



(11) **EP 4 343 152 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.03.2024 Patentblatt 2024/13**

(21) Anmeldenummer: **23193820.0**

(22) Anmeldetag: **29.08.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04D 1/06** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 13/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04D 13/10** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 29/42** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04D 29/44** <sup>(2006.01)</sup>

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F04D 1/06; F04D 13/021; F04D 13/10;**  
**F04D 29/4293; F04D 29/445**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorität: **20.09.2022 BE 202205745**

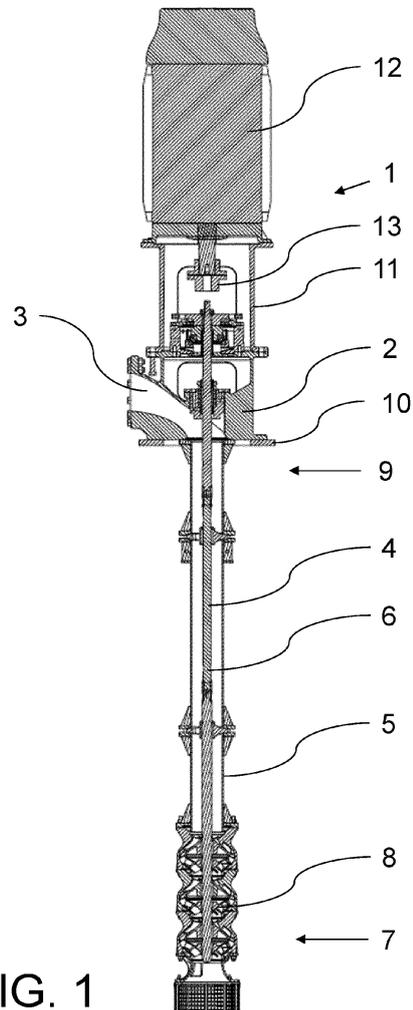
(71) Anmelder: **WILO SE**  
**44263 Dortmund (DE)**

(72) Erfinder: **Bichner, Alexander**  
**44263 Dortmund (DE)**

(74) Vertreter: **Michalski Hüttermann & Partner**  
**Patentanwälte mbB**  
**Kaistraße 16A**  
**40221 Düsseldorf (DE)**

(54) **VERTIKALE TURBINENPUMPE**

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine vertikale Turbinenpumpe (1) mit einem sich entlang einer Achse (4) erstreckenden Steigrohr (5), einer in dem Steigrohr (5) angeordneten Motorwelle (6), einem an einem oberen Steigrohrende (9) angeordneten und die Motorwelle (6) antreibenden Motor (12), einem an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende (7) angeordneten und von der Motorwelle (6) angetriebenen Laufrad (8) zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr (5), und einem druckseitigen, an einem ersten dem Laufrad (8) zugewandten Krümmerende (14) mit dem Steigrohr (5) verbundenen Krümmer (3) aufweisend eine Krümmung stetig weg von der Achse (4) und einen Auslass (16) an einem entgegengesetzten zweiten Krümmerende (15) für das geförderte Fluid, wobei sich ein radialer Durchmesser als Höhe des Krümmers (3) von dem ersten Krümmerende (14) hin zu dem zweiten Krümmerende (15) zunächst verringert und daraufhin vergrößert.



**FIG. 1**

**EP 4 343 152 A1**

## Beschreibung

Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine vertikale Turbinenpumpe mit einem sich entlang einer Achse erstreckenden Steigrohr, einer in dem Steigrohr angeordneten Motorwelle, einem an einem oberen Steigrohrende angeordneten und die Motorwelle antreibenden Motor, einem an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende angeordneten und von der Motorwelle angetriebenen Laufrad zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr, und einem an einem ersten dem Laufrad zugewandten Krümmernende mit dem Steigrohr verbundenen rohrförmigen Krümmer mit einem Auslass an einem entgegengesetzten zweiten Krümmernende für das geförderte Fluid.

Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Als vertikale Turbinenpumpen, Englisch auch als vertical turbines, als halbaxiale Pumpen oder als Bohrlochpumpen bezeichnet, werden Vertikalpumpen bezeichnet, die beispielsweise für Brunnen und Bohrlocher verwendet werden und insbesondere im industriellen Umfeld eingesetzt werden. Förderhöhen von beispielsweise 40 bis 100 Metern lassen sich durch Hintereinanderschaltung mehrerer Laufräder erreichen.

