Pmin}$) ein Öffnen des Abblaseventils (2) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgabedurchfluß ($\dot{V}_P$) gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgabedurchfluß ($\dot{V}_P$) in einer Simulation aus Parametern des nachgeschalteten Prozesses, wie der Stellung eines oder mehrerer Ventile und/oder des Druckes an einer oder mehreren Stellen des Prozesses, berechnet wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) und für den Minimalabgabedurchfluß ($\dot{V}_{Pmin}$) der gleiche, von einem gemeinsamen Funktionsgeber in Abhängigkeit vom Verdichterenddruck (P_E) gelieferte Minimaldurchflußwert verwendet wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) und für den Minimalabgabedurchfluß ($\dot{V}_{Pmin}$) unabhängig voneinander berechnete, von je einem eigenen Funktionsgeber gelieferte Minimaldurchflußwerte verwendet werden, wobei der Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) als Funktion des Verdichterenddrucks (P_E) und der Minimalabgabedurchfluß ($\dot{V}_{Pmin}$) als Funktion des Drucks an der Abgabedurchfluß-Erfassungsstelle nahe des Eingangs des Prozesses bestimmt wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, wobei in dem Verfahren der Abblaseregelung eine Sicherheitssteuerung überlagert ist, welche bei Unterschreiten eines vom Verdichterenddruck (P_E) abhängigen, zwischen Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) und Pumpgrenzvolumenstrom ($\dot{V}_G$) liegenden Sicherheitsgrenzvolumenstromes ($\dot{V}_s$) eine Schnellöffnung des Abblaseventils unter Umgehung der Abblaseregelung auslöst, dadurch gekennzeichnet, daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses ($\dot{V}_P$) unter den Sicherheitsgrenzvolumenstrom ($\dot{V}_s$) die Sicherheitssteuerung ausgelöst wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß für den Minimalabgabedurchfluß ($\dot{V}_{Pmin}$) die dem jeweiligen Sicherheits-

grenzvolumenstrom ($\dot{V}_s$) entsprechenden Minimaldurchflußwerte verwendet werden und daß bei Abnahme des Abgabedurchflusses ($\dot{V}_p$) unter den Minimalabgabedurchfluße ($\dot{V}_{pmin}$) bzw. Sicherheitsgrenzvolumenstrom ($\dot{V}_s$) eine Schnellöffnung des Abblaseventils (2) durch die Sicherheitssteuerung unter Umgehung der Abblaseregulierung erfolgt.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich der Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) durch das Abblaseventil (2) erfaßt und zu dem Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) addiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) gemessen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) durch eine Simulationsrechnung aus der Stellung des Abblaseventils (2) und dem Druck vor dem Abblaseventil (2) berechnet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) aus einer in der Abblaseregulierung erzeugten Regelgröße (y) für die Verstellung des Abblaseventils (2) und aus dem Druck vor dem Abblaseventil (2) durch Simulation des dynamischen Verhaltens des Abblaseventils (2) berechnet wird.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Temperatur des durch das Abblaseventil (2) strömenden Mediums und/oder der Druck hinter dem Abblaseventil (2) gemessen und in die Berechnung des Abblasedurchflusses ($\dot{V}_B$) einbezogen werden.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) bzw. die Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluße ($\dot{V}_B$) vor Eingang in die Regelung oder Sicherheitssteuerung mit einem vorgebbarem Faktor, der größer als 1 ist, multipliziert wird.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zu dem Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) bzw. zu der Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) vor Eingang in die Regelung oder Sicherheitssteuerung eine vorgebbare Konstante addiert wird.

15. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, in einer Zusatzeinrichtung mit großer Zeitkonstante eine Korrekturgröße auf den Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) bzw. Summe aus Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) und Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) addiert wird, die so lange verändert wird, bis die Summe aus Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) und Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) genau dem Ansaugvolumenstrom ($\dot{V}_A$) entspricht.

16. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte für den Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) bzw. die Summe aus diesem und dem Abblasedurchfluß ($\dot{V}_B$) als Eingangssignal auf eine nachgebende Referenz gegeben werden,

wobei die Referenz im wesentlichen aus einem Integrierer mit einstellbarer Zeitkonstante besteht, dessen Ausgangssignal mit dieser Zeitkonstante dem Eingangssignal folgt, und wobei die nach plötzlichen Änderungen des Eingangssignals vorübergehend auftretende Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangssignal als Korrekturgröße für eine aus Ansaugvolumenstrom ($\dot{V}_A$) und Minimalansaugvolumenstrom ($\dot{V}_{Amin}$) gebildete, in die normale Abblaseregulierung eingehende Regeldifferenz (X_{d1}) verwendet wird.

17. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgabedurchfluß ($\dot{V}_p$) in Form mehrerer einzelner Teil-Abgabedurchflüsse an unterschiedlichen, möglichen Störstellen benachbarten Punkten des dem Verdichter (1) nachgeschalteten Prozesses erfaßt wird und daß für jeden Teil-Abgabedurchfluß unabhängig voneinander von je einem eigenen Funktionsgeber in Abhängigkeit vom herrschenden Verdichterenddruck (P_E) eigene Minimaldurchflußwerte berechnet werden.

