(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 717 200 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.1996 Patentblatt 1996/25

(51) Int. Cl.[6]: **F15B 15/14**

(21) Anmeldenummer: **95116659.4**

(22) Anmeldetag: **23.10.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **17.12.1994 DE 4445145**

(71) Anmelder: **WABCO GmbH**
D-30453 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
- **Frank, Dieter**
  D-30171 Hannover (DE)
- **Deike, Horst**
  D-31249 Hohenhameln (DE)
- **Petersen, Erwin, Dr.**
  D-31515 Wunstorf (DE)

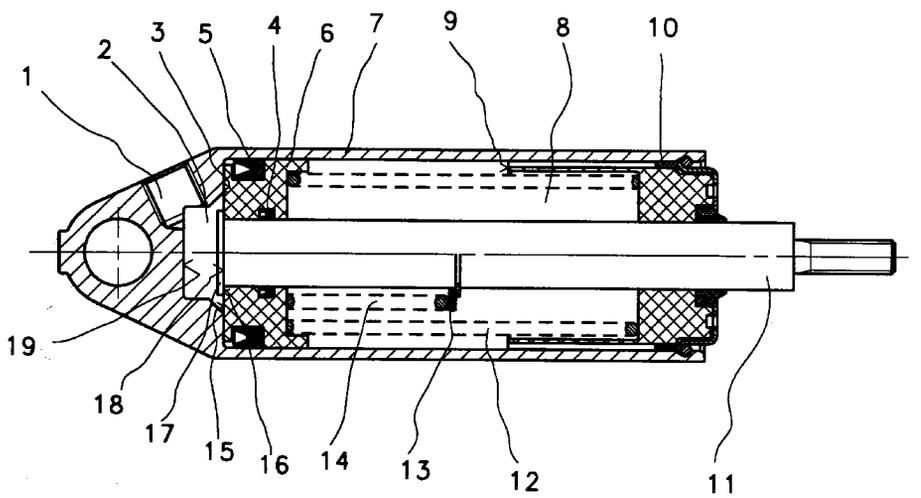
(74) Vertreter: **Schrödter, Manfred**
Wabco Vermögensverwaltungs-GmbH,
Am Lindener Hafen 21
D-30453 Hannover (DE)

(54) Zylindereinheit

(57) 2.1. Zur Verhinderung von Überlastungen eines von einer Zylindereinheit bewegten Gegenstands ist es bekannt, in der Verbindung zwischen dem bewegten Gegenstand und der Zylindereinheit ein getrenntes Ausgleichsglied anzuordnen. Das Ausgleichsglied verursacht Kosten.

2.2. Die Erfindung schlägt vor, zur Vermeidung eines getrennten Ausgleichsglieds die Kolbenstange (11) gegenüber dem Kolben (6) begrenzt verschiebbar anzuordnen, die Begrenzung der Verschiebbarkeit in Wirkrichtung des den Kolben (6) beaufschlagenden Drucks durch Anschläge (16, 18) zum begrenzen und die Anschläge (16, 18) mit vorbestimmter Kraft gegeneinander vorzuspannen.

2.3. Ein Anwendungsgebiet der Erfindung sind Einrichtungen zur Antriebs-Schlupf-Regelung in der Fahrzeugtechnik.



FIGUR 1

EP 0 717 200 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zylindereinheit nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Zylindereinheit, dort "Regelzylinder" genannt, zeigt die DE 38 42 348 A1. In dieser Zylindereinheit sind die Kolbenfläche und die Charakteristik einer den Kolben entgegen dem zugeführten Druck beaufschlagenden Feder so aufeinander abgestimmt, daß diese Zylindereinheit innerhalb ihres Arbeitsbereiches einen Kolbenstangenhub liefert, dessen Größe von dem zugeführten Druck abhängt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zylindereinheit der eingangs genannten Art mit einfachen Mitteln so fortzubilden, daß sie beim Auftreten einer vorbestimmten Kolbenstangenkraft eine Begrenzung ihres Kolbenstangenhubs auf den gerade vorhandenen Wert ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die in dem Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Fortbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung eignet sich auf allen technischen Gebieten zur Bewegung von Gegenständen, auf die eine Kolbenstangenkraft nur bis zu einem Höchstwert ausgeübt werden darf. In diesen Fällen war es bisher üblich, zwischen der Kolbenstange der bekannten Zylindereinheit und dem zu bewegenden Gegenstand ein getrenntes Ausgleichsglied vorzusehen, welches beim Auftreten der besagten Höchstkraft den weiteren Kolbenstangenhub elastisch aufnimmt.

