



(10) **DE 10 2007 006 872 B4** 2016.08.25

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 006 872.9**
(22) Anmeldetag: **07.02.2007**
(43) Offenlegungstag: **21.08.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **25.08.2016**

(51) Int Cl.: **F16K 1/14 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Kendrion (Villingen) GmbH, 78048 Villingen-Schwenningen, DE

(74) Vertreter:
Westphal, Mussnug & Partner Patentanwälte mit beschränkter Berufshaftung, 78048 Villingen-Schwenningen, DE

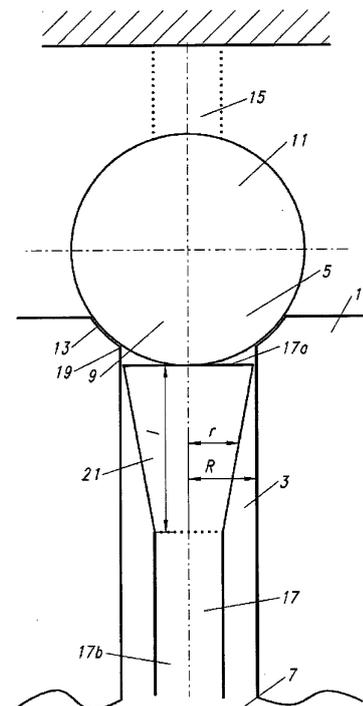
(72) Erfinder:
Schulz, Florian, 78054 Villingen-Schwenningen, DE; Strobel, Gerd, 78050 Villingen-Schwenningen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	100 64 357	B4
DE	12 29 354	B
GB	2 168 462	A
US	2 393 442	A
US	3 791 413	A
US	4 721 284	A
US	3 529 805	A
WO	98/ 48 332	A1

(54) Bezeichnung: **Kugelsitzventil mit konturiertem Steuerstößel**

(57) Hauptanspruch: Kugelsitzventil mit einer elektromagnetischen Antriebseinheit (23) einem Ventilsitzkörper (1), einer im Ventilsitzkörper (1) angeordneten, zylindrischen Ventilbohrung (3), einer Dichtkugel (11) zum Verschließen der Ventilbohrung (3) und einem in die Ventilbohrung (3) ragenden und bewegbaren Steuerstößel (17), der auf die Dichtkugel (11) wirkt, wobei der Steuerstößel (17) zur Dichtkugel (11) hin einen mindestens annäherungsweise immer größer werdenden Durchmesser aufweist, derart, dass bei bereits vollständig aus der Ventilbohrung (3) abgehobener Dichtkugel (11) weiterhin durch den Steuerstößel (17) eine Regelung eines Durchlassquerschnitts des Kugelsitzventils nach Maßgabe, wie weit der Steuerstößel (17) in die Ventilbohrung (3) eingetaucht ist, erreichbar ist, und wobei der Steuerstößel (17) eine plane, der Dichtkugel (11) zugewandte Stirnfläche aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kugelsitzventil gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0002] Solche Kugelsitzventile sind allgemein aus dem Stand der Technik bekannt und werden als Wege- oder Sperrventil mit einer freibeweglichen Dichtkugel als Sperrelement eingesetzt. Kugelsitzventile zeichnen sich durch ihren einfachen Aufbau und ihre hohe Leckagefreiheit aus und sind daher für viele Anwendungen sehr gut geeignet.

