



(10) **DE 20 2014 102 940 U1** 2014.08.28

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2014 102 940.0**  
(22) Anmeldetag: **27.06.2014**  
(47) Eintragungstag: **23.07.2014**  
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **28.08.2014**

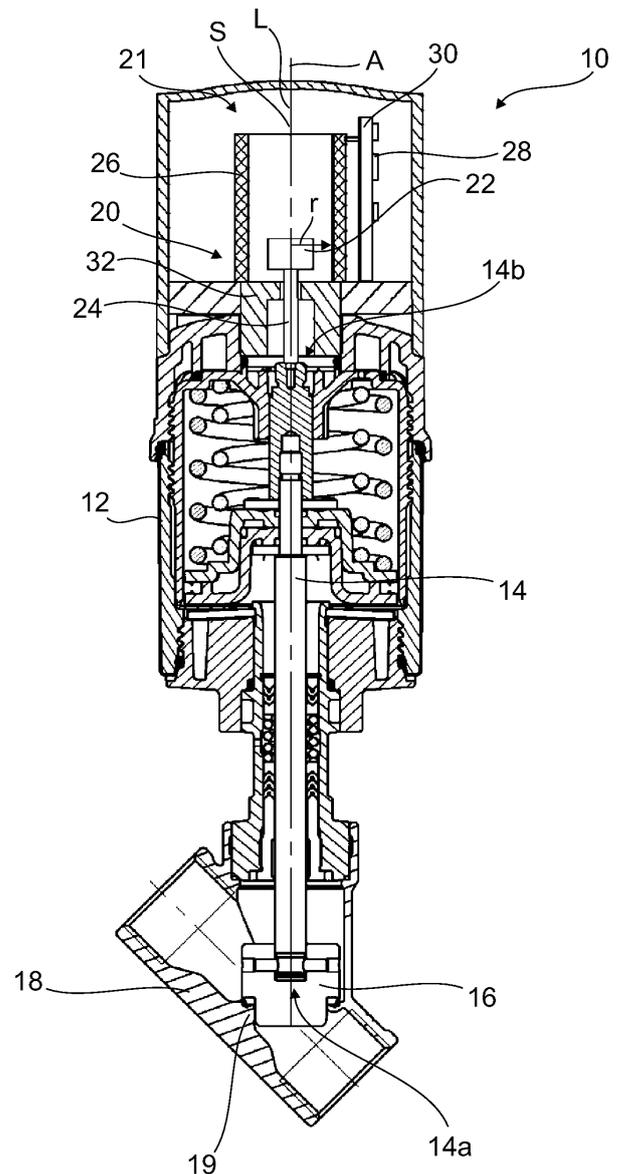
(51) Int Cl.: **F16K 37/00 (2006.01)**  
**G01B 7/02 (2006.01)**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Bürkert Werke GmbH, 74653, Ingelfingen, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Prinz & Partner Patentanwälte Rechtsanwälte,  
80335, München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ventil mit einem Stößel und einem Sensor**



(57) Hauptanspruch: Ventil (10) mit einem Stößel (14) und einem Sensor (20) zur Erfassung eines Verstellwegs des Stößels (14), insbesondere einem induktiven Sensor, wobei der Sensor (20) einen Signalgeber (22) aufweist, der eine Spule umfasst, deren Spulenachse (S) im Wesentlichen parallel zur Achse (A) des Stößels (14) ist.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Ventil mit einem Stößel und einem Sensor zur Erfassung einer Position des Stößels.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Stellung eines Ventils mithilfe eines Sensors zu erfassen. Generell gibt es zwei Arten von Sensoren, die zur Erfassung der Position des Stößels verwendet werden, wobei beide Arten einen Signalgeber sowie ein Sensorelement umfassen, das mit dem Signalgeber zusammenwirkt. Die erste Art der Sensoren wird als passive Sensoren bezeichnet, deren Signalgeber ein rein passives Element ist, beispielsweise ein Stahlteil des Stößels. Die Position des Stahlteils wird dabei vom Sensorelement erfasst, wodurch auf die Position des Stößels rückgeschlossen werden kann.