Ein solches Ausgleichsglied ist beispielsweise in Kapitel 9.2 in Verbindung mit Abbildung 18 der WABCO-Druckschrift "Das integrierte Sicherheitssystem für Nutzfahrzeuge. Anti-Blockier-System ABS mit Antriebs-Schlupf-Regelung ASR", Ausgabe 3.87, beschrieben. Die Erfindung bietet eine Lösung ohne ein solches Ausgleichsglied und bietet damit einen erheblichen Kostenvorteil. Mit dem Entfall des Ausgleichsglieds bietet die Erfindung auch den Vorteil geringeren Raumbedarfs.

Die Erfindung läßt sich in Verbindung mit allen Druckmitteln einsetzen. Von besonderer praktischer Bedeutung als Druckmittel ist Druckluft.

Weitere Vorteile der Erfindung werden in deren nunmehr folgender Erläuterung anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele angegeben.

Unter durchgehender Verwendung gleicher Bezugszeichen für Bauteile mit gleichen Funktionen zeigen

Figur 1 zwei Ausgestaltungen einer Zylindereinheit,

Figur 2 eine andere Zylindereinheit,

Figur 3 zwei Ausgestaltungen einer weiteren Zylindereinheit.

Figur 1 zeigt in der oberen Bildhälfte eine Zylindereinheit und in der unteren Bildhälfte eine Fortbildung derselben.

In der Zylindereinheit ist im Innenraum eines Gehäuses (7) ein Kolben (6) zwischen zwei Gehäuseanschlägen (3) und (9) längsverschieblich und mittels eines Dichtelements (5) abgedichtet geführt. Die Gehäuseanschläge (3) und (9) begrenzen die Verschiebbarkeit des Kolbens. Der mögliche Kolbenhub, der den Arbeitsbereich der Zylindereinheit definiert, ist der Abstand der Gehäuseanschläge (3, 9) abzüglich der zwischen den Gehäuseanschlägen (3, 9) gemessenen Kolbenlänge.

Mittels des Dichtelements (5) unterteilt der Kolben (6) das Gehäuseinnere in eine Druckkammer (2) und einen Federraum (8). Die der Druckkammer (2) zugewandte Stirnfläche des Kolbens (6) ist eine die Druckkammer (2) begrenzende Kolbenfläche (15). Andererseits werden die Druckkammer (2) von einer der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Gehäusefläche (19) und der Federraum (8) von einem nicht näher bezeichneten Gehäuseboden begrenzt.

Die Druckkammer (2) und die Kolbenfläche (15) sind durch Zuführung von Druckmittel über einen Gehäuseanschluß (1) in die Druckkammer (2) mit Druck beaufschlagbar. Der Federraum (8) wird über eine im Gehäuseboden vorgesehene Atmungsöffnung (10) beatmet und steht daher unter Umgebungsdruck, der im allgemeinen gleich dem Atmosphärendruck ist. Zum Schutz gegen das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit ist die Atmungsöffnung (10) mit einem nicht näher bezeichneten Filter versehen. In dem Federraum (8) ist eine Feder (12) angeordnet, die zwischen der der Kolbenfläche (15) abgewandten Seite des Kolbens (6) und dem Gehäuseboden gefangen ist.

Die Zylindereinheit weist ferner eine Kolbenstange (11) auf, deren eines Ende in die Druckkammer (2) hineinragt. Ausgehend von diesem Ende durchdringt die Kolbenstange (11) zunächst den Kolben (6), dann den Federraum (8) sowie den den Federraum (8) abschließenden Gehäuseboden und endet außerhalb des Gehäuses (7). Die Kolbenstange (11) ist in dem Kolben (6) und in dem Gehäuseboden verschiebbar geführt. Die Führung der Kolbenstange (11) im Kolben (6) erfolgt mittels eines Dichtelements (4) abgedichtet, so daß kein Druckmittel entlang dieser Führung aus der Druckkammer (2) entweichen kann. Ein nicht bezeichnetes Dichtelement im Gehäuseboden dient dem Schutz gegen das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit in das Gehäuseinnere.

An ihrem in der Druckkammer (2) befindlichen Ende weist die Kolbenstange (11) einen Kopf (17) auf. Dessen dem Kolben (6) zugewandte Stirnfläche bildet einen der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Anschlag (18). Dieser Anschlag (18) steht in der Darstellung mit einem Bereich der Kolbenfläche (15) in Eingriff, der einen kolbenseitigen Anschlag (16) bildet. Befinden sich beide Anschläge (16 und 18) im Eingriff, begrenzen sie die Verschiebbarkeit der Kolbenstange (11) gegenüber dem

Kolben (6) in Wirkrichtung des die Kolbenfläche (15) beaufschlagenden Drucks.

