

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 766 278 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**02.04.1997 Patentblatt 1997/14**(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01H 33/91**(21) Anmeldenummer: **96810568.4**(22) Anmeldetag: **28.08.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH DE FR IT LI SE**(30) Priorität: **30.09.1995 DE 19536673**(71) Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG****5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **Berger, Ernst**  
**5507 Mellingen (CH)**

- **Lindner, Christian**  
**8006 Zürich (CH)**

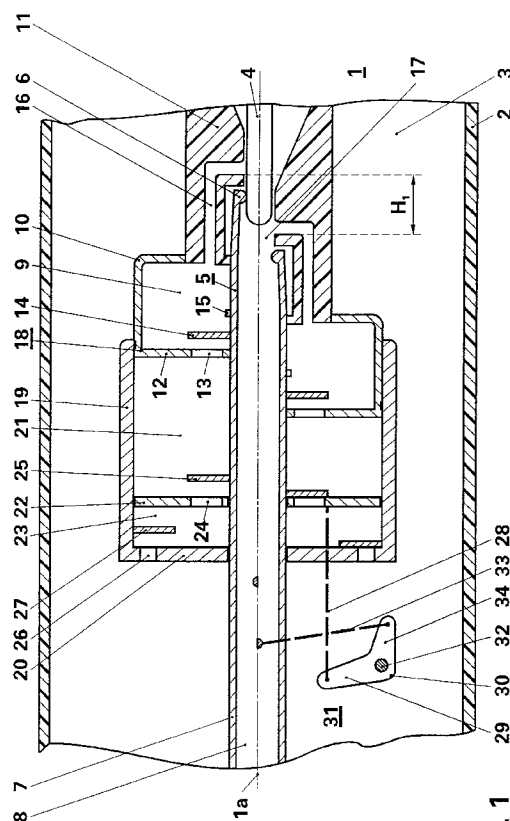
(74) Vertreter: **Kaiser, Helmut, Dr. et al**

**ABB Management AG,**  
**Immaterialgüterrecht (TEI),**  
**Haselstrasse 16/699**  
**5401 Baden (CH)**

(54) **Leistungsschalter**

(57) Dieser Leistungsschalter weist mindestens eine zylindrisch ausgebildete Löschkammer (1) auf, welche mit einem feststehenden Kontakt (4), mit einem beweglichen Kontakt (5) und mit einer Löschzone (17) zwischen den beiden Kontakten (4,5) versehen ist. Ein Schaft (7) des beweglichen Kontakts (5) ist mit einem Blasvolumen (9) fest verbundenen, welches festkontaktseitig durch eine von mindestens einem Strömungskanal (16) durchsetzte Isolierdüse (11) abgeschlossen wird. Die Löschkammer (1) weist ein erstes Kompressionsvolumen (21) auf, welches mit dem Blasvolumen (9) und einem zweiten Kompressionsvolumen (23) in Wirkverbindung steht.

Es soll ein Leistungsschalter geschaffen werden, bei welchem mit einfachen Mitteln die Beblasung des Lichtbogens mit sauberem SF<sub>6</sub>-Gas verstärkt ist. Dies wird dadurch erreicht, dass zwischen dem ersten (21) und dem zweiten Kompressionsvolumen (23) ein beweglicher Hilfskolben (22) vorgesehen ist, und dass der Hilfskolben (22) über eine Umlenkung (31) mit dem beweglichen Kontakt (5) verbunden ist.

**FIG. 1****EP 0 766 278 A2**

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung geht aus von einem Leistungsschalter gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### STAND DER TECHNIK

Aus der Patentschrift EP 0 374 384 B1 ist ein mit  $\text{SF}_6$ -Gas gefüllter Leistungsschalter bekannt. Bei diesem Leistungsschalter wird das für die Beblasung des Lichtbogens benötigte Löschgas einerseits durch den Lichtbogen selbst und andererseits zusätzlich durch eine Kolben-Zylinder-Anordnung erzeugt. Die Kolben-Zylinder-Anordnung weist einen feststehenden Kolben auf. Der in dieser Kolben-Zylinder-Anordnung durch Kompression erzeugte Druck steigt annähernd proportional zum Hub des bewegten Zylinders an, wenn während der Kompressionsperiode aus der Kolben-Zylinder-Anordnung kein Druck abströmt.

Während der Kompressionsperiode beim Ausschaltvorgang wird bei diesem Leistungsschalter allein das in der Kolben-Zylinder-Anordnung bereits zu Beginn der Ausschaltung vorhandene saubere  $\text{SF}_6$ -Gas komprimiert. Soll das Ausschaltvermögen weiter erhöht werden, so könnte dies zwar mit Hilfe einer vergrösserten Kolben-Zylinder-Anordnung erreicht werden, dies würde jedoch zu einer Löschkammer mit grösseren Abmessungen führen, was den Leistungsschalter erheblich verteuern würde. Eine grössere Kolben-Zylinder-Anordnung würde zudem auch einen stärkeren und damit teureren Antrieb erfordern.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, einen Leistungsschalter zu schaffen, bei welchem mit einfachen Mitteln die Beblasung des Lichtbogens mit sauberem  $\text{SF}_6$ -Gas verstärkt ist.

Beim erfindungsgemässen Leistungsschalter wird durch die verstärkte Beblasung des Lichtbogens die Ausschaltleistung vorteilhaft erhöht. Insbesondere wird auch das Abschaltvermögen des Leistungsschalters im Bereich vergleichsweise kleiner Ströme wesentlich verbessert. Bei dem vorliegenden Leistungsschalter steht eine grössere Menge sauberes  $\text{SF}_6$ -Gas für die Beblasung des Lichtbogens zur Verfügung als bei herkömmlichen Leistungsschaltern, woraus die deutliche Steigerung des Ausschaltvermögens resultiert, dabei ist der Aufwand für diese Verbesserung vergleichsweise gering.

Die Löschkammer des Leistungsschalters kann in beliebiger Einbaulage eingesetzt werden, d.h. sie kann sowohl für sämtliche möglichen Freiluftanwendungen als auch in metallgekapselften gasisolierten Hochspannungsanlagen vorteilhaft eingesetzt werden.

Die weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung, ihre Weiterbildung und die damit erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand der Zeichnung, welche lediglich einen möglichen Ausführungsweg darstellt, näher erläutert.

### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Es zeigen:

Fig.1 einen Teilschnitt durch eine Löschkammer eines Leistungsschalters, wobei in der linken Hälfte der Figur die Löschkammer in eingeschaltetem Zustand und in der rechten Hälfte in ausgeschaltetem Zustand dargestellt ist,

Fig.2 einen Teilschnitt durch eine Löschkammer eines Leistungsschalters, wobei diese in der linken Hälfte der Figur im eingeschalteten Zustand und in der rechten Hälfte im Augenblick der Kontakttrennung dargestellt ist,

Fig.3 eine schematische Darstellung der in Fig.1 angedeuteten Umlenkung für die Betätigung eines Hilfskolbens bei eingeschalteter Löschkammer,

Fig.4 verschiedene Teilschnitte durch die in Fig.1 angedeuteten Umlenkung,

Fig.5 eine schematische Darstellung der in Fig.1 angedeuteten Umlenkung im Augenblick der Kontakttrennung der Löschkammer,

Fig.6 eine schematische Darstellung der in Fig.1 angedeuteten Umlenkung bei ausgeschalteter Löschkammer, und

Fig.7 den Weg des Hilfskolbens und Druckverläufe im Blasvolumen in Abhängigkeit vom Hub der Löschkammer des Leistungsschalters.

Bei allen Figuren sind gleich wirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind nicht dargestellt.

### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die Fig.1 zeigt einen Teilschnitt durch eine Löschkammer 1 eines Leistungsschalters, wobei in der linken Hälfte der Fig.1 die Löschkammer 1 in eingeschaltetem Zustand und in der rechten Hälfte in ausgeschaltetem Zustand dargestellt ist. Die Löschkammer 1 ist im wesentlichen rotationssymmetrisch aufgebaut, sie weist eine Mittelachse 1a auf. Die Löschkammer 1 wird hier von einem Isoliergehäuse 2 umschlossen. Wegen der besseren Anschaulichkeit ist die in der Regel vorhandene

ne Nennstrombahn nicht dargestellt. Das Isoliergehäuse 2 wird an beiden Enden von ebenfalls nicht dargestellten, metallischen Anschlussflanschen abgeschlossen. Das Isoliergehäuse 2 umschliesst ein Löschkammervolumen 3, welches mit  $\text{SF}_6$ -Gas unter Druck, beispielsweise mit 6 bar, gefüllt ist. Wird der Leistungsschalter in einer metallgekapselften gasisolierten Hochspannungsanlage eingesetzt, so kann gegebenenfalls auf das Isoliergehäuse 2 verzichtet werden, in diesem Fall könnte unter Umständen die metallische Kapselung das Löschkammervolumen 3 begrenzen.

Die Löschkammer 1 weist einen elektrisch leitenden feststehenden Kontakt 4 und einen elektrisch leitenden beweglichen Kontakt 5 auf. Bei bestimmten Leistungsschaltertypen ist es jedoch möglich, dass der Kontakt 4 ebenfalls beweglich ausgebildet ist. Der bewegliche Kontakt 5 ist an dem dem feststehenden Kontakt 4 zugewandten Ende mit Kontaktelementen 6 versehen, welche bei geschlossener Löschkammer 1 federnd auf dem feststehenden Kontakt 4 aufliegen. Der bewegliche Kontakt 5 weist einen zylindrisch ausgebildeten metallischen Schaft 7 auf, der sich in die dem feststehenden Kontakt 4 entgegengesetzte Richtung erstreckt. Der Schaft 7 weist innen einen zylindrisch ausgebildeten Abströmkanal 8 auf. Der bewegliche Kontakt 5 macht bei einer Schaltbewegung einen Hub  $H_1$ . Auf dem Schaft 7 des beweglichen Kontaktes 5 ist aussen ein ringförmig ausgebildetes Blasvolumen 9 starr befestigt. Das Blasvolumen 9 wird umschlossen von einer Aussenwand 10, in welche auf der dem feststehenden Kontakt 4 zugewandten Seite eine Isolierdüse 11 eingelassen ist. Auf der dem feststehenden Kontakt 4 abgewandten Seite des Blasvolumens 9 wird es durch einen mit der Aussenwand 10 und mit dem Schaft 7 druckdicht verbundenen Boden 12 abgeschlossen. Der Boden 12 ist mit einem Ventil versehen. Dieses Ventil wird hier schematisch durch Öffnungen 13 dargestellt, die bei einem Überdruck im Blasvolumen 9 von einer Ventilscheibe 14 verschlossen werden. Der Hub der Ventilscheibe 14 wird in axialer Richtung durch einen am Schaft 7 angebrachten Anschlag 15 begrenzt. In die Isolierdüse 11 ist mindestens ein Strömungskanal 16 eingelassen, der beim Ausschalten das Blasvolumen 9 mit einer Löschzone 17, in welcher dann der Lichtbogen brennt, verbindet.

Die Aussenwand 10 bildet zusammen mit dem Boden 12 des Blasvolumens 9 einen Kolben 18, der in einem Kompressionszylinder 19 gleitet. Der Kompressionszylinder 19 ist in der Löschkammer 1 starr befestigt, er wird auf der dem feststehenden Kontakt 4 gegenüber liegenden Seite durch einen Zylinderboden 20 abgeschlossen. Der Zylinderboden 20 wird im Zentrum durchdrungen vom Schaft 7 des beweglichen Kontaktes 5, wobei diese Durchdringung auf eine der bekannten Arten druckdicht ausgeführt ist. An den Boden 12 schliesst ein erstes Kompressionsvolumen 21 an. Das in den Boden 12 eingebaute Ventil lässt eine Gasströmung vom ersten Kompressionsvolumen 21 in das

Blasvolumen 9 zu, wenn der Druck im Blasvolumen 9 höher ist als derjenige im ersten Kompressionsvolumen 21. Das erste Kompressionsvolumen 21 wird auf der dem Boden 12 gegenüber liegenden Seite durch einen Hilfskolben 22 begrenzt.

Zwischen dem Hilfskolben 22 und dem Zylinderboden 20 befindet sich ein zweites Kompressionsvolumen 23. Der Hilfskolben 22 gleitet, gegen ein Verkanten gesichert, sowohl im Kompressionszylinder 19 als auch auf dem Schaft 7 des beweglichen Kontaktes 5, wobei diese Gleitstellen auf eine der bekannten Arten druckdicht ausgeführt sind. Der Hilfskolben 22 ist mit einem weiteren Ventil versehen, welches gegebenenfalls eine Gasströmung vom zweiten Kompressionsvolumen 23 in das erste Kompressionsvolumen 21 zulässt. Dieses Ventil wird hier schematisch durch Öffnungen 24 dargestellt, die mittels einer Ventilscheibe 25 abgedeckt werden können. Der Hub der Ventilscheibe 25 in axialer Richtung wird durch einen nicht dargestellten Anschlag begrenzt.

Der Zylinderboden 20 weist ebenfalls ein Ventil auf, welches durch Öffnungen 26 schematisch dargestellt ist, welche das zweite Kompressionsvolumen 23 mit dem Löschkammervolumen 3 verbinden. Die Öffnungen 26 werden mittels einer Ventilscheibe 27 abgedeckt, wenn der Druck im zweiten Kompressionsvolumen 23 grösser ist als der Druck im Löschkammervolumen 3. Der Hub dieser Ventilscheibe 27 in axialer Richtung wird ebenfalls durch einen nicht dargestellten Anschlag begrenzt.

Der Hilfskolben 22 ist, wie dies schematisch durch eine Wirkungslinie 28 angedeutet ist, mit einem ersten Schenkel 29 eines Winkelhebels 30 verbunden. Der Winkelhebel 30 ist Teil einer Umlenkung 31 welche den Hilfskolben 22 mit dem Schaft 7 verbindet. Der Winkelhebel 30 ist auf einem Lagerbolzen 32 drehbar gelagert. Der Lagerbolzen 32 ist in der Löschkammer 1 starr befestigt. Der Schaft 7 ist, wie dies schematisch durch eine Wirkungslinie 33 angedeutet ist, mit einem zweiten Schenkel 34 des Winkelhebels 30 verbunden. Eine Ausführungsform der Umlenkung 31 wird später etwas eingehender anhand der Fig.3 bis 6 beschrieben.

Die Fig.2 zeigt einen Teilschnitt durch eine Löschkammer 1 eines Leistungsschalters, wobei in der linken Hälfte der Fig.2 die Löschkammer 1, wie in Fig.1, in eingeschaltetem Zustand dargestellt ist und in der rechten Hälfte im Augenblick der Kontakttrennung. Der über die Umlenkung 31 bewegte Hilfskolben 22, sein Antrieb wird durch die Wirkungslinie 28 angedeutet, hat sich von der in der linken Hälfte dargestellten Ausgangsstellung in seine oberste, in der rechten Hälfte dargestellte Stellung bewegt. Die Umlenkung 31 ist bei diesem Ausführungsbeispiel so ausgelegt, dass sich der Hilfskolben 22 um den Hub  $H_2$  in Richtung auf den feststehenden Kontakt 4 zu bewegt. Es sind auch andere Hübe möglich, mit Hilfe unterschiedlicher Schenkellängen beim Winkelhebel 30 lässt sich die Bewegung des Hilfskolbens 22 für den jeweiligen Leistungsschaltertyp optimieren.