**[0003]** Bei den passiven Sensoren hat sich als nachteilig herausgestellt, dass die Signalstärke aufgrund des rein passiven Signalgebers relativ gering ist. Dies hat einen negativen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Aufgrund der geringen Signalstärke weisen die passiven Sensoren eine hohe Empfindlichkeit gegenüber äußeren Störeinflüssen auf, die das Messergebnis verfälschen können.

**[0004]** Die zweite Art der Sensoren wird auch als aktive Sensoren bezeichnet, die einen aktiven Signalgeber haben, der beispielsweise als ein Schwingkreis oder ein Permanentmagnet ausgebildet ist. Das vom aktiven Signalgeber ausgehende Signal wird vom Sensorelement erfasst, wodurch die Position des Stößels bestimmt werden kann. Die Signalstärke ist bei den aktiven Sensoren im Vergleich zu den passiven Sensoren deutlich höher. Allerdings erhöht sich auch der Montageaufwand. Typischerweise handelt es sich bei den aktiven Signalgebern um eine Leiterplatte, auf die Leiterbahnen aufgedruckt sind, die mit dem Sensorelement zusammenwirkt. Die Leiterplatte ist mit dem Stößel mechanisch gekoppelt und wird seitlich beabstandet zum Sensorelement derart geführt, dass sich die Leiterplatte exakt senkrecht zum Sensorelement in einem vordefinierten Abstand bewegt.

**[0005]** Als nachteilig bei den aus dem Stand der Technik bekannten aktiven Sensoren hat sich herausgestellt, dass die exakte Anordnung und Ausrichtung des Sensorelements zum Signalgeber sehr aufwendig ist, um eine hinreichend gute Messgenauigkeit zu erreichen.

**[0006]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Ventil mit einem Sensor bereitzustellen, das einfach herzustellen ist und eine hohe Messgenauigkeit aufweist.

**[0007]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Ventil gelöst, mit einem Stößel und einem Sensor zur Erfassung einer Position des Stößels, insbesondere einem induktiven Sensor, wobei der Sensor einen Signalgeber aufweist, der eine Spule umfasst, deren Spulenchse im Wesentlichen parallel zur Achse des Stößels ist. Der Grundgedanke der Erfindung ist es, die positiven Eigenschaften eines passiven Sensors mit denen eines aktiven Sensors zu verknüpfen. Dies bedeutet, dass ein einfacher Aufbau vorliegt, der dennoch eine hohe Messgenauigkeit garantiert. Der Aufbau des Sensors ist unter anderem dadurch vereinfacht, dass keine mechanische Führung des Signalgebers nötig ist. Aufgrund der Spule, die Teil des Signalgebers ist, ist ferner sichergestellt, dass die Signalstärke hoch ist, wodurch auch die Messgenauigkeit entsprechend hoch ist. Als im Wesentlichen parallele Anordnung wird dabei ein Bereich mit einer Abweichung von ungefähr 20° von einer exakt parallelen Ausrichtung angesehen.

**[0008]** Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Spule des Signalgebers eine passive Resonatorspule ist. Der Sensor weist demnach einen passiven Signalgeber auf, der als Resonator wirkt. Dies vereinfacht den Aufbau, da kein elektrischer Anschluss des Signalgebers nötig ist.

**[0009]** Insbesondere weist der Sensor wenigstens ein Sensorelement auf, das mit dem Signalgeber zusammenwirkt. Das Sensorelement kann dabei als Sende- und Empfangseinheit ausgebildet sein, die ein Signal aussendet, das vom Signalgeber moduliert wird. Das Sensorelement empfängt dann das modulierte Signal. Über das modulierte Signal, welches das Sensorelement empfängt, kann auf die Position des Stößels rückgeschlossen werden. Alternativ kann der Sensor auch mehr als ein Sensorelement umfassen, beispielsweise ein als Sendeeinheit dienendes Sensorelement und ein als Empfangseinheit dienendes Sensorelement, sodass eine Trennung der beiden Funktionen vorliegt.