In der bisher beschriebenen Grundausführung funktioniert die Zylindereinheit wie folgt.

In dem dargestellten Ruhezustand der Zylindereinheit, d. h. solange in der Druckkammer (2) kein höherer Druck als in dem Federraum (8) herrscht, drückt die Feder (12) den Kolben (6) gegen den in der Darstellung links befindlichen Gehäuseanschlag (3), der die Ruhelage des Kolbens (6) und damit den Kolbenhub Null definiert. Der Kolben (6) hat in dieser Lage die Kolbenstange (11) über die Anschläge (16, 18) in ihre Ruhelage mit dem Kolbenstangenhub Null mitgenommen.

Werden nun die Druckkammer (2) und damit die Kolbenfläche (15) mit Druck beaufschlagt, so verschiebt die dadurch am Kolben (6) entstehende Kolbenkraft nach Überwindung der durch das Dichtelement (5) hervorgerufenen Reibkraft den Kolben (6) gegen die Kraft der Feder (12) in der Darstellung nach rechts in Richtung des Gehäuseanschlags (9). Dabei wird die Feder (12) um einen Federweg zusammengedrückt, der in bekannter Weise von ihrer Federsteife und dem Druck abhängt.

Der die Kolbenfläche (15) beaufschlagende Druck lastet auch auf dem Querschnitt der Kolbenstange (11), der von dem Dichtelement (4) zwischen Kolben (6) und Kolbenstange (11) eingeschlossen ist. Deshalb erzeugt der Druck eine den Anschlag (18) der Kolbenstange (11) und den Anschlag (16) des Kolbens (6) vorspannende Kolbenstangenkraft. Zunächst unterstützt diese Kolbenstangenkraft die durch den Druck erzeugte Kolbenkraft und bewirkt, daß die Kolbenstange (11) sich mit dem Kolben (6) verschiebt. Der Kolben (6) treibt also die Kolbenstange (11) nur indirekt an.

Der bei der Verschiebung von Kolben (6) und Kolbenstange (11) zurückgelegte Kolbenhub bzw. Kolbenstangenhub ist gleich dem Federweg. Da für eine gegebene Zylindereinheit die Federsteife eine unveränderliche Größe ist, kann für diese Zylindereinheit gesagt werden, daß der Kolbenhub bzw. der Kolbenstangenhub im wesentlichen von dem zugeführten Druck abhängen. Die Einschränkung "im wesentlichen" ist deshalb geboten, weil die Reibkraft des Dichtelements (5) zwischen Kolben und Gehäuse (7) die genannte Abhängigkeit, wenn auch in einem vernachlässigbaren Umfang, beeinflußt.

Die vorstehend beschriebene Verschiebung von Kolben (6) und Kolbenstange (11) endet, wenn der die Kolbenfläche (15) und die Kolbenstange (11) beaufschlagende Druck ausreicht, den Kolben (6) bis zur Anlage an den in der Darstellung rechts befindlichen Gehäuseanschlag (9) zu verschieben und damit den Arbeitsbereich der Zylindereinheit voll auszunutzen.

Bei ihrer Verschiebung ist die Kolbenstange (11) in der Lage, auf einen von ihr bewegten Gegenstand eine Kraft bis zu der Größe der auf sie von dem Druck ausgeübten Kolbenstangenkraft zuzüglich der Reibkraft des Dichtelements (4) auszuüben. Nimmt der Gegenstand diese Kraft auf, endet die gemeinsame Verschiebung von Kolbenstange (11) und Kolben (6).

Das Verhalten der Kolbenstange (11) bei weiterer Verschiebung des Kolbens (6) hängt davon ab, welche Kraft der von ihr bewegte Gegenstand aufzunehmen vermag. Die zur weiteren Verschiebung des Kolbens erforderliche Druckerhöhung erhöht nämlich auch die Kolbenstangenkraft. Ist der von der Kolbenstange (11) bewegte Gegenstand in der Lage, etwa weil er gegen einen Anschlag läuft, die Erhöhung der Kolbenstangenkraft voll aufzunehmen, so bleibt die Kolbenstange (11) stehen. Übt der Gegenstand auf die Kolbenstange (11) entgegen der von dem Druck erzeugten Kolbenstangenkraft eine diese zuzüglich der Reibkraft des Dichtelements (5) überwiegende Kraft aus, so ist die Kolbenstange (11) auch gegenläufig zum Kolben (6) verschiebbar. Ist hingegen der Gegenstand nicht in der Lage, die Erhöhung der Kolbenstangenkraft voll aufzunehmen, so wird die Kolbenstange (11) bis zum Wiederanlegen ihres Anschlags (18) an den kolbenseitigen Anschlag (16) unabhängig von dem Kolben (6) verschoben.