Ebenso kann auch der Winkel, den die beiden Schenkel 29 und 34 miteinander bilden, modifiziert werden, um die Bewegung des Hilfskolbens 22 zu optimieren. Der Hilfskolben 22 hat bei diesem Hub  $H_2$  das  $\text{SF}_6$ -Gas im ersten Kompressionsvolumen 21 komprimiert. Das punktiert dargestellte Volumen 35 stellt die Gasmenge vor der Kompression dar, die der Menge des durch den Hilfskolben 22 im ersten Kompressionsvolumen 21 zusätzlich komprimierten  $\text{SF}_6$ -Gases entspricht. Bei der Bewegung des Hilfskolbens 22 nach oben wird durch die Öffnungen 26  $\text{SF}_6$ -Gas aus dem Löschkammervolumen 3 nachgespeist in das zweite Kompressionsvolumen 23, sodass sich keine Druckdifferenz zwischen diesem und dem Löschkammervolumen 3 ausbilden kann.

Anhand der Fig.3 bis 6 soll nun die Umlenkung 31 etwas näher betrachtet werden. Der Winkelhebel 30 ist, wie bereits beschrieben, drehbar auf dem ortsfesten Lagerbolzen 32 gelagert. Wie aus der Fig.4 ersichtlich ist, sind, um ein Verkanten des Hilfskolbens 22 zu vermeiden, zwei Winkelhebel 30 vorgesehen, an die jeweils eine Kolbenstange 36 angelenkt ist. Diese Kolbenstangen 36 sind an ihrem anderen, hier nicht sichtbaren Ende gelenkig mit dem Hilfskolben 22 verbunden. Die Kolbenstangen 36 sind im Bereich neben dem Schaft 7 angeordnet. Die Kolbenstangen 36 weisen jeweils eine Längsachse 37 auf, diese Längsachsen 37 liegen in einer Ebene. Die Mittelachse 1a liegt in der Regel nicht in dieser Ebene. Die Kolbenstangen 36 sind jeweils an den ersten Schenkel 29 des Winkelhebels 30 angelenkt. Ein Bolzen 38, der auf der einen Seite einen Bund 39 und auf der anderen Seite einen Sprengring 40 als Sicherung aufweist, verbindet jede der Kolbenstangen 36 drehbar mit dem ersten Schenkel 29 des Winkelhebels 30.

Ein Bolzen 41 verbindet jeweils eine Stange 42 drehbar mit dem jeweils zweiten Schenkel 34 der beiden Winkelhebel 30. Diese Bolzenverbindung ist ähnlich ausgebildet wie die im vorhergehenden Absatz beschriebene Verbindung. Die anderen Enden der Stangen 42 sind jeweils auf einer Seite des Schaftes 7 angelenkt. Die Stangen 42 sind beidseits des Schaftes 7 angeordnet. Ein Bolzen 43 durchdringt den Schaft 7 und die anderen Enden der Stangen 42. Der Bolzen 43 weist auf der einen Seite einen Bund 44 und auf der anderen Seite einen Sprengring 45 als Sicherung auf. Wie weiterhin aus der Fig.4 ersichtlich ist, verlaufen die von dem Bolzen 43 durchdrungenen Enden der Stangen 42 im Bereich unmittelbar neben dem Schaft 7, während die Kolbenstangen 36 wegen der Abkröpfung der ersten Schenkel 29 der Winkelhebel 30, einen etwas grösseren Abstand vom Schaft 7 aufweisen. Die in der Fig.4 dargestellten Teilschnitte liegen nicht in den gleichen Ebenen.

Die Fig.5 zeigt eine weitere schematische Darstellung der in Fig.3 dargestellten Umlenkung 31 im Augenblick der Kontakttrennung der Löschkammer 1. Der Bolzen 43 hat sich mit dem nach unten bewegten Schaft 7

mitbewegt und hat die Stangen 42 mitgenommen. Die Winkelhebel 30 haben sich, betätigt durch die Stangen 42, im Uhrzeigersinn um den Lagerbolzen 32 gedreht. Die Kolbenstangen 36 sind infolgedessen nach oben bewegt worden, und mit ihnen der Hilfskolben 22, der sich nun in der in der rechten Hälfte der Fig.2 dargestellten obersten Position befindet. Wenn sich der Schaft 7 im Verlauf der Ausschaltbewegung weiter nach unten bewegt, so werden nun die Winkelhebel 30 über die Stangen 42 im Gegenuhrzeigersinn weiterbewegt. Dies hat zur Folge, dass der Hilfskolben 22 über die Kolbenstangen 36 ebenfalls wieder nach unten bewegt wird. Diese Bewegung wird solange fortgesetzt, bis die in Fig. 6 gezeigte Ausschaltstellung der Umlenkung 31 erreicht ist. Der Hilfskolben 22 ist dann wieder in seiner Ausgangsstellung angelangt. Der Hilfskolben 22 nimmt sowohl bei eingeschalteter Löschkammer 1 als auch bei ausgeschalteter Löschkammer 1 die gleiche Position ein, wie sie in der linken Hälfte der Fig.1 dargestellt ist.

In der Fig.7 ist der Weg  $s$  des Hilfskolbens 22 in Abhängigkeit vom Hub  $H_1$  der Löschkammer 1 dargestellt. Ferner ist der idealisierte Verlauf des Drucks  $P_1$  im Blasvolumen 9 in Abhängigkeit vom Hub  $H_1$  der Löschkammer 1 des Leistungsschalters dargestellt. Der Druck  $P_1$  im Blasvolumen 9 erreicht bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel seinen Maximalwert bereits beim Erreichen des halben Hubs der Löschkammer 1, wenn der Hilfskolben 22 seine oberste Position erreicht hat, und bleibt, vorausgesetzt, dass noch keine Abströmung aus dem Blasvolumen 9 stattfindet und dass stets vorhandene Undichtigkeiten vernachlässigt werden können, auf diesem Maximalwert. Der Druckverlauf  $P_2$  wird erreicht bei einem Leistungsschalter mit einer herkömmlichen Kolben-Zylinder-Anordnung ohne den zusätzlichen Hilfskolben 22. Die schraffierte Fläche zwischen den Druckverläufen  $P_1$  und  $P_2$  zeigt anschaulich, dass beim Leistungsschalter gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel im Blasvolumen 9 und im ersten Kompressionsvolumen 21 eine beträchtlich grössere Menge sauberen  $\text{SF}_6$ -Gases unter Druck für die Bebläsung des Lichtbogens gespeichert ist.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Wirkungsweise wird der Einfluss von Undichtigkeiten bei der Schilderung des Druckaufbaus vernachlässigt. Diese Vernachlässigung ist sinnvoll, da der beschriebene Ausschaltvorgang stets in vergleichsweise kurzer Zeit, etwa im Bereich von etwa 10 ms bis maximal 30 ms abläuft. Dabei ist die Eigenzeit des jeweiligen Leistungsschalters nicht in die für den Ausschaltvorgang benötigte Zeit eingerechnet worden. Bei einer Ausschaltung bewegt sich der bewegliche Kontakt 5, angetrieben durch einen nicht dargestellten Antrieb, nach unten, wobei durch den Kolben 18 eine Kompression des  $\text{SF}_6$ -Gases im ersten Kompressionsvolumen 21 erfolgt. Gleichzeitig bewegt sich der vom beweglichen Kontakt 5 über die beschriebene Umlenkung 31 betätigte Hilfskolben 22 nach oben und komprimiert ebenfalls das  $\text{SF}_6$ -Gas im ersten Kompressionsvolumen 21. Der Hilfskolben 22