**[0010]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umschließt das Sensorelement den Signalgeber radial. Aufgrund dieser Anordnung ist eine exakte Anordnung des Signalgebers und des Sensorelements zueinander nur in axialer Richtung nötig, da eine leichte Abweichung keinen negativen Einfluss auf die Messgenauigkeit hat. Beispielsweise würde ein leichtes Verkippen des Signalgebers relativ zum Sensorelement einen kleineren Abstand zu einem Abschnitt des radial umschließenden Sensorelements ergeben und gleichzeitig einen größeren Abstand zu einem entgegengesetzten Abschnitt des Sensorelements. Diese beiden abweichenden Abstände heben sich im Mittel gerade auf, wodurch die Signalstärke konstant ist. Ferner ist die Anordnung unempfindlich gegenüber einem Verdrehen des Signalgebers relativ zum Sensorelement, da das Sensorelement den Signalgeber

radial umschließt. Mit einfachen Mitteln ist somit ein Sensor geschaffen, der eine hohe Messgenauigkeit aufweist und dazu nicht exakt ausgerichtet werden muss.

**[0011]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass das Sensorelement zumindest einen Teil des Stößels oder eine Verlängerung des Stößels radial umschließt. Bei dieser Ausführung ist der Signalgeber direkt mit dem Stößel gekoppelt, weshalb das Sensorelement einen Teil des Stößels radial umschließt, um die Position des Signalgebers auch in zumindest einer Extremstellung hinreichend genau zu detektieren.

**[0012]** Insbesondere ist das Sensorelement eine zylindrische Luftspule. Eine zylindrische Luftspule ist ein induktives Bauteil, das keinen weichmagnetischen Kern aufweist. Das Sensorelement ist demnach als Spule ausgebildet, die einen Kern aus Luft aufweist. Die vom Sensorelement ausgehenden Magnetfeldlinien verlaufen im Wesentlichen im Spuleninnenraum, weshalb das von dem Sensorelement erzeugte Magnetfeld nicht mit der äußeren Umgebung koppelt. Hierdurch können externe Störeinflüsse verringert werden, was wiederum die Messgenauigkeit erhöht. Alternativ kann die Spule auch einen Kern aus einem nichtmagnetisierbaren Material aufweisen.

**[0013]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung weist das Sensorelement eine Längsachse auf, die im Wesentlichen parallel zur Achse der Ventilspindel und/oder zur Spulenachse ist, insbesondere fällt die Längsachse des Sensorelements mit der Achse der Ventilspindel und/oder der Spulenachse zusammen. Die Spulenachse kann dabei die Achse des Signalgebers sein. Hierdurch ist ein besonders einfacher Aufbau des Sensors möglich, der gleichzeitig eine sehr hohe Messgenauigkeit aufweist. Wenn die Längsachse des Sensorelements mit der Spulenachse sowie der Achse des Stößels zusammenfällt, ist eine koaxiale Anordnung des Sensorelements in Bezug auf den Signalgeber ausgebildet oder ein koaxialer Sensor. Dies bedeutet, dass sich der Signalgeber im Kern des Sensorelements bewegt, der durch Luft gebildet ist. Diese Ausführung stellt eine besonders hohe Messgenauigkeit und Messunempfindlichkeit gegenüber Verkippungen, Verdrehungen oder äußeren Störeinflüssen dar.