An dieser Stelle sei angemerkt, daß auch bei einer Zylindereinheit nach dem Stand der Technik mit fester Verbindung zwischen Kolben und Kolbenstange die Verschiebung der Kolbenstange endet, wenn der von letzterer bewegte Gegenstand gegen einen Anschlag läuft. Allerdings werden in diesem Fall der Gegenstand und der Anschlag mit der vollen Kolbenkraft, bei der erfindungsgemäßen Zylindereinheit hingegen nur mit der druckbedingten Kolbenstangenkraft zuzüglich der Reibkraft des Dichtelements (4) belastet. Die erfindungsgemäße Zylindereinheit ermöglicht also den Einsatz eines großen Kolbens (6) mit entsprechend großen Kolben- und Federkräften und dadurch mit gutem Ansprechverhalten sowie guter Abstufbarkeit bei trotzdem geringer Kolbenstangenkraft.

In einer in der unteren Bildhälfte dargestellten Fortbildung der Zylindereinheit wird die die Anschläge (16 und 18) des Kolbens (6) und der Kolbenstange (11) vorspannende Kraft teilweise von einer Vorspannfeder erzeugt. Diese ist zwischen dem Kolben (6) und der Kolbenstange (11) gefangen. Zu diesem Zweck ist auf dem innerhalb des Federraums (8) befindlichen Teil der Kolbenstange (11) ein Federteller (13) angebracht. Zwischen diesem Federteller (13) und einem nicht näher bezeichneten Teil des Kolbens (6) ist die Vorspannfeder (14) gefangen. Die Vorspannfeder (14) ist als Druckfeder ausgebildet. Sie spannt die Anschläge (16 und 18) des Kolbens (6) und der Kolbenstange (11) schon im drucklosen Zustand vor, stellt dadurch sicher, daß bei kleinen Drücken infolge von Wirkungen des von der Kolbenstange (11) bewegten Gegenstands die Kolbenstange (11) nicht gegenüber dem Kolben (6) zurückbleiben kann, und verbessert dadurch das Ansprechverhalten der Zylindereinheit. Die von der Vorspannfeder (14) über den Federteller (13) auf die Kolbenstange (11) ausgeübte Kraft unterstützt die druckbedingte Kolbenstangenkraft und bietet damit die Möglichkeit, bei unverändertem Kolbenstangendurchmesser die Größe der auf den von der Kolbenstange (11) bewegten Gegenstand ausübba-

ren Kolbenstangenkraft zu variieren. Die Vorspannfeder (14) stellt deshalb ein besonders einfaches Mittel zur Anpassung der Zylindereinheit an unterschiedliche Einsatzfälle dar.

In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist der dem kolbenseitigen Anschlag (16) gegenüberstehende Anschlag der Kolbenstange (22) innerhalb der Druckkammer (2) nicht an einem an der Kolbenstange (22) ausgebildeten Kopf, sondern an einem in üblicher Weise in eine Nut der Kolbenstange (22) eingelassenen Axialsicherungselement (20) angeordnet.

Außerdem ist in diesem Ausführungsbeispiel die Kolbenstange (22) auf einem Teil ihrer Länge hohl ausgebildet. In dem dadurch entstandenen Hohlraum ist die Vorspannfeder (21) angeordnet. Die wieder als Druckfeder ausgebildete Vorspannfeder (21) ist zwischen der Stirnfläche des Hohlraums innerhalb der Kolbenstange und der der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Gehäusewand (19), also zwischen der Kolbenstange und einer Gehäusewand, gefangen.

Im übrigen Aufbau und in der Wirkungsweise deckt sich dieses Ausführungsbeispiel mit demjenigen der unteren Bildhälfte der Figur 1. Auch in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 treibt der Kolben (6) die Kolbenstange (22) nur indirekt an.

Figur 3 zeigt in der oberen Bildhälfte und in der unteren Bildhälfte verschiedene Ausgestaltungen eines Ausführungsbeispiels für Einsatzfälle, in denen keine druckbedingte Kolbenstangenkraft erforderlich und/oder erwünscht ist. Charakteristisch für beide Ausgestaltungen ist, daß die in der oberen Bildhälfte mit (26) und in der unteren Bildhälfte mit (27) bezeichnete Kolbenstange mit ihrem den Kolben (6) durchdringenden Ende abgedichtet in einen der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Gehäuseteil (23, 25) eindringt. Dieser Gehäuseteil (23, 25) besteht aus einer der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Gehäusewand (25) und einem daran anschließenden Gehäusehohlraum (23). Der Aodichtung dient ein Dichtelement (24) in der Gehäusewand (25).