pumpt dabei das dem Volumen 35 entsprechende  $\text{SF}_6$ -Gas zusätzlich in das erste Kompressionsvolumen 21 und in das Blasvolumen 9 hinein. In dem ersten Kompressionsvolumen 21 baut sich dabei der Druck  $P_1$  auf, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist. Das Blasvolumen 9 ist in dieser Bewegungsphase durch die Öffnungen 13 mit dem ersten Kompressionsvolumen 21 verbunden, so dass in beiden Volumina der gleiche Druck  $P_1$  herrscht. Während der Bewegung des Hilfskolbens 22 nach oben sind die Öffnungen 24 durch die Ventilscheibe 25 verschlossen, durch die Öffnungen 26 strömt jedoch in dieser Bewegungsphase sauberes  $\text{SF}_6$ -Gas aus dem Löschkammervolumen 3 nach in das zweite Kompressionsvolumen 23.

Wenn der Hilfskolben 22 seine oberste Stellung erreicht hat, ist der Druckanstieg infolge der mechanischen Kompression im ersten Kompressionsvolumen 21 und damit auch im Blasvolumen 9 beendet, ferner ist das zweite Kompressionsvolumen 23 wieder mit  $\text{SF}_6$ -Gas gefüllt, welches den gleichen Druck aufweist wie er im Löschkammervolumen 3 herrscht. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel findet in diesem Moment, wenn der höchste mechanisch erzeugte Kompressionsdruck erreicht ist, die Kontakttrennung statt, und der Hilfskolben 22 kehrt gleichzeitig seine Bewegungsrichtung um. Bei der Kontakttrennung entsteht in der Löschzone 17 sofort ein Lichtbogen. Je nach dem ob ein stromstarker oder ein stromschwacher Lichtbogen zu unterbrechen ist, verläuft bei diesem Leistungsschalter die Beblasung des Lichtbogens unterschiedlich.

Ein stromschwacher Lichtbogen heizt die Löschzone 17 nicht nennenswert auf, d.h. der Druck des in der Löschzone 17 befindlichen  $\text{SF}_6$ -Gases wird durch einen stromschwachen Lichtbogen nur unwesentlich erhöht, sodass ein Druckgefälle zwischen dem Blasvolumen 9 und der Löschzone 17 besteht. Wegen dieses Druckgefälles setzt unmittelbar nach der Kontakttrennung bereits eine intensive Beblasung des Lichtbogens ein. Das im Blasvolumen 9 und im ersten Kompressionsvolumen 21 gespeicherte saubere  $\text{SF}_6$ -Gas unter Druck strömt durch die Strömungskanäle 16 in die Löschzone 17 ein und kühlt dort den Lichtbogen. Das  $\text{SF}_6$ -Gas strömt danach durch den Abströmkanal 8 und durch die Isolierdüse 11 ab in Richtung Löschkammervolumen 3. Dieses Abströmen würde einen Druckabfall im Blasvolumen 9 und im ersten Kompressionsvolumen 21 verursachen, wenn nicht der Kolben 18 im Zuge seiner weiteren Ausschaltbewegung das  $\text{SF}_6$ -Gas im ersten Kompressionsvolumen 21 weiter komprimieren und damit den Druckabfall kompensieren würde. Während der Bewegung des Hilfskolbens 22 nach unten tritt im zweiten Kompressionsvolumen 23 eine Druckerhöhung auf, was zur Folge hat, dass die Öffnungen 26 durch die Ventilscheibe 27 geschlossen werden. Der Druck im zweiten Kompressionsvolumen 23 erhöht sich solange weiter, bis dann ein Druckausgleich zwischen dem ersten Kompressionsvolumen 21 und dem zweiten Kompressionsvolumen 23 stattfindet, d.h. bis auch im zweiten Kom-

pressionsvolumen 23 der Maximalwert des Druckes  $P_1$  herrscht. Der Kolben 18 wirkt ab dann bis zum Ende der Ausschaltbewegung sowohl auf das erste Kompressionsvolumen 21 als auch auf das zweite Kompressionsvolumen 23 ein.

Tritt jedoch nach der Kontakttrennung ein stromstarker Lichtbogen auf, so wird durch die thermische Energie dieses Lichtbogens das in der Löschzone 17 befindliche  $\text{SF}_6$ -Gas sehr stark aufgeheizt. Dieses Aufheizen erzeugt einen Druck in der Löschzone 17, welcher wesentlich über dem Maximalwert des Druckes  $P_1$  liegt, sodass aus dem Blasvolumen 9 kein  $\text{SF}_6$ -Gas in die Löschzone 17 strömen kann. Es wird im Gegenteil durch die Strömungskanäle 16 eine Strömung des in der Löschzone 17 erhitzten  $\text{SF}_6$ -Gases in das Blasvolumen 9 hinein stattfinden, sodass der Druck im Blasvolumen 9 wesentlich erhöht wird. Diese Druckerhöhung hat zur Folge, dass die Öffnungen 13 durch die Ventilscheibe 14 verschlossen werden, sodass das heiße und entsprechend verschmutzte  $\text{SF}_6$ -Gas nicht in das erste Kompressionsvolumen 21 gelangen kann. Das heiße  $\text{SF}_6$ -Gas vermischt sich im Blasvolumen 9 mit dem gespeicherten kalten  $\text{SF}_6$ -Gas und wird dadurch etwas abgekühlt. Im ersten Kompressionsvolumen 21 bleibt sauberes  $\text{SF}_6$ -Gas unter Druck erhalten, wobei dieser Druck unter der Einwirkung des sich weiter in Ausschaltbewegung bewegendem Kolbens 18 etwas über den in der Fig. 7 angegebenen Maximalwert von  $P_1$  hinaus ansteigt.

Nähert sich der den Lichtbogen speisende Strom einem Nulldurchgang, so nimmt seine Intensität und damit auch die Erzeugung von druckbeaufschlagtem Heissgas ab. Das Heissgas strömt aus der Löschzone 17 durch den Abströmkanal 8 und durch die Isolierdüse 11 ab. Wenn die Aufheizung schwächer wird, so führt diese Abströmung zu einer Reduzierung des in der Löschzone 17 herrschenden Druckes. Sobald der in dem Blasvolumen 9 gespeicherte Druck in der Löschzone 17 unterschritten wird, so strömt das in dem Blasvolumen 9 gespeicherte Gemisch aus heissem und kaltem  $\text{SF}_6$ -Gas durch die Strömungskanäle 16 in die Löschzone 17 und bebläst dort den Lichtbogen sehr effektiv, der Druck im Blasvolumen 9 sinkt infolgedessen ab. Sobald ein Druckausgleich zwischen dem Blasvolumen 9 und dem ersten Kompressionsvolumen 21 stattgefunden hat, gibt die Ventilscheibe 14 die Öffnungen 13 frei, und das im ersten Kompressionsvolumen 21 und im zweiten Kompressionsvolumen 23 gespeicherte saubere Kaltgas strömt durch die Strömungskanäle 16 in die Löschzone 17 und unterstützt dort die Beblasung des Lichtbogens. Bei einer erfolgreichen Ausschaltung erlischt der Lichtbogen im Stromnulldurchgang. Das nachströmende saubere Kaltgas verbessert die dielektrische Festigkeit der Löschzone 17, sodass ein Wiederzünden des Lichtbogens nach dessen Löschung sicher vermieden wird. Die Löschkammer 1 kann nun dem Anstieg der wiederkehrenden Spannung, die zwischen dem feststehenden Kontakt 4 und dem beweglichen

Kontakt 5 auftritt, standhalten.