**[0014]** Insbesondere ist der Signalgeber mit der Ventilspindel über ein Koppelungselement gekoppelt. Hierdurch ist eine leicht austauschbare Anordnung des Signalgebers an der Ventilspindel realisiert, da der Signalgeber über das Koppellement in einfacher Weise demontiert werden kann. Des Weiteren kann über das Koppellement bei einem standardisierten Ventil eingestellt werden, dass der Signalgeber stets mit dem Sensorelement zusammenwirkt. Beispielsweise kann ein standardisiertes Ventil bei ei-

nem Einsatzgebiet angewendet werden, bei dem nur relativ kleine Hubbewegungen aus einer Extremstellung vorgenommen werden. Mit einem größeren Koppellement ist dann sichergestellt, dass der Signalgeber sich nicht ständig am unteren Rand oder außerhalb des Sensorelements bewegt, sondern mittig. Das Koppellement kann eine Verlängerung des Stößels darstellen.

**[0015]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung weist das Ventil eine Führung auf, mit der der Signalgeber im Ventil indirekt geführt ist. Bei der Führung handelt es sich um eine indirekte Führung, die mit dem Stößel oder dem Koppellement zusammenwirkt, sofern dieses vorgesehen ist. Über die einfache mechanische Führung, die als radialer Anschlag ausgebildet sein kann, wird sichergestellt, dass der Signalgeber im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Sensorelements verstellt wird. Über die Führung kann ein tolerierbarer Winkelbereich eingestellt werden, sodass die Führung lediglich zur Grobausrichtung dient.

**[0016]** Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

**[0017]** Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Ventils, und

**[0018]** Fig. 2 eine Perspektivansicht des Signalgebers aus Fig. 1.

**[0019]** In Fig. 1 ist ein Ventil **10** gezeigt, das ein Gehäuse **12** aufweist. In dem Gehäuse **12** ist ein im Wesentlichen zylindrischer Stößel **14** beweglich angeordnet, der an einem ersten Ende **14a** mit einem Ventilelement **16** versehen ist, das die Durchflussmenge eines Fluids durch ein Rohr **18** steuert. Das Ventilelement **16** wirkt hierzu mit einem Ventilsitz **19** zusammen.

**[0020]** Bei dem dargestellten Ventil **10** handelt es sich um ein pneumatisch betätigtes Prozessventil. Alternativ können auch hydraulisch oder anderweitig betätigbare Ventile vorgesehen sein.

**[0021]** Die Stellung des Ventils **10**, genauer gesagt des Stößels **14** und damit des Ventilelements **16**, wird mithilfe eines Sensors **20** festgestellt. Der Sensor **20** erfasst dabei die Position des Stößels **14** innerhalb des Ventils **10** indirekt, um darüber die Position des Ventilelements **16** zu ermitteln. Der Sensor **20** ist hierzu in einem oberen Teil des Ventils **10** angeordnet, in dem ein Sensoraufnahmeraum **21** ausgebildet ist. Hierdurch ist der Sensor **20** von der äußeren Umgebung geschützt.

[0022] Der Sensor **20** weist zur Erfassung der Position des Stößels **14** einen Signalgeber **22** auf, der über ein Koppellement **24** mit dem Stößel **14** an einem zweiten Ende **14b** des Stößels **14** gekoppelt ist, das zum ersten Ende **14a** entgegengesetzt ist.

[0023] Der Signalgeber **22** ist im Detail in **Fig. 2** gezeigt. Aus der **Fig. 2** geht hervor, dass es sich bei dem Signalgeber **22** um eine Spule mit einer Spulenachse **S** handelt. Alternativ kann der Signalgeber **22** eine Spule aufweisen sowie weitere Bauteile wie einen Kondensator und/oder einen Widerstand. Der Signalgeber **22** kann also beispielsweise als ein Schwingkreis ausgebildet sein.

[0024] Wie aus **Fig. 1** hervorgeht, ist die Spulenachse **S** des Signalgebers **22** im Wesentlichen parallel zur Achse **A** des Stößels **14**. In der gezeigten Ausführungsform fallen die beiden Achsen **S**, **A** sogar zusammen.