[0003] In Fig. 3 ist ein Längsschnitt durch eine schematische Darstellung eines Kugelsitzventils aus dem Stand der Technik dargestellt. Ein derartiges Kugelsitzventil besteht aus einem Ventilsitzkörper **1**, in den eine zylindrische Ventilbohrung **3** eingebracht ist, die einen Einlass **5** und einen Auslass **7** der Ventilbohrung **3** verbindet. Einlassseitig mündet die Ventilbohrung **3** in einer Ventilöffnung **9**, die durch eine Dichtkugel **11** verschließbar ist. Zur Gewährung einer erhöhten Dichtigkeit bzw. einer erforderlichen Leckagefreiheit ist die Ventilbohrung **3** eingangsseitig mit einer Phase **13** versehen, die gewährleistet, dass die Dichtkugel **11** zentriert auf der Ventilöffnung **9** sitzt und diese leckagefrei abdichtet. Kugelsitzventile sind in der Regel nicht druckausgeglichen, das heißt, dass eingangsseitig ein höherer Druck anliegt, als ausgangsseitig. Bedingt durch den eingangsseitig höheren Druck wird die Dichtkugel **11** auf die Ventilöffnung **9** gepresst, es kann jedoch zu diesem Zweck auch eine Druckfeder **15** vorgesehen sein, durch deren Federkraft die Dichtkugel **11** an der Ventilöffnung **9** gehalten wird. Zum Öffnen des Ventils ist in der Ventilbohrung **3** ein Steuerstößel **17** angeordnet, der an die Kugel angrenzt und entlang seiner Längsachse **X** bewegbar ist, so dass durch eine in Richtung der Dichtkugel **11** gerichtete Kraft die Dichtkugel **11** von der Ventilöffnung **9** abhebbar ist. Der Steuerstößel **17** kann beispielsweise als Anker einer elektromagnetischen Antriebseinheit **23**, ausgebildet sein, so dass das Ventil entsprechend der Bestromung einer Spule der Antriebseinheit **23** öffnet oder schließt.

[0004] Durch den in der Ventilbohrung **3** angeordneten Steuerstößel **17** wird eine maximale ringförmige Durchflussfläche A_{\max} begrenzt. Diese maximale Durchflussfläche A_{\max} ist vom Radius R der Ventilbohrung **3** und vom Radius r des Steuerstößel **17** abhängig und berechnet sich dementsprechend als die Differenz der Querschnittsflächen der Ventilbohrung **3** und des Steuerstößels **17** gemäß Formel 1 zu:

$$A_{\max} = (R^2 - r^2)\pi \quad (1)$$

wobei R der Radius der Ventilbohrung **3**, r der Radius des Steuerstößels **17** und π die Kreiszahl darstellt.

[0005] Die Steuerwirkung bei einem Kugelsitzventil nach dem Stand der Technik wird dadurch erreicht, dass eine aufgrund eines Hubes des Steuerstößels **17** freigegebene ringförmige Durchflussfläche A zwischen der Dichtkugel **11** und einer Steuerkante **19** an der Ventilöffnung geringer ist als die durch den Steuerstößel **17** und die Ventilbohrung **3** begrenzte maximale Durchflussfläche A_{\max} . Da diese Durchflussfläche A zwischen der Dichtkugel **11** und der Steuerkante **19** jedoch schon bei sehr kleinen Hüben der Dichtkugel **11** die maximale Durchflussfläche A_{\max} erreicht, kann mit Kugelsitzventilen nach dem Stand der Technik nur eine unzureichende Steuerwirkung erzielt werden.

[0006] Problematisch bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kugelsitzventilen ist, dass sie aufgrund ihrer Bauform schon bei einem relativ geringen Abheben der Dichtkugel von der Ventilöffnung einen verhältnismäßig großen Durchfluss ermöglichen. Beispielsweise elektromagnetisch angesteuerte Kugelsitzventile weisen schon bei geringem Stromfluss in einer Erregerspule einen großen Durchfluss auf. Dieser Zusammenhang schlägt sich bei elektromagnetisch gesteuerten Kugelsitzventilen der eingangs genannten Art in einer steilen Q-I-Kennlinie (Durchfluss-Strom-Kennlinie) nieder und hat den Nachteil, dass mit solch einem Kugelsitzventil nur eine geringe Steuerung des Durchflusses möglich ist.

[0007] Des Weiteren sind aus dem Stand der Technik sogenannte Schieberventile, bei denen die Anschlüsse durch ein gleitendes Element, dem sogenannten Schieber miteinander verbunden oder voneinander getrennt sind, bekannt. Die Bewegung des Schiebers kann dabei axial oder drehend erfolgen, wobei durch einzelne Kammern oder Kanäle eine Regelwirkung des Durchflusses erzielt wird. Schieberventile zeichnen sich durch ein gutes Regelverhalten und beispielsweise bei elektromagnetischem Antrieb durch eine flache Q-I-Kennlinie aus. Nachteilhaft an solchen Schieberventilen ist, dass aufgrund von Fertigungstoleranzen und dem funktionsbedingten Aufbau der Ventile keine 100%ige Leckagefreiheit erreicht werden kann.