Wenn befürchtet werden muss, dass das Blasvolumen 9 einer zu grossen Druckbelastung ausgesetzt sein könnte, so kann in den Boden 12 ein Überdruckventil eingebaut werden, welches bei der Überschreitung eines vorgegebenen Grenzwertes des Drucks anspricht und den Druck in das erste Kompressionsvolumen 21 hinein entweichen lässt. Das Überdruckventil kann auch in die Aussenwand 10 des Blasvolumens 9 eingebaut werden, und zwar in einem Bereich, der nicht durch den Kompressionszylinder 19 abgedeckt werden kann, so dass gegebenenfalls der Überdruck in das Löschkammervolumen 3 hinein abgebaut werden kann. Ebenso kann in den Hilfskolben 22 ein Überdruckventil eingebaut werden, welches beim Überschreiten eines vorgegebenen Überdrucks im ersten Kompressionsvolumen 21 diesen in das zweite Kompressionsvolumen 23 hinein abbaut. Ferner kann auch in den Zylinderboden 20 ein Überdruckventil eingebaut werden, welches beim Überschreiten eines vorgegebenen Überdrucks im zweiten Kompressionsvolumen 23 diesen in das Löschkammervolumen 3 hinein abbaut.

Beim Einschalten der Löschkammer 1 erzeugt der Hilfskolben 22 ebenfalls einen Überdruck im ersten Kompressionsvolumen 21 und im Blasvolumen 9, so dass die Löschzone 17 vor der Kontaktberührung mit frischem SF<sub>6</sub>-Gas beblasen wird. Diese Beblasung hat zur Folge, dass der beim Einschalten auftretende Vorzündlichtbogen etwas verspätet auftritt. Insbesondere wirkt sich dieser Effekt bei O-C-O-Schaltzyklen vorteilhaft aus, da dann während des Einschaltens eventuell vom vorhergehenden Ausschalten her noch in der Löschzone 17 verbliebene leitende Partikel aus diesem Bereich fortgeblasen werden, sodass sie bei der dem Einschalten unmittelbar folgenden Ausschaltung nicht dielektrisch störend in Erscheinung treten können.

Bei dem vorliegenden Leistungsschalter steht eine grössere Menge sauberes SF<sub>6</sub>-Gas für die Beblasung des Lichtbogens zur Verfügung als bei herkömmlichen Leistungsschaltern, woraus eine deutliche Steigerung des Ausschaltvermögens resultiert, dabei ist der Aufwand für diese Verbesserung vergleichsweise gering.

## BEZEICHNUNGSLISTE

|    |                       |
|----|-----------------------|
| 1  | Löschkammer           |
| 1a | Mittelachse           |
| 2  | Isoliergehäuse        |
| 3  | Löschkammervolumen    |
| 4  | feststehender Kontakt |
| 5  | beweglicher Kontakt   |
| 6  | Kontaktelement        |
| 7  | Schaft                |
| 8  | Abströmkanal          |
| 9  | Blasvolumen           |
| 10 | Aussenwand            |
| 11 | Isolierdüse           |
| 12 | Boden                 |

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 13                              | Öffnungen                   |
| 14                              | Ventilscheibe               |
| 15                              | Anschlag                    |
| 16                              | Strömungskanal              |
| 5 17                            | Löschzone                   |
| 18                              | Kolben                      |
| 19                              | Kompressionszylinder        |
| 20                              | Zylinderboden               |
| 21                              | erstes Kompressionsvolumen  |
| 10 22                           | Hilfskolben                 |
| 23                              | zweites Kompressionsvolumen |
| 24                              | Öffnungen                   |
| 25                              | Ventilscheibe               |
| 26                              | Öffnungen                   |
| 15 27                           | Ventilscheibe               |
| 28                              | Wirkungslinie               |
| 29                              | erster Schenkel             |
| 30                              | Winkelhebel                 |
| 31                              | Umlenkung                   |
| 20 32                           | Lagerbolzen                 |
| 33                              | Wirkungslinie               |
| 34                              | zweiter Schenkel            |
| 35                              | Volumen                     |
| 36                              | Kolbenstange                |
| 25 37                           | Längsachse                  |
| 38                              | Bolzen                      |
| 39                              | Bund                        |
| 40                              | Sprengring                  |
| 41                              | Bolzen                      |
| 30 42                           | Stange                      |
| 43                              | Bolzen                      |
| 44                              | Bund                        |
| 45                              | Sprengring                  |
| H <sub>1</sub>                  | Hub der Löschkammer         |
| 35 H <sub>2</sub>               | Hub des Hilfskolbens        |
| s                               | Weg                         |
| P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> | Druckverläufe               |

## 40 Patentansprüche

1. Leistungsschalter mit mindestens einer zylindrisch ausgebildeten Löschkammer (1), welche einen in der Regel feststehenden Kontakt (4), einen beweglichen Kontakt (5) und eine Löschzone (17) zwischen den beiden Kontakten (4,5) aufweist, mit einem mit einem Schaft (7) des beweglichen Kontakts (5) fest verbundenen Blasvolumen (9), welches festkontaktseitig durch eine von mindestens einem Strömungskanal (16) durchsetzte Isolierdüse (11) abgeschlossen wird, mit einem ersten Kompressionsvolumen (21), welches mit dem Blasvolumen (9) und einem zweiten Kompressionsvolumen (23) in Wirkverbindung steht, dadurch gekennzeichnet,
  - dass zwischen dem ersten (21) und dem zweiten Kompressionsvolumen (23) ein beweglicher Hilfskolben (22) vorgesehen ist, und

- dass der Hilfskolben (22) über eine Umlenkung (31) mit dem beweglichen Kontakt (5) verbunden ist.
2. Leistungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 5
- dass die Umlenkung (31) mindestens einen auf einem feststehenden Lagerbolzen (32) drehbar gelagerten Winkelhebel (30) mit zwei Schenkeln (29,34) aufweist, 10
  - dass der erste (29) der beiden Schenkel (29,34) über eine Kolbenstange (36) gelenkig mit dem Hilfskolben (22) verbunden ist, und
  - dass der zweite (34) der beiden Schenkel (29,34) über eine Stange (42) gelenkig mit dem Schaft (7) des beweglichen Kontakts (5) verbunden ist. 15
3. Leistungsschalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, 20
- dass auf dem Lagerbolzen (32) zwei Winkelhebel (30) gelagert sind von denen jeder mit einer Kolbenstange (36) und mit einer Stange (42) verbunden ist, 25
  - dass die beiden Stangen (42) durch einen Bolzen (43) mit dem Schaft (7) verbunden sind, wobei auf jeder Seite des Schafts (7) eine der Stangen (42) angeordnet ist, und 30
  - dass die beiden Kolbenstangen (36) ebenfalls auf beiden Seiten des Schafts (7) ausserhalb des Bereichs der Stangen (42) zum Hilfskolben (22) geführt sind. 35
4. Leistungsschalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, 40
- dass die Umlenkung (31) so ausgelegt ist, dass sich der Hilfskolben (22) bei Beginn der Ausschaltbewegung entgegengesetzt zu der Bewegungsrichtung des beweglichen Kontakts (5) bewegt, und 45
  - dass der Hilfskolben (22) sich nach einer Umkehr der Bewegungsrichtung in die gleiche Richtung bewegt wie der bewegliche Kontakt (5). 50
5. Leistungsschalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, 55
- dass der Bewegungsverlauf des Hilfskolbens (22) mit Hilfe der Änderung der Längen der beiden Schenkel (29,34) der Winkelhebel (30) an die jeweiligen Betriebsanforderungen anpassbar ist.
6. Leistungsschalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, 5
- dass der Hilfskolben (22) mit einem Rückschlagventil versehen ist, welches eine Gasströmung aus dem ersten Kompressionsvolumen (21) heraus in Richtung zweites Kompressionsvolumen (23) blockiert.
7. Leistungsschalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, 10
- dass das Blasvolumen (9) mit einem ersten Überdruckventil versehen ist, welches für eine Druckentlastung in das erste Kompressionsvolumen (21) oder in das Löschkammervolumen (3) vorgesehen ist,
  - dass das erste Kompressionsvolumen (21) mit einem in den Hilfskolben (22) eingebauten zweiten Überdruckventil versehen ist, welches für eine Druckentlastung in das zweite Kompressionsvolumen (23) vorgesehen ist, und
  - dass das zweite Kompressionsvolumen (23) mit einem in den Zylinderboden (20) eingebauten dritten Überdruckventil versehen ist, welches für eine Druckentlastung in das Löschkammervolumen (3) vorgesehen ist.