[0025] Ferner weist der Sensor **20** ein Sensorelement **26** auf, das den Signalgeber **22** radial umschließt. Bei dem Sensorelement **26** handelt es sich um eine zylindrische Luftspule, die anstelle eines magnetisierbaren Kerns mit Luft gefüllt ist. Das Sensorelement **26** ist ferner mit einer Steuerungs- und Auswerteeinheit **28** gekoppelt, die auf einer Leiterplatte **30** angeordnet ist, die parallel zum Sensorelement **26** ausgerichtet ist.

[0026] Über die Steuerungs- und Auswerteeinheit **28** wird das Sensorelement **26** derart angesteuert, dass in dem als Spule ausgebildeten Sensorelement **26** ein Magnetfeld erzeugt wird, welches vom Signalgeber **22** in Abhängigkeit seiner Position moduliert wird. Der Signalgeber **22** wird demnach vom Sensorelement **26** elektromagnetisch angeregt. Das modulierte Magnetfeld wird wiederum vom Sensorelement **26** erfasst und an die Steuerungs- und Auswerteeinheit **28** übermittelt. Die Modulation des Magnetfelds hängt dabei vom zurückgelegten Hubweg des Stößels **14** ab bzw. von der entsprechenden Position des mit dem Stößel **14** gekoppelten Signalgebers **22**, der resonant auf das erzeugte Magnetfeld reagiert. Daher kann aufgrund des modulierten Magnetfelds die Position des Stößels **14** bzw. des Ventilelements **16** erfasst werden.

[0027] Demnach handelt es sich bei dem Signalgeber **22** um eine passive Resonatorspule, die mit dem aktiv angesteuerten Sensorelement **26** zusammenwirkt. Dies erleichtert die Montage und den Zusammenbau des Ventils **10**, insbesondere des Sensors **20**, da kein elektrischer Anschluss des Signalgebers **22** nötig ist.

[0028] Das Sensorelement **26** umschließt den Signalgeber **22** radial, wobei die Spulenachse **S** des Signalgebers **22** generell im Wesentlichen parallel

zur Längsachse **L** des Sensorelements **26** ausgebildet ist. In der gezeigten Ausführungsform fallen alle drei Achsen **A**, **L**, **S** zusammen, wodurch eine koaxiale Anordnung des Sensors **20** vorliegt, da das Sensorelement **26** den Signalgeber **22** derart radial umschließt, dass der radiale Abstand **r** der Spulenachse **S** zum Sensorelement **26** immer gleich ist.

[0029] Die Anordnung des Sensors **20** gemäß der dargestellten Ausführungsform ist besonders geeignet, um eine hohe Messgenauigkeit bei geringem fertigungstechnischem Aufwand zu erzielen, da ein leichtes Verkippen des Signalgebers **22** relativ zum Sensorelement **26** keine negativen Auswirkungen auf die Messgenauigkeit hat. Ein verringerter Abstand zu einem Abschnitt des Sensorelements **26**, beispielsweise in der Figur der linke Abschnitt, hat einen größeren Abstand zum gegenüberliegenden Abschnitt des Sensorelements **26**, hier der rechte Bereich, zur Folge. Dies resultiert in einem im Mittel gleich großen Signal, sodass ein Verdrehen oder ein Verkippen des Signalgebers **22** relativ zum Sensorelement **26** keine Auswirkungen auf das Messergebnis hat. Dies vereinfacht den Zusammenbau des Sensors **20**, da keine exakte Ausrichtung nötig ist, wie dies bei aktiven Sensoren der Fall ist. Aufgrund der Ausbildung als Resonatorspule wird dennoch ein starkes Messsignal und somit eine hohe Messgenauigkeit erreicht.

[0030] Trotz der Unempfindlichkeit gegenüber einem Verkippen des Signalgebers **22** kann eine Führung **32** im Ventil **10** vorgesehen sein, über die der Signalgeber **22** indirekt im Ventil **10** geführt ist. In der gezeigten Ausführungsform wirkt das Koppellement **24** mit der Führung **32** zusammen, wobei die Führung **32** radiale Anschläge für das Koppellement **24** ausbildet, die ein Verkippen des Signalgebers **22** begrenzt, sodass dieser im Wesentlichen parallel zur Achse **A** des Stößels **14** geführt ist.