**[0003]** Vertikale Turbinenpumpen umfassen in der Regel einen Motor, der auf einer Art Sockel oder Motorträger montiert ist. Eine Motorwelle kann entweder direkt an dem Motor befestigt oder mit diesem gekoppelt sein, und erstreckt sich durch eine Säulenhaltung oder eine vertikale Rohranordnung, auch Steigrohr genannt, nach unten in Richtung eines Laufrads. Das Laufrad enthält mehrere Laufradschaufeln, die sich mit dem Motor und der Motorwelle drehen, und derart unten das Fluid in das Steigrohr fördern.

**[0004]** Beispielsweise beschreibt EP 2606238 A1 eine Vertikalpumpe, die entlang einer Längsrichtung langgestreckt ist, mit einem Motor und einer drehbar mit dem Motor gekoppelten Motorwelle, die ein Laufrad antreibt. Das von dem Laufrad in ein Steigrohr vertikal nach oben geförderte Fluid tritt oberhalb einer Bodenplatte durch einen rohrförmigen Krümmer in horizontaler Richtung aus dem Steigrohr aus.

**[0005]** Bei den bekannten vertikalen Turbinenpumpen ist der Motor oberhalb der Bodenplatte angeordnet, während bei den genannten Förderhöhen von beispielsweise 40 bis 100 Metern das Laufrad entsprechend weit beabstandet unterhalb der Bodenplatte angeordnet ist. Im Falle eines Defektes oder einer Wartung ist äußerst aufwendig, das Steigrohr mit dem Laufrad aus dem Bohrloch heraus zu ziehen.

**[0006]** Zudem handelt es sich bei den bekannten Krümmern um eine gefertigte Konstruktion, bei der runde Rohrstücke zusammengeschweißt werden, was jedoch nachteilig ist. Denn der Krümmer wird normalerweise an das sogenannte ‚delivery bend & motor stool‘, DBMS,

-Gehäuse angeschweißt, das auf der Bodenplatte angeordnet ist und an dessen oberem Ende der oftmals sehr schwere Motor vorgesehen ist. Das an einer Oberseite des gebogenen Krümmers vorgesehene Dichtungsgehäuse, durch welches die Motorwelle in das Steigrohr eintritt, bestimmt ganz wesentlich die vertikale Höhe des DBMS-Gehäuses. Konkret führt bei den bekannten Ausgestaltungen die geschweißte Konstruktion des Krümmers zu einem großen Abstand des Dichtungsgehäuses zu der Bodenplatte und derart zu einer großen Höhe des DBMS-Gehäuses, was sich negativ auf eine Steifigkeit und Eigenfrequenz der vertikalen Turbinenpumpe auswirkt.

**[0007]** An einem Auslass des Krümmers wird in der Regel ein Druck und oftmals auch ein Durchfluss des geförderten Fluids gemessen. Die geschweißte Ausführung des Krümmers führt regelmäßig zu einer kantigen Form innerhalb des Krümmers. Diese kantige Form und eine mögliche Durchflussbeeinträchtigung durch das Dichtungsgehäuse bewirken Verwirbelungen am Auslass. Abgesehen davon, dass sich die Verwirbelungen auf die hydraulischen Eigenschaften der vertikalen Turbinenpumpe auswirken, machen die Verwirbelung die Messung sehr schwierig und führt oftmals zu falschen Messwerten.

Beschreibung der Erfindung

**[0008]** Ausgehend von dieser Situation ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine vertikale Turbinenpumpe mit einem Krümmer, eine entsprechende Verwendung und ein entsprechendes Verfahren anzugeben, das nicht durch die vorbeschriebenen Nachteile gekennzeichnet ist. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine vertikale Turbinenpumpe mit einem Krümmer anzugeben, die sich gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Ausgestaltungen durch eine verbesserte Betriebsstabilität, eine einfachere Wartung, eine verbesserte Messgenauigkeit eines am Auslass vorgesehenen Sensors und/oder insgesamt verbesserte hydraulische Eigenschaften auszeichnet.

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0010]** Demnach wird die Aufgabe gelöst durch eine vertikale Turbinenpumpe mit

einem sich entlang einer Achse erstreckenden Steigrohr,  
einer in dem Steigrohr angeordneten Motorwelle,  
einem an einem oberen Steigrohrende angeordneten und die Motorwelle antreibenden Motor,  
einem an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende angeordneten und von der Motorwelle angetriebenen Laufrad zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr, und  
einem druckseitigen, an einem ersten dem Laufrad

zugewandten Krümmende mit dem Steigrohr verbundenen Krümmer aufweisend eine Krümmung stetig weg von der Achse und einen Auslass an einem entgegengesetzten zweiten Krümmende für das geförderte Fluid, wobei sich ein radialer Durchmesser als Höhe des Krümmers von dem ersten Krümmende hin zu dem zweiten Krümmende zunächst verringert und daraufhin vergrößert.