[0008] Des Weiteren sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus der WO 98/48332, Druckregelventile bekannt, bei denen durch kegelförmige Stueurelemente das Ein- bzw. Ausstromverhalten eines Mediums durch eine Ventilöffnung beeinflusst wird. Nachteilig an diesen Ventilen ist auch, dass die dort eingesetzten kegelförmigen Elemente keine vollkommene Leckagefreiheit gewährleisten.

[0009] Weiterer Stand der Technik ist in US 4 721 284 A, US 2 393 442 A, US 3 529 805 A, US 3 791 413 A, DE 100 64 357 B4 und GB 2 168 462 A offenbart.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kugelsitzventil der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass dieses sowohl eine hohe Leckagefreiheit als auch eine gestaltbare Steuerkennlinie aufweist. Bei elektromagnetisch angetriebenen Kugelsitzventilen soll insbesondere die Durchfluss-Strom-Kennlinie in weiten Grenzen einstellbar sein.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Kugelsitzventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen eines solchen Kugelsitzventils sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Kugelsitzventil weist eine elektromagnetische Antriebseinheit auf und besteht im Wesentlichen aus einem Ventilsitzkörper, aus einer im Ventilsitzkörper angeordneten, zylindrischen Ventilbohrung, einer Dichtkugel zum Verschließen der Ventilbohrung und einem in die Ventilbohrung ragenden und bewegbaren Steuerstößel, der auf die Dichtkugel wirkt, wobei der Steuerstößel zur Dichtkugel hin einen mindestens annäherungsweise immer größer werdenden Durchmesser aufweist, derart, dass bei bereits vollständig aus der Ventilbohrung abgehobener Dichtkugel weiterhin durch den Steuerstößel eine Regelung eines Durchlassquerschnittes des Kugelsitzventils nach Maßgabe, wie weit der Steuerstößel in die Ventilbohrung eingetaucht ist, erreichbar ist, und wobei der Steuerstößel eine plane, der Dichtkugel zugewandte Stirnfläche aufweist. Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist, dass ein zu regelnder Strömungsquerschnitt nicht nur davon abhängig ist, wie weit die Dichtkugel des Kugelsitzventils vom Ventilsitzkörper abgehoben ist, sondern durch einen veränderbaren Abstand zwischen dem Steuerstößel und einer umlaufenden Steuerkante der Ventilöffnung geregelt wird. Der Durchflussquerschnitt ist damit von der Form des Steuerstößels, die annähernd beliebig gestaltet werden kann, abhängig. Der Steuerstößel kann beispielsweise so gestaltet werden, dass sein Durchmesser linear, abschnittsweise linear, oder gemäß einer stetigen oder abschnittsweise stetigen Funktion zunimmt. Durch diese im Rahmen der Stabilitätsgrenzen des verwendeten Materials annähernd beliebigen Ausgestaltungsformen können die benötigten Steuerkennlinien leicht modelliert werden.

[0014] Weitere Vorteile eines erfindungsgemäßen Kugelsitzventils ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den beigefügten Figuren. Es zeigen:

[0015] Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kugelsitzventils,

[0016] Fig. 2 das Kugelsitzventil aus Fig. 1 in verschiedenen Öffnungsstellungen sowie den jeweiligen Durchflussquerschnitt,

[0017] Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine schematische Darstellung eines Kugelsitzventils nach dem Stand der Technik,

[0018] Fig. 4 einen Steuerstößel mit sich gemäß einer stetigen Funktion vergrößernden Querschnitt, und

[0019] Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kugelsitzventils gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0020] In den nachfolgenden Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen, immer gleiche Bauteile mit gleicher Wirkung.

[0021] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kugelsitzventils abgebildet.