[0031] Da der Sensor **20** gegenüber einem Verkippen des Signalgebers **22** in Bezug auf das Sensorelement **26** unempfindlich ist, ist es ausreichend, wenn der Signalgeber **22** bzw. die Spulenachse **S** im Wesentlichen parallel zur Achse des Stößels **14** ist.

[0032] Als im Wesentlichen parallel ist hierbei anzusehen, dass der Signalgeber **22** nicht in Berührung mit dem Sensorelement **26** kommt, wobei die Winkelangabe davon abhängig ist, wie die Ausmaße des Sensorelements **26** sowie des Signalgebers **22** sind. Ein Winkelversatz von  $\pm 20^\circ$ , insbesondere  $\pm 10^\circ$ , zwischen der Spulenachse **S** und der Achse **A** des Stößels **14** stellt dabei eine denkbare Grenze dar.

[0033] In einer alternativen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Signalgeber **22** direkt mit dem Stößel **14** gekoppelt ist, wobei der Stößel **14** einen Aufnahmeabschnitt für den Signalgeber **22** auf-

weist, der beispielsweise von der Führung **32** geführt ist.

(**10**) eine Führung (**32**) aufweist, mit der der Signalgeber (**22**) im Ventil (**10**) indirekt geführt ist.

**[0034]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Sensor **20** zwei Sensorelemente **26** aufweist, wobei ein erstes Sensorelement **26** zur Erzeugung des Magnetfelds und ein zweites Sensorelement **26** zum Empfang des modulierten Magnetfelds ausgebildet sind.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

### Schutzansprüche

1. Ventil (**10**) mit einem Stößel (**14**) und einem Sensor (**20**) zur Erfassung eines Verstellwegs des Stößels (**14**), insbesondere einem induktiven Sensor, wobei der Sensor (**20**) einen Signalgeber (**22**) aufweist, der eine Spule umfasst, deren Spulenachse (S) im Wesentlichen parallel zur Achse (A) des Stößels (**14**) ist.

2. Ventil (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spule des Signalgebers (**22**) eine passive Resonatorspule ist.

3. Ventil (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (**20**) wenigstens ein Sensorelement (**26**) umfasst, das mit dem Signalgeber (**22**) zusammenwirkt.

4. Ventil (**10**) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorelement (**26**) den Signalgeber (**22**) radial umschließt.

5. Ventil (**10**) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorelement (**26**) zumindest einen Teil des Stößels (**14**) oder eine Verlängerung des Stößels radial umschließt.