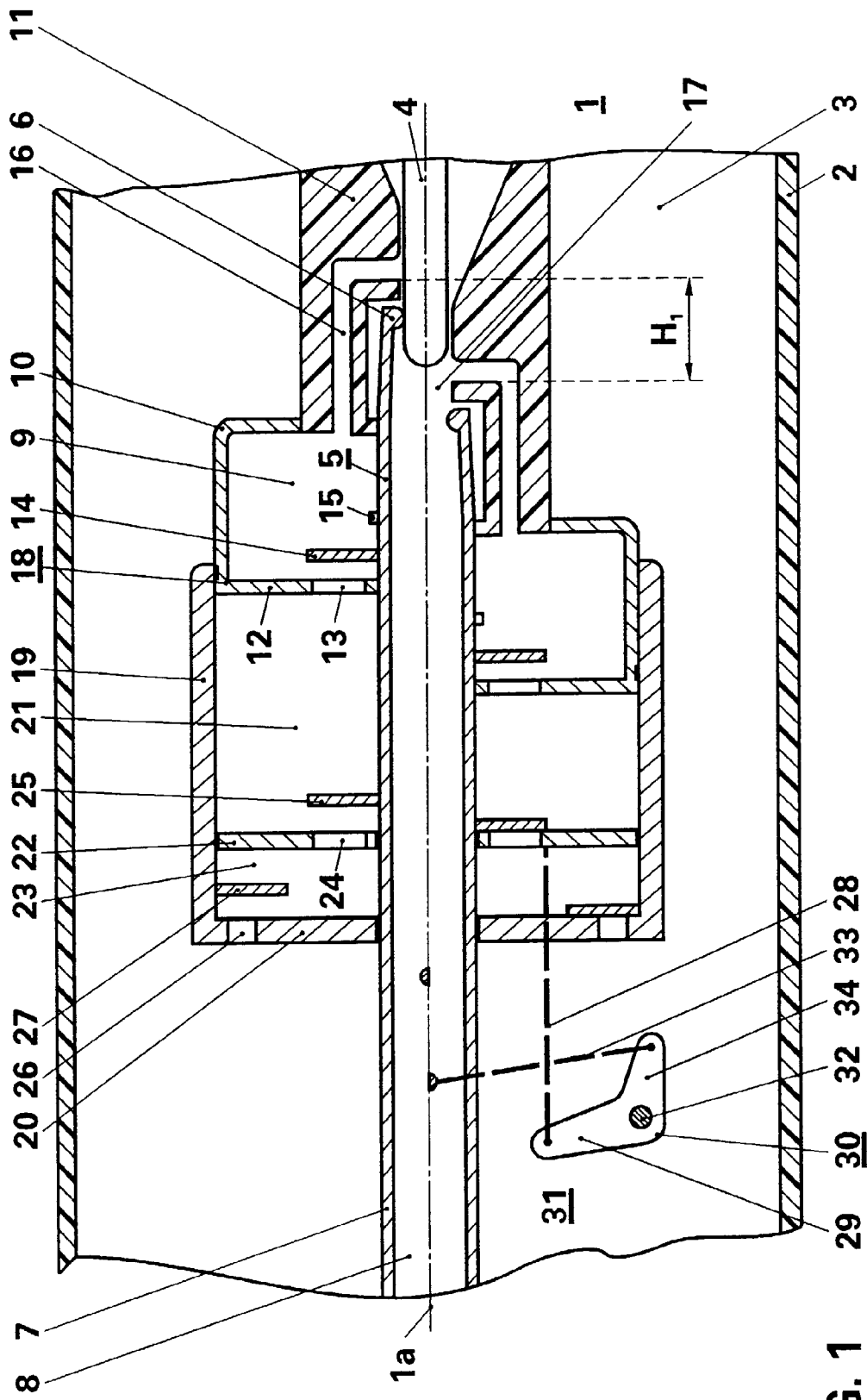


FIG. 1

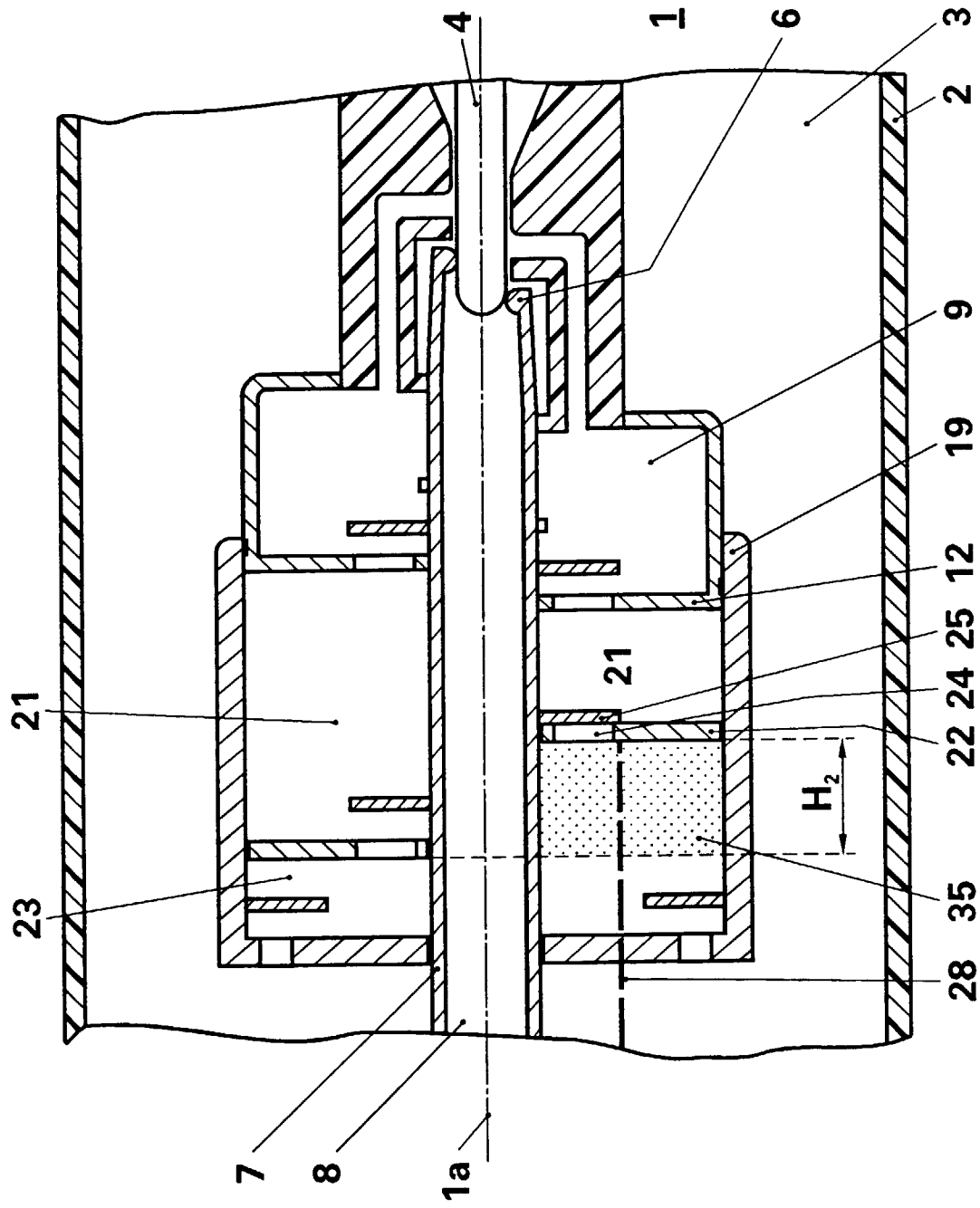