[0022] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist ein erfindungsgemäßes Kugelsitzventil als Unterschied zum Stand der Technik aus Fig. 3 einen Steuerstößel **17** auf, der zur Dichtkugel **11** hin einen immer größer werdenden Radius r bzw. Durchmesser d aufweist. Der Radius r bzw. der Durchmesser d kann dabei bspw. linear oder gemäß einer stetigen Funktion, wie in Fig. 4 dargestellt, zunehmen. Der Steuerstößel **17** ist an seinem von der Dichtkugel **11** abgewandten auslassseitigen Ende **17b** wie aus dem Stand der Technik bekannt, mit konstantem Radius r ausgebildet und weist in einem der Dichtkugel **11** zugewandten Steuerabschnitt **21** einen zunehmend größer werdenden Radius r auf. Der Steuerabschnitt **21** erstreckt sich über eine Steuerlänge l , die bei Betrieb des Kugelsitzventils einen maximalen Hub, in dem eine Steuerwirkung erzielt werden kann, begrenzt. Aus Fig. 1 ist ebenfalls ersichtlich, dass die Steuerkante **19** an dem der Ventilbohrung **3** zugewandten Ende der Phase **13** sitzt. Die Dichtkugel **11** kann, wie in Fig. 5 gezeigt, auch einstückig an den Steuerstößel **17** angeformt sein.

[0023] In Fig. 2 ist das in Fig. 1 beschriebene Ventil in verschiedenen Öffnungsstellungen dargestellt, wobei oberhalb des jeweiligen Ventils die im jeweiligen Öffnungszustand freigegebene Durchflussfläche A in einer Draufsicht dargestellt ist. Die Breite der jeweils freigegebenen Durchflussfläche A wird durch den minimalen Abstand zwischen der Oberfläche des Steuerstößels **17** und der Steuerkante **19** bestimmt. Grafisch ist dieser Abstand in den Figuren durch eine Senkrechte auf die Oberfläche des Steuerstößels **17**, die an der Steuerkante **19** endet, zu ermitteln. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, kann durch eine entsprechende Gestaltung des Steuerstößels **17** somit eine

Modellierung der Kennlinie des Ventils erreicht werden. Der steuernde Durchflussquerschnitt A wird, wie aus **Fig. 2** ersichtlich ist, nicht mehr durch die Ringfläche zwischen der Dichtkugel **11** und die Steuerkante **19** bestimmt, sondern wird nun durch die Oberfläche des Steuerstößels **17** und der Steuerkante **19** begrenzt. Wie aus den Teilfiguren der **Fig. 2** ersichtlich ist, tritt eine Steuerwirkung durch die Kontur des Steuerstößels **17** ein, sobald ein der Dichtkugel **11** zugewandtes Ende **17a** des Steuerstößels **17** bedingt durch einen Hub des Steuerstößels **17** auf Höhe der Steuerkante **19** aus der Ventilbohrung **3** austritt und so durch den sich ändernden Radius r des Steuerstößels **17** die freigegebene Durchflussfläche A in ihrer Größe verändert wird. Sobald der Steuerstößel **17** wie in **Fig. 2c** dargestellt weiter als die Steuerlänge l des Steuerabschnitts **21** über die Steuerkante **19** der Ventilbohrung **3** hinausragt, ist eine maximale Durchflussfläche A_{\max} erreicht und eine weitere Vergrößerung der Durchflussfläche A nicht mehr möglich.

[0024] Das in **Fig. 5** dargestellte Kugelsitzventil weist im Unterschied zur Darstellung aus **Fig. 1** eine eindeutig am Steuerstößel **17** angeformte Dichtkugel und eine auslassseitig am Steuerstößel **17** angeordnete Zugfeder **16** auf, die das Ventil im unbestromten Zustand der elektromagnetischen Antriebseinheit **23** geschlossen hält. Die Zugfeder **16** ist dabei zwischen dem Anker **17c** und der Unterseite des Ventilkörpers **1** angeordnet. Die elektromagnetische Antriebseinheit **23** besteht wie in **Fig. 5** dargestellt im Allgemeinen aus einem Anker **17c**, der an den Steuerstößel **17** einstückig angeformt ist, und einer Spule **23a**, die auf einem Spulenträger **23b** sitzt. Die Spule **23a** erzeugt, bei Bestromung ein Magnetfeld, das auf den Anker **17c** wirkt und somit den Steuerstößel **17** bewegt.