Im Ausführungsbeispiel ist der von dem Dichtelement (24) eingeschlossene Querschnitt der Kolbenstange (26 bzw 27) gleich dem von dem Dichtelement (4) zwischen dem Kolben (6) und der Kolbenstange (26 bzw. 27) eingeschlossenen Querschnitt. Deshalb tritt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel überhaupt keine druckbedingte Kolbenstangenkraft auf. Die Vorspannung muß in diesem Fall ausschließlich von der Vorspannfeder aufgebracht werden.

In nicht dargestellter Weise kann für Einsatzfälle, in denen nur eine Verringerung der druckbedingten Kolbenstangenkraft angestrebt wird und/oder erwünscht ist, der Durchmesser der Kolbenstange (26, 27) im Bereich des Dichtelements (24) verkleinert sein, so daß der von dem Dichtelement (24) eingeschlossene Querschnitt kleiner als der von dem Dichtelement (4) eingeschlossene Querschnitt der Kolbenstange (26, 27) ist und eine druckbedingte Rest-Kolbenstangenkraft verbleibt.

Jenseits der das Dichtelement (24) aufnehmenden Gehäusewand (25) tritt die Kolbenstange (26, 27) in den Gehäusehohlraum (23) ein, der mittels einer gegen das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit geschützten Atmungsöffnung (28) gegen einen Druckaufbau gesichert ist. Es versteht sich, daß der Hohlraum (23) in Verschieberichtung ausreichend bemessen sein muß, das Erreichen der Endlage von Kolben (16) und Kolbenstange (26, 27) zu gewährleisten.

Hinsichtlich der Anordnung der Vorspannfeder lehnt sich dieses Ausführungsbeispiel in der oberen Bildhälfte an die Lösung gemäß der unteren Bildhälfte der Figur 1 und in der unteren Bildhälfte an die Lösung gemäß Figur 2 an. Dabei ist in der unteren Bildhälfte die Vorspannfeder (21) zwischen der Stirnseite des Hohlraums in der Kolbenstange (27) und dem Boden des Gehäusehohlraums (23) gefangen.

In nicht dargestellter Weise kann dieses Ausführungsbeispiel auch ohne den die Kolbenstange (26, 27) aufnehmenden Gehäusehohlraum (23) ausgebildet werden. Die Kolbenstange (26, 27) würde in diesem Fall jenseits der das Dichtelement (24) aufnehmenden Gehäusewand (25) frei enden und verschiebbar sein. Bei Durchführung der in der unteren Bildhälfte dargestellten Anordnung der Vorspannfeder (21) müßte in diesem Fall die Vorspannfeder (21) statt am Boden des Gehäusehohlraums (23) an einer anderen geeigneten Fläche, beispielsweise eines Nachbar-Bauteils, abgefangen werden.

Als Anwendungsfälle der erfindungsgemäßen Zylindereinheit seien beispielhaft aus dem Gebiet der Fahrzeugtechnik Einrichtungen zur Antriebs-Schlupf-Regelung oder zur Betätigung einer Abgasdrosselklappe erwähnt. In der Einrichtung zur Antriebs-Schlupf-Regelung erspart die Erfindung das in der oben genanten WABCO-Druckschrift erwähnte getrennte Ausgleichsglied. Eine Abgasdrosselklappe dient der Verstärkung der Bremswirkung des Antriebsmotors. In der Einrichtung zur Betätigung einer solchen Abgasdrosselklappe dient die Zylindereinheit dem Schließen der Abgasdrosselklappe und der Begrenzung des stromaufwärts der Abgasdrosselklappe auftretenden Abgas-Staudrucks. Wenn nämlich dieser Staudruck einen Grenzwert erreicht, übt die Abgasdrosselklappe auf die Kolbenstange der Zylindereinrichtung eine Kraft aus, welche der auf der gegenseitigen Vorspannung der Anschläge von Kolbenstange und Kolben beruhenden Kolbenstangenkraft gleich ist oder diese überwiegt und dadurch ein vollständiges Schließen der Abgasdrosselklappe auch bei vollem möglichem Kolbenhub verhindert.

Der Fachmann erkennt, daß die vorstehend zu einem Ausführungsbeispiel gemachten Ausführungen für die anderen Ausführungsbeispiele entsprechend mit gelten, sofern sich aus diesen Ausführungen nichts Widersprechendes ergibt.