**[0011]** Ein wesentlicher, nachfolgend noch näher beschriebener Aspekt der vorgeschlagenen Lösung liegt darin, dass der Krümmer nach Art eines ‚Cobra-Kopfes‘ gestaltet sein kann, nämlich die Höhe des Krümmers zwischen den beiden Krümmenden verringert ist. Dadurch lässt sich ein Abstand zwischen dem Motor und einer Bodenplatte verringern, was sich positiv auf die Steifigkeit und Eigenfrequenz, und natürlich auch auf die Herstellungskosten der vertikalen Turbinenpumpe, auswirkt. Mit anderen Worten ist die vorgeschlagene vertikale Turbinenpumpe weniger schwingungsanfällig, was die Betriebsstabilität der vertikalen Turbinenpumpe verbessert. Durch die geringere vertikale Höhe lässt sich die vertikale Turbinenpumpe einfacher warten oder reparieren, da es im Bedarfsfall einfacher, den insbesondere oberirdisch angerochenen Motor und/oder den Krümmer anzunehmen. Ferner reduziert der Krümmer mit zwischen den beiden Krümmenden verringerter Höhe mögliche Verwirbelungen am Auslass, was sich positiv auf eine Messgenauigkeit von Druck und Durchfluss eines am Auslass vorgesehenen Sensors auswirkt. Schließlich verbessert der vorgeschlagene Krümmer auch die hydraulischen Eigenschaften der vertikalen Turbinenpumpe.

**[0012]** Als vertikale Turbinenpumpe werden in der Regel Vertikalpumpen bezeichnet, die sich für Brunnen- oder Bohrlöcher verwenden lassen. Das Steigrohr kann einen bis zu wenigen Zentimetern kleinen Außendurchmesser aufweisen, so dass die vertikale Turbinenpumpe oftmals axial entlang der Achse wesentlich länger als radial breit ist. Das Steigrohr erstreckt sich regelmäßig größtenteils unterhalb der Bodenplatte, auf der die vertikale Turbinenpumpe befestigt sein kann. Insofern ist der Motor und der Krümmer vorzugsweise derart oberhalb der Bodenplatte angeordnet, dass das Steigrohr knapp oberhalb oder an der Bodenplatte insbesondere fluiddicht mit dem ersten Krümmende verbunden ist und der Motor vertikal oberhalb des Krümmers angeordnet ist. Das Steigrohr ist bevorzugt aus Metall gestaltet und/oder weist einen kreisrunden oder kreisartigen Querschnitt auf.

**[0013]** Die Motorwelle erstreckt sich bevorzugt in axialer Richtung entlang der Mittellinie des Steigrohrs und tritt dazu in axialer Verlängerung des Steigrohrs an einer Außenseite durch den rohrförmigen Krümmer hindurch. An dieser Außenseite kann insofern eine Öffnung in dem Krümmer vorgesehen sein, durch die die Motorwelle hindurchtritt. Bevorzugt ist eine Dichtung, insbesondere eine Radialdichtung, vorgesehen, die in der Öffnung an-

geordnet ist und die Motorwelle radial umlaufend fluiddicht gegenüber dem Krümmer abdichtet. Hinsichtlich des Merkmals, dass sich die Höhe des Krümmers von dem ersten Krümmende hin zu dem zweiten Krümmende zunächst verringert und daraufhin vergrößert, wird im Rahmen der Offenbarung davon ausgegangen, dass die Öffnung und/oder die Dichtung keinen Einfluss auf die Höhe des Krümmers hat. Das bedeutet, dass selbst wenn die Dichtung in den Krümmer hineinragt, der hineinragende Teil nicht im Sinne dieses Merkmals zu verstehen ist, also nicht die Höhe des Krümmers beeinflusst.

**[0014]** Das Steigrohr und/oder die vertikale Turbinenpumpe weist bevorzugt eine axiale Längserstreckung von  $\geq 10, 20, 30, 40$  m, oder mehr auf. An dem unteren Steigrohrende können eine Mehrzahl axial hintereinander angeordnete Laufräder vorgesehen ist, durch welche das Fluid in das Steigrohr hinein und axial nach oben hin zu dem Krümmer gefördert wird. Das zweite