Bezugszeichenliste

1	Ventilsitzkörper
3	Ventilbohrung
5	Einlass
7	Auslass
9	Ventilöffnung
11	Dichtkugel
13	Phase
15	Druckfeder
17	Steuerstößel
17a	einlassseitiges Ende
17b	auslassseitiges Ende
17c	Anker
19	Steuerkante
21	Steuerabschnitt
23	elektromagnetische Antriebseinheit
23a	Spule
23b	Spulenträger
A	Durchflussquerschnitt
A_{max}	maximaler Durchflussquerschnitt
R	Radius der Ventilbohrung

r	Radius des Steuerstößels
l	Steuerlänge
d	Durchmesser des Steuerstößels
X	Längsachse

Patentansprüche

1. Kugelsitzventil mit einer elektromagnetischen Antriebseinheit (**23**) einem Ventilsitzkörper (**1**), einer im Ventilsitzkörper (**1**) angeordneten, zylindrischen Ventilbohrung (**3**), einer Dichtkugel (**11**) zum Verschließen der Ventilbohrung (**3**) und einem in die Ventilbohrung (**3**) ragenden und bewegbaren Steuerstößel (**17**), der auf die Dichtkugel (**11**) wirkt, wobei der Steuerstößel (**17**) zur Dichtkugel (**11**) hin einen mindestens annäherungsweise immer größer werdenden Durchmesser aufweist, derart, dass bei bereits vollständig aus der Ventilbohrung (**3**) abgehobener Dichtkugel (**11**) weiterhin durch den Steuerstößel (**17**) eine Regelung eines Durchlassquerschnitts des Kugelsitzventils nach Maßgabe, wie weit der Steuerstößel (**17**) in die Ventilbohrung (**3**) eingetaucht ist, erreichbar ist, und wobei der Steuerstößel (**17**) eine plane, der Dichtkugel (**11**) zugewandte Stirnfläche aufweist.

2. Kugelsitzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilbohrung (**3**) an einer kugelseitigen Ventilöffnung (**9**) eine umlaufende Steuerkante (**19**) aufweist.

3. Kugelsitzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Durchflussquerschnitt (A) des Kugelsitzventils durch die umlaufende Steuerkante (**19**) und eine umlaufende Ringfläche des Steuerstößels (**17**) begrenzt ist.

4. Kugelsitzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser (d) des Steuerstößels (**17**) linear oder abschnittsweise linear zunimmt.

5. Kugelsitzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser (d) des Steuerstößels (**17**) gemäß einer stetigen oder abschnittsweise stetigen Funktion zunimmt.