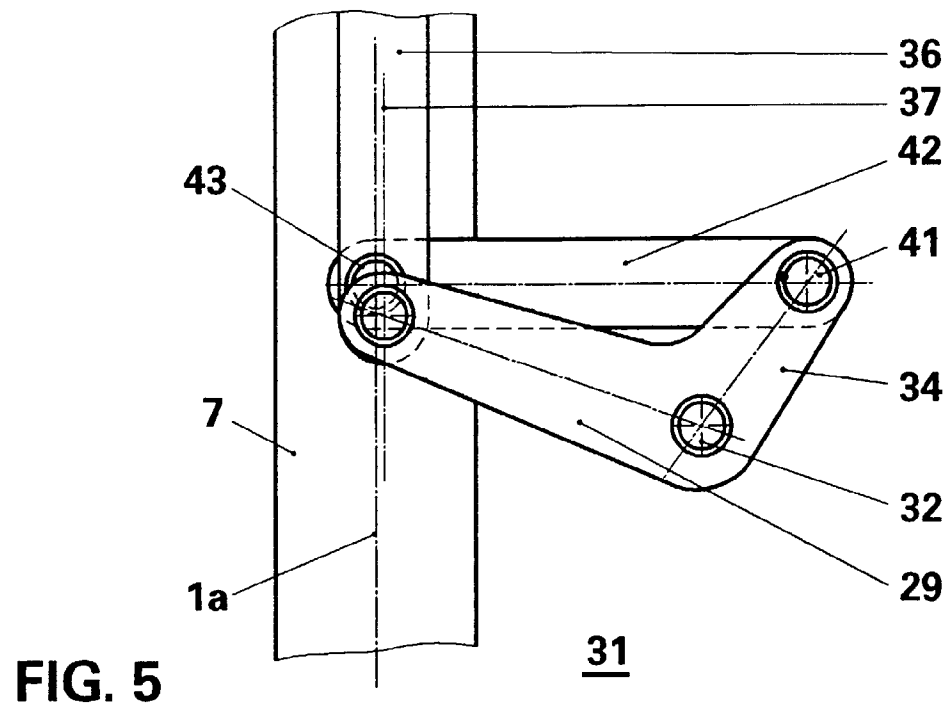
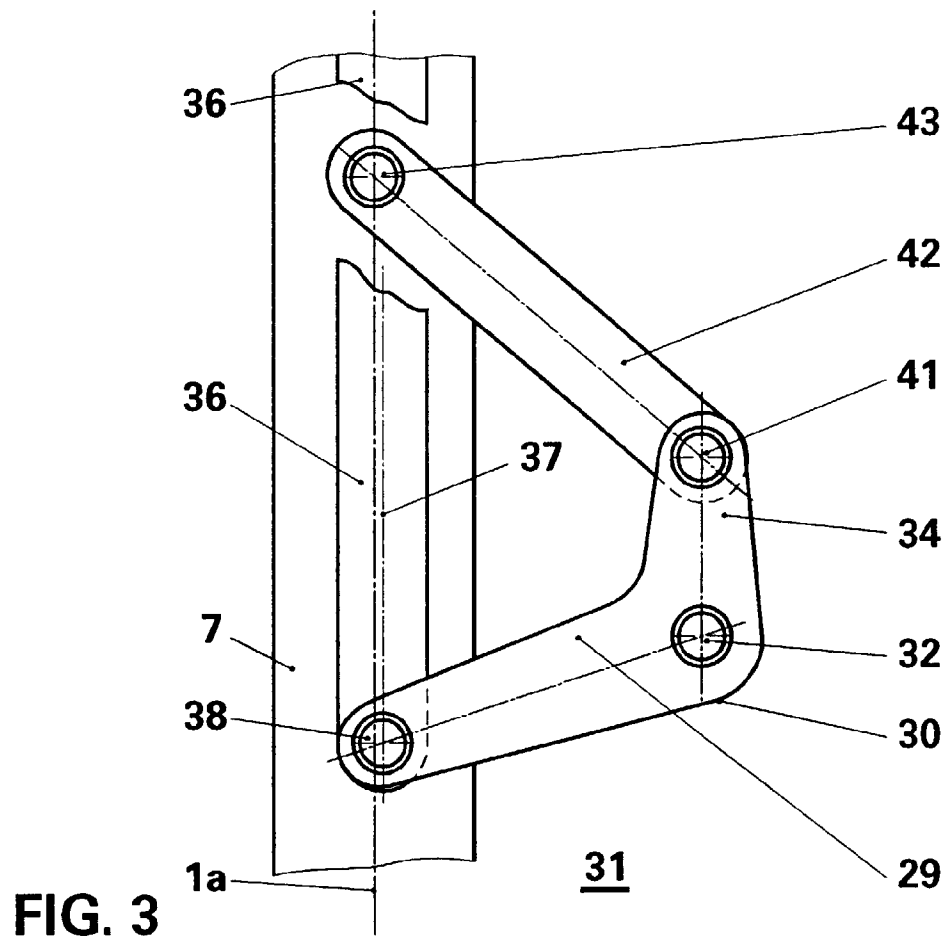
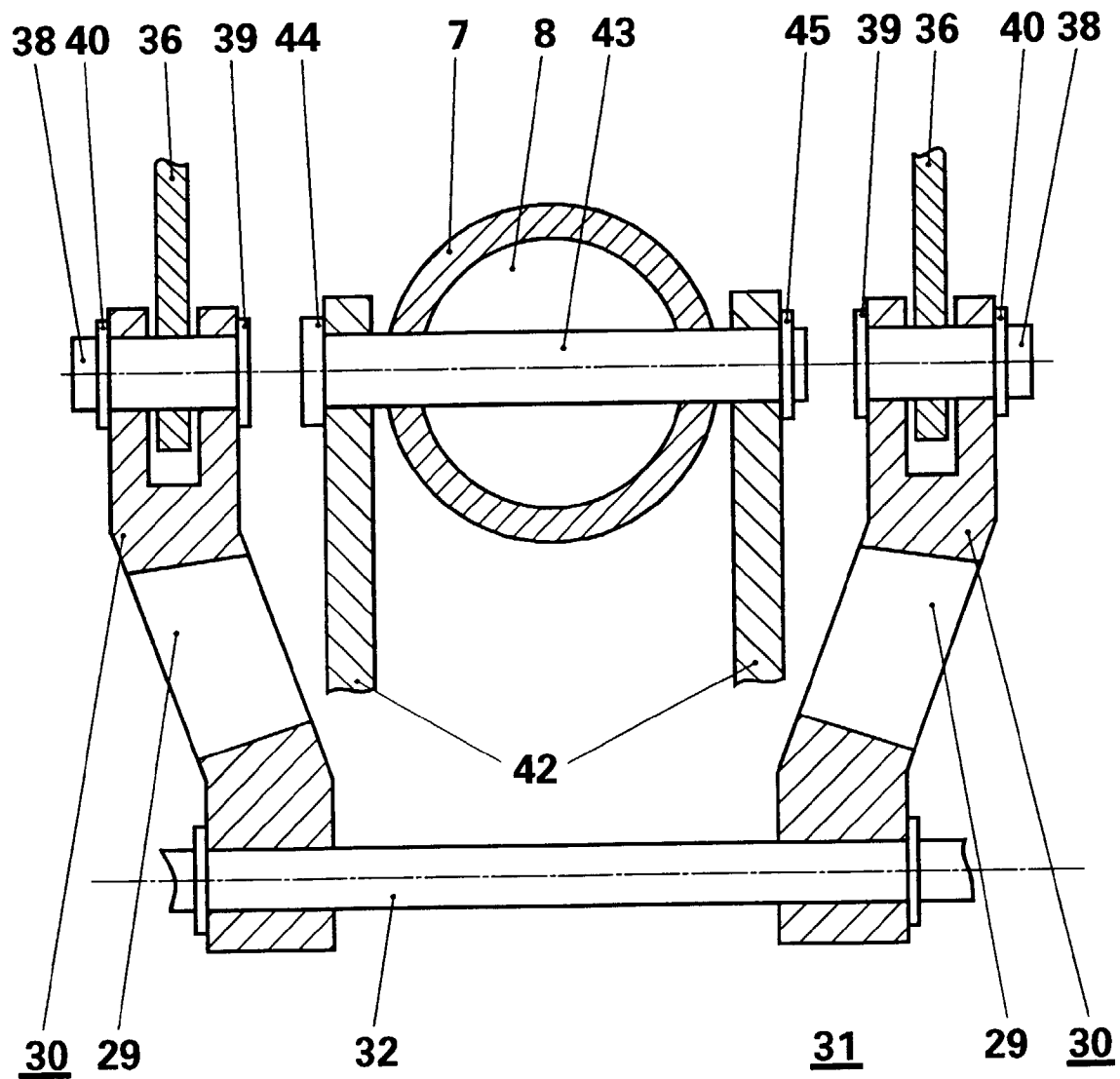