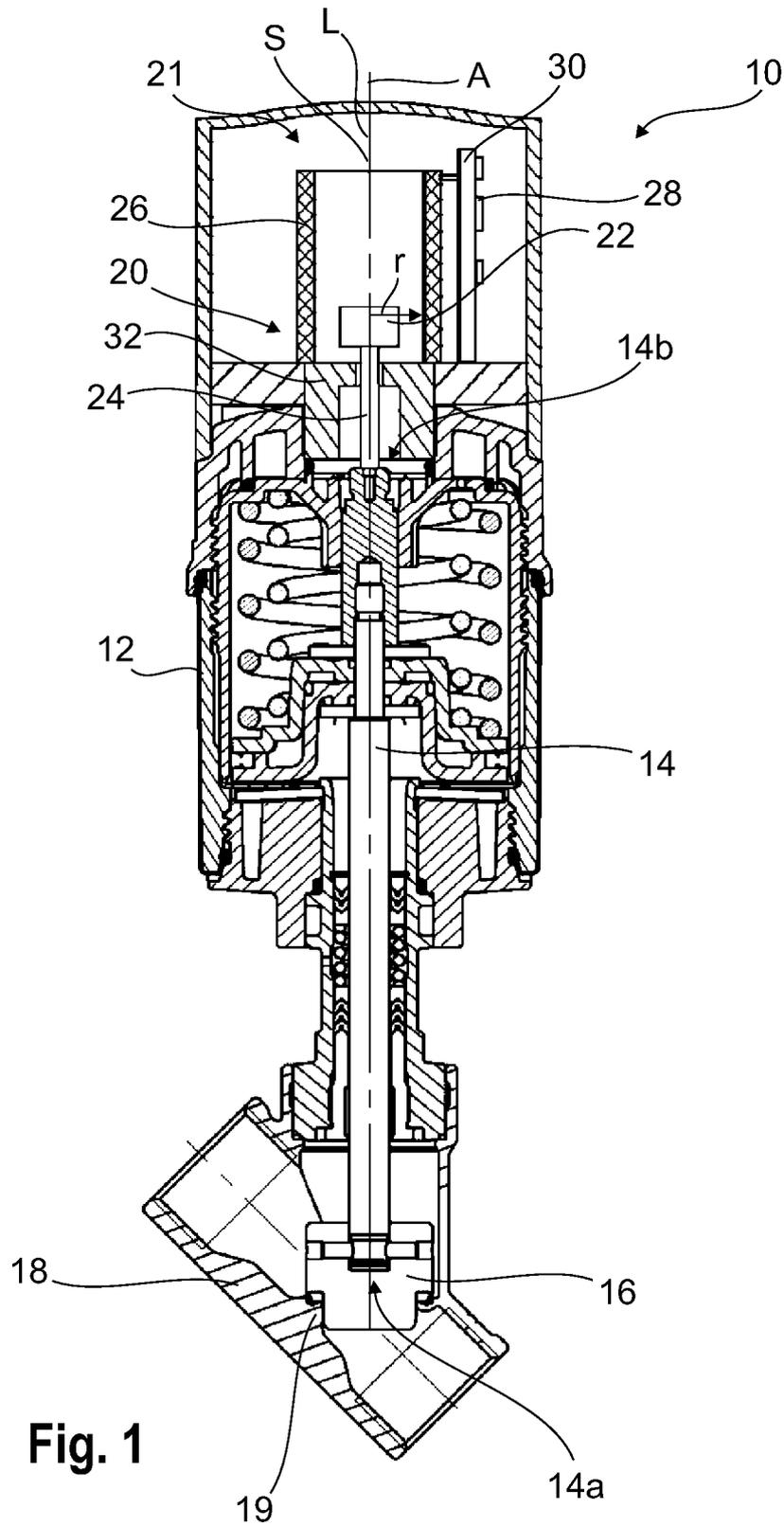
6. Ventil (**10**) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorelement (**26**) eine zylindrische Luftspule ist.

7. Ventil (**10**) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorelement (**26**) eine Längsachse (L) aufweist, die im Wesentlichen parallel zur Achse (A) des Stößels (**14**) und/oder zur Spulenachse (S) ist, insbesondere dass die Längsachse (L) des Sensorelements (**26**) mit der Achse (A) des Stößels (**14**) und/oder der Spulenachse (S) zusammenfällt.

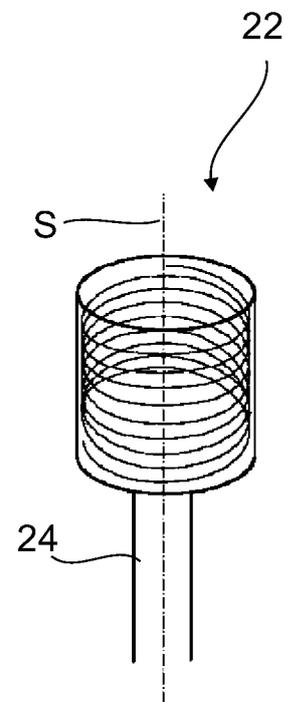
8. Ventil (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Signalgeber (**22**) mit dem Stößel (**14**) über ein Koppellement (**24**) gekoppelt ist.

9. Ventil (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil

Anhängende Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**