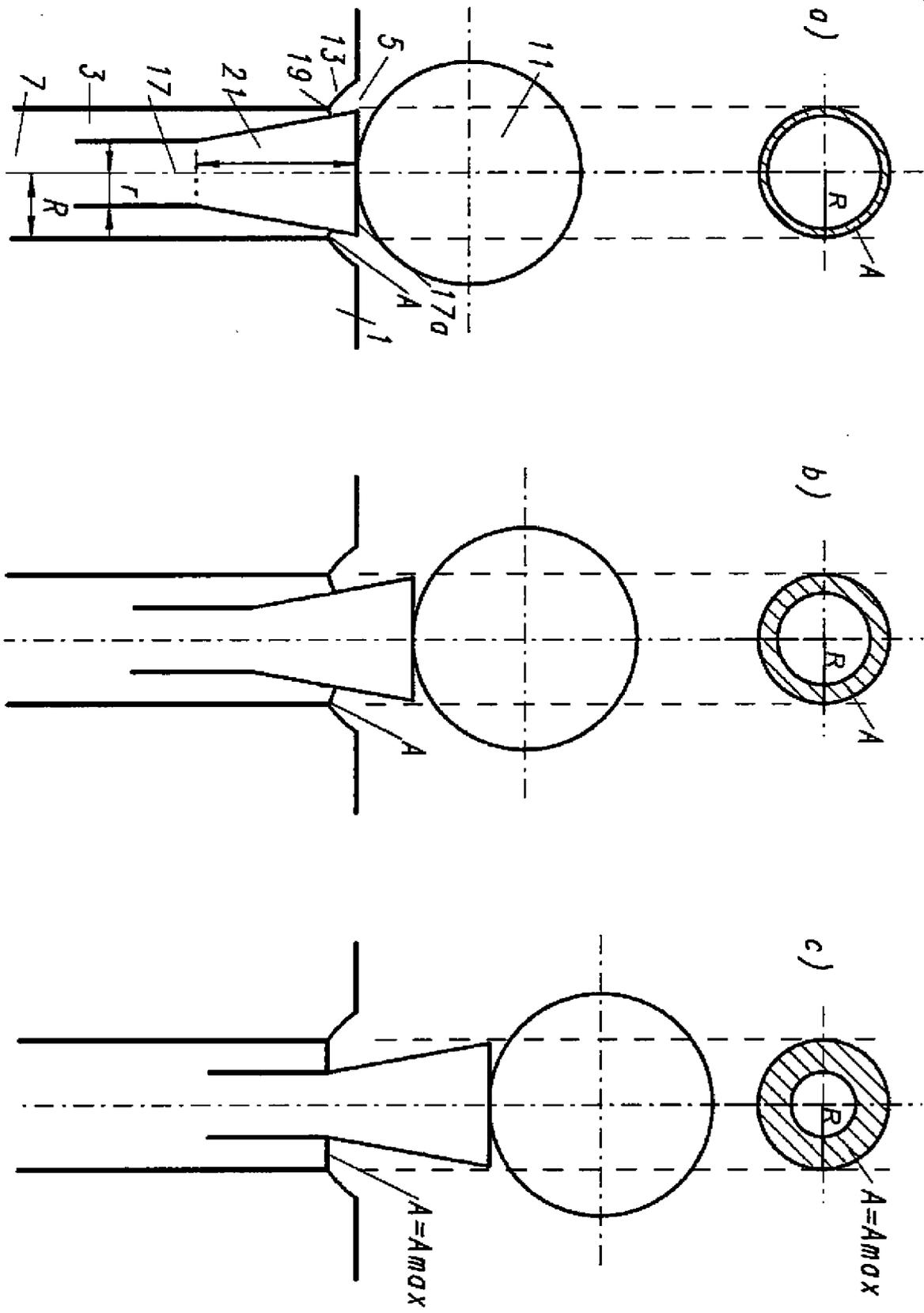
6. Kugelsitzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einer dem Steuerstößel (**17**) gegenüberliegenden Seite der Dichtkugel (**11**) eine Druckfeder (**15**) oder eine Zugfeder (**16**) angeordnet ist.

7. Kugelsitzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtkugel (**11**) einstückig an den Steuerstößel (**17**) angeformt ist.