FIG. 2





**FIG. 4**

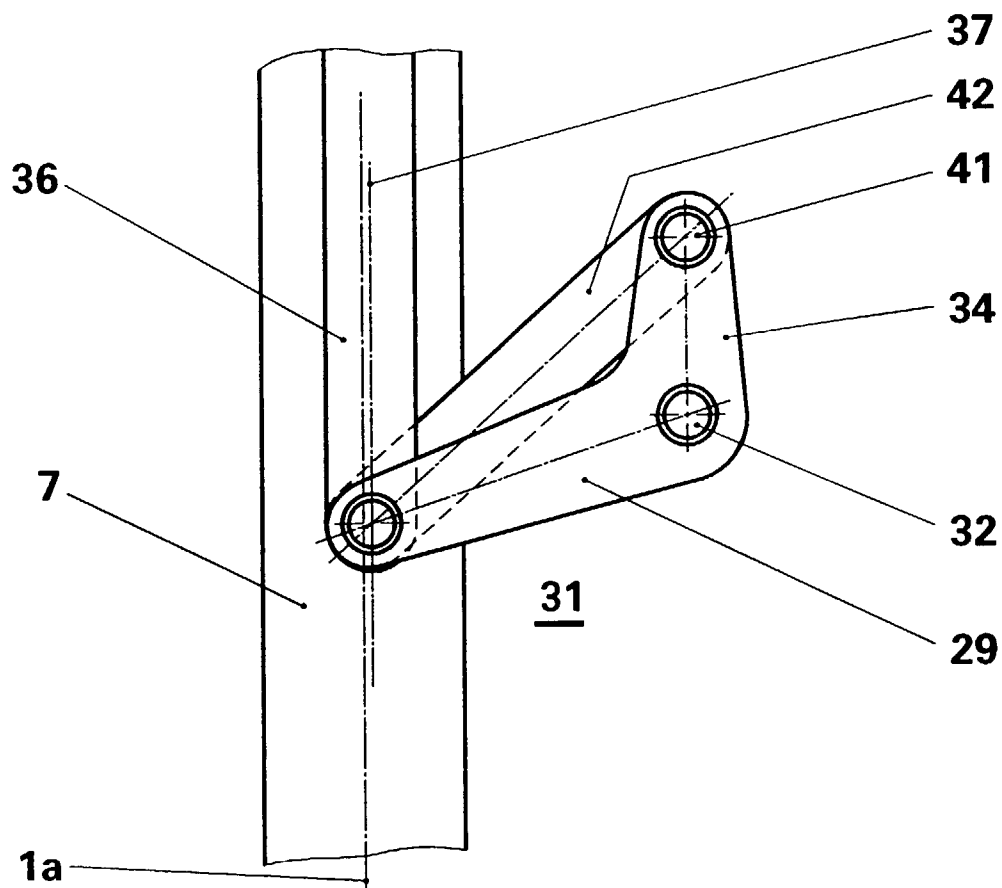


FIG. 6

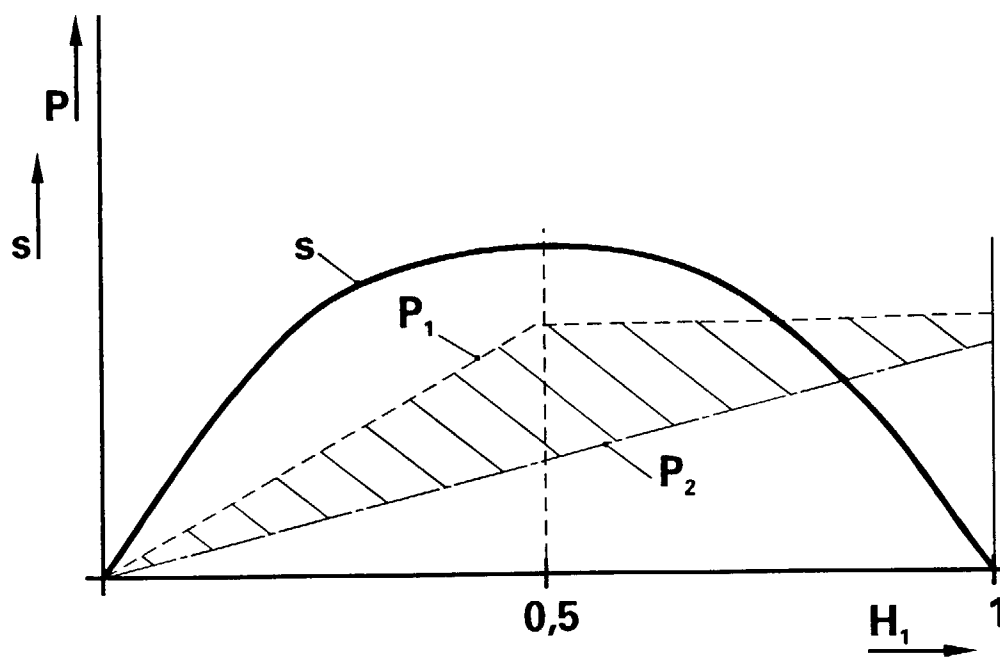


FIG. 7