Der Fachmann erkennt auch, daß sich der Schutzbereich der Erfindung nicht in den Ausführungsbeispielen erschöpft, sondern vielmehr alle Ausgestaltungen

erfaßt, deren Merkmale sich den Patentansprüchen unterordnen.

Patentansprüche

1. Zylindereinheit mit einem eine druckbeaufschlagbare Kolbenfläche (15) aufweisenden Kolben (6) und einer Kolbenstange (11; 22; 26, 27) dadurch gekennzeichnet, daß
die Kolbenstange (11; 22; 26, 27) gegenüber dem Kolben (6) verschiebbar ist,
die Verschiebbarkeit der Kolbenstange (11; 22; 26, 27) in Wirkrichtung des die Kolbenfläche (15) beaufschlagenden Drucks durch Anschläge (16, 18) an dem Kolben (6) und an der Kolbenstange (11; 22; 26, 27) begrenzt ist,
die Anschläge (16, 18) mit vorbestimmter Kraft gegeneinander vorgespannt sind.

2. Zylindereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Kolbenstange (11; 22; 26, 27) den Kolben (6) abgedichtet durchdringt und der an ihr angeordnete Anschlag (18) der wenigstens teilweise als kolbenseitiger Anschlag (16) dienenden Kolbenfläche (15) gegenübersteht.

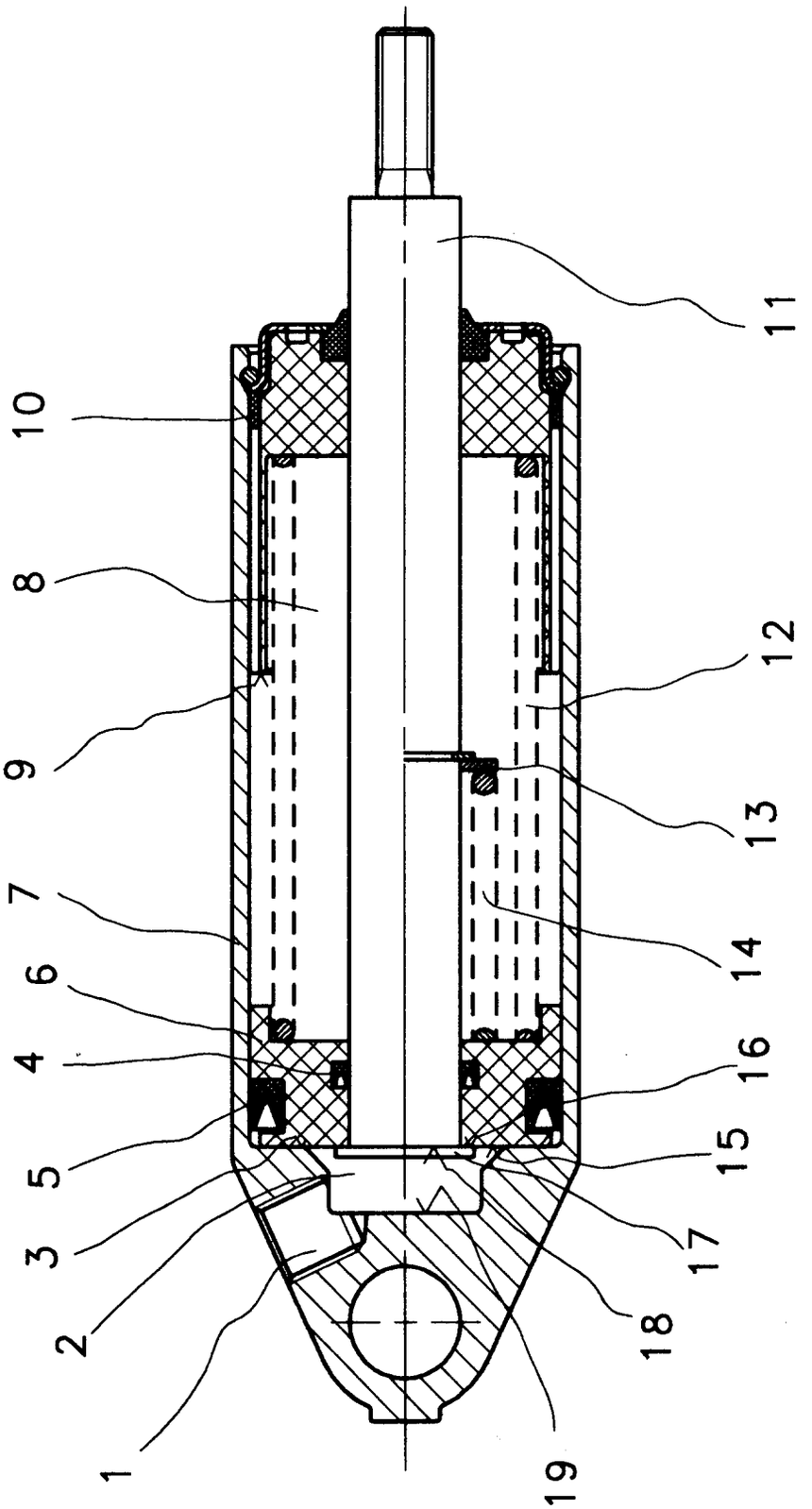
3. Zylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die die Anschläge (16, 18) vorspannende Kraft wenigstens teilweise von einer Vorspannfeder (14; 21) erzeugt wird.

4. Zylindereinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorspannfeder (14) zwischen dem Kolben (6) und der Kolbenstange (11) gefangen ist.

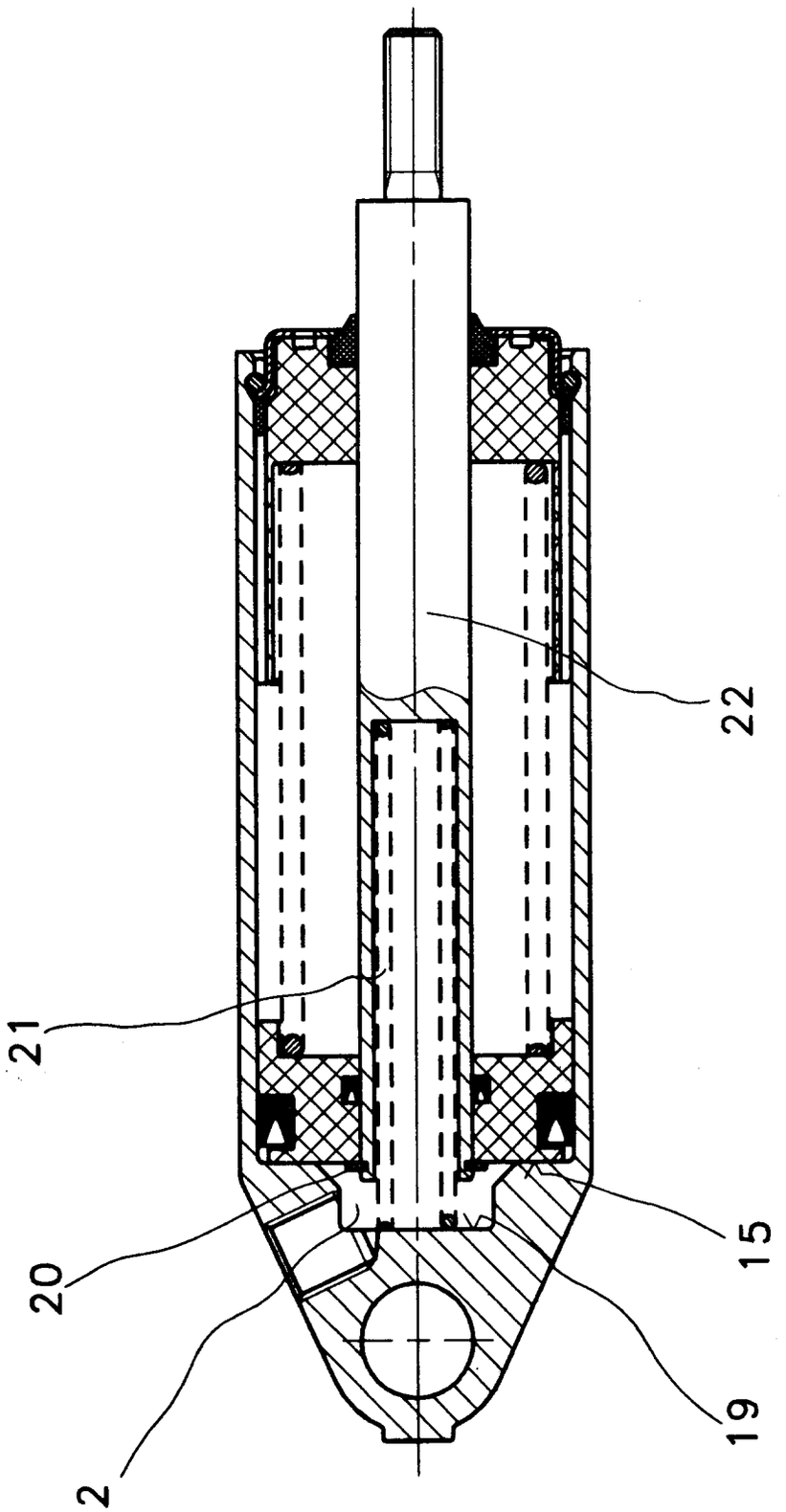
5. Zylindereinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Feder (21) zwischen der Kolbenstange (22; 27) und einer der Kolbenfläche (15) gegenüberstehenden Gehäusefläche (19) gefangen ist.

6. Zylindereinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Kolbenstange (26, 27) den Kolben (6) abgedichtet durchdringt und der an ihr angeordnete Anschlag der wenigstens teilweise als kolbenseitiger Anschlag dienenden Kolbenfläche (15) gegenübersteht, und daß die Kolbenstange (26, 27) mit ihrem den Kolben durchdringenden Ende abgedichtet in einen der Kolbenfläche (15) gegenüberstehende Gehäuseteil (23, 25) eindringt.

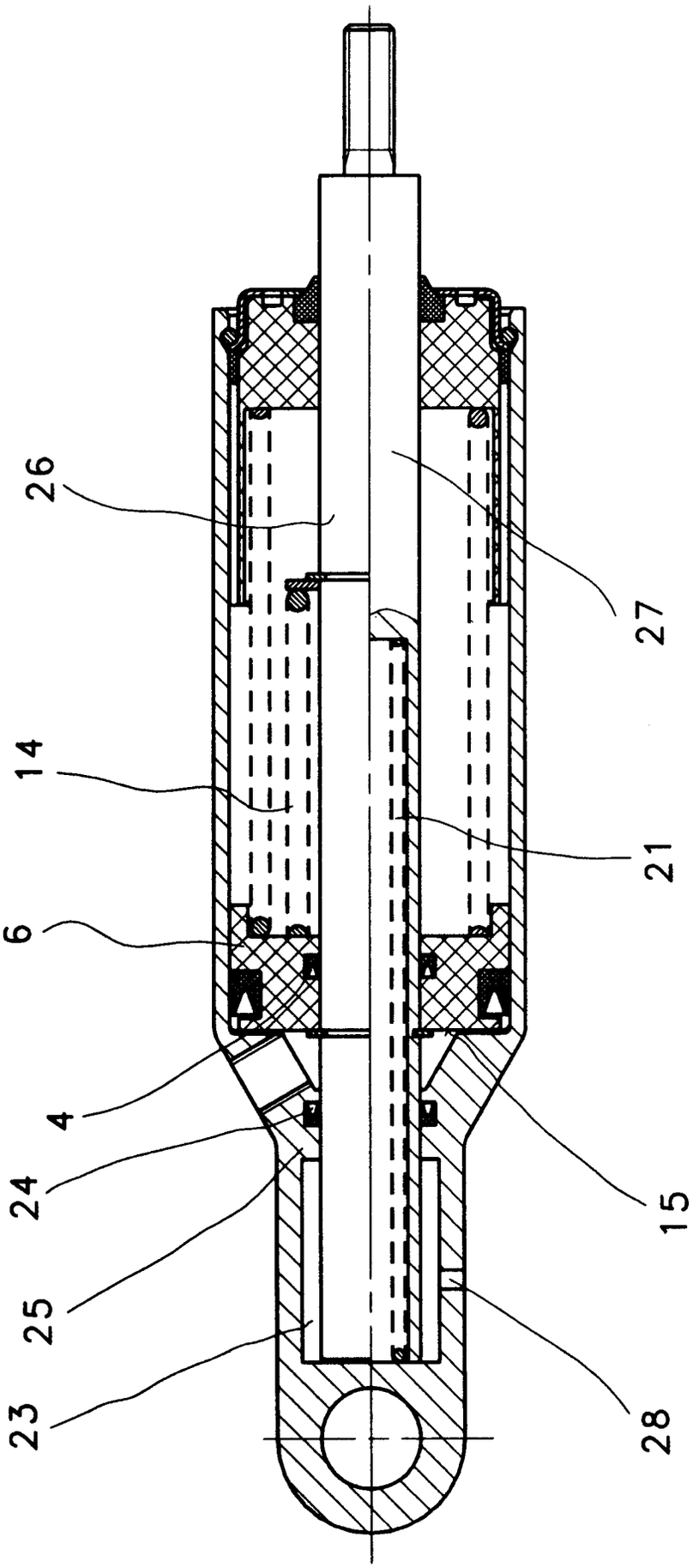
7. Zylindereinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Dichtquerschnitte der Kolbenstange (26, 27) in dem Kolben (6) und in dem Gehäuseteil gleich sind.



FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 3