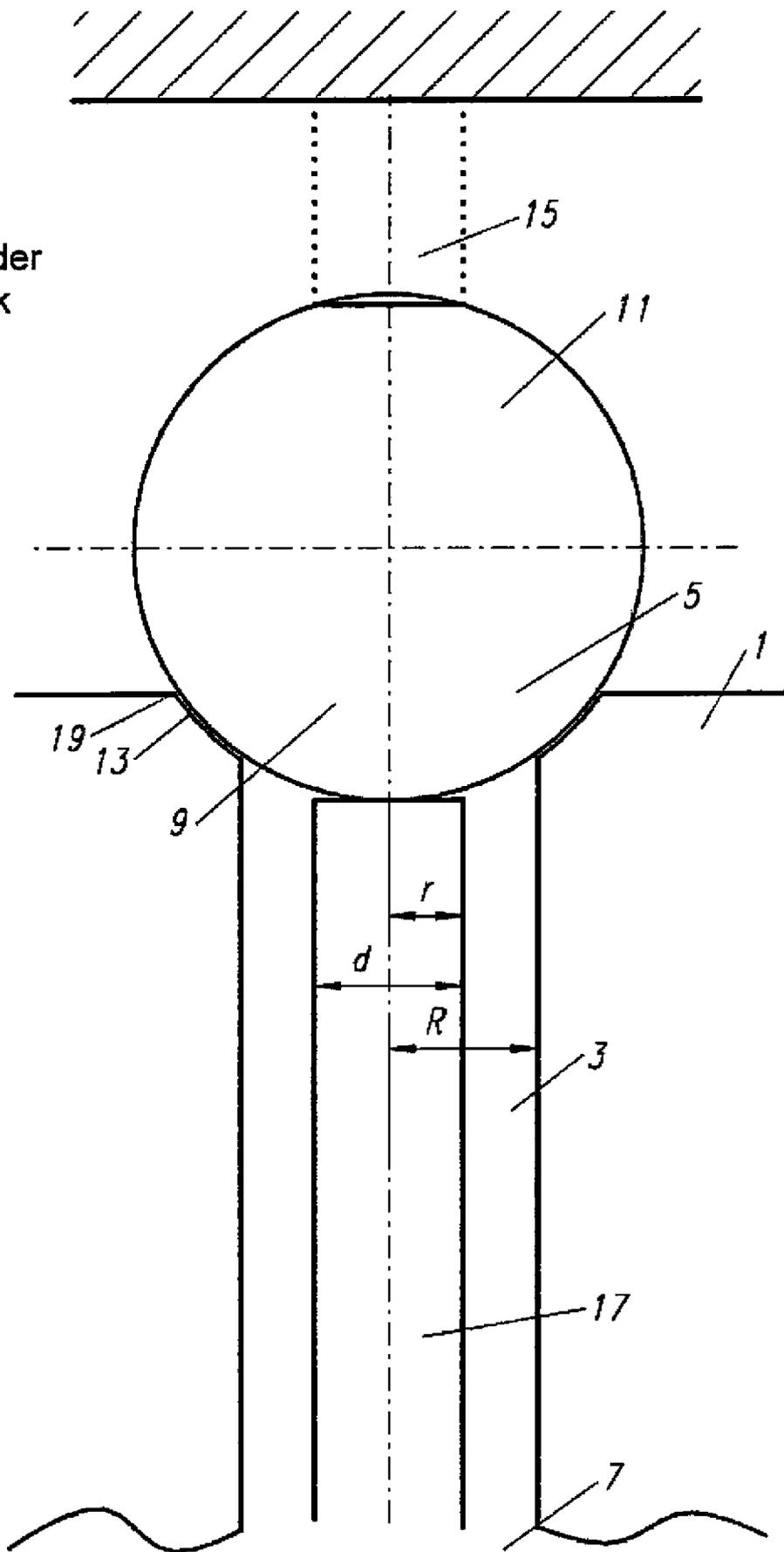
8. Kugelsitzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass am auslassseitigen Ende (**17b**) des Steuerstößels eine Zugfeder (**16**) oder eine Druckfeder angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

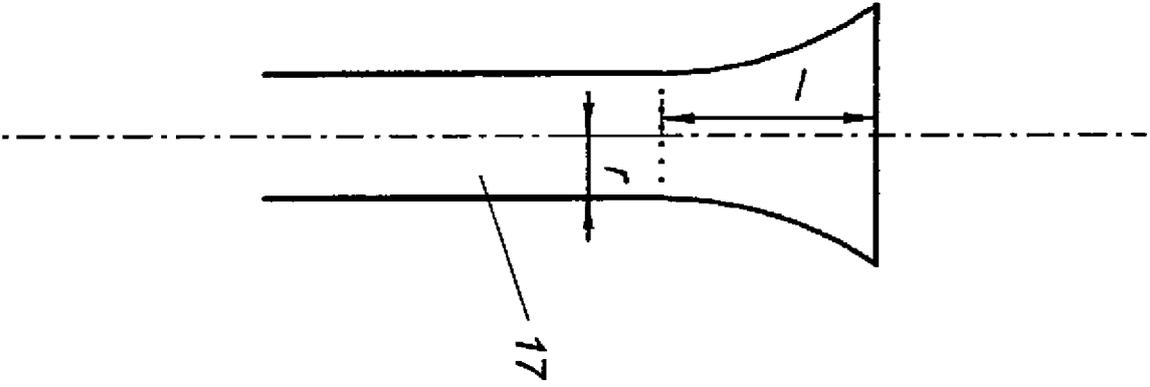
Figur 2



Figur 3
Stand der
Technik



Figur 4



Figur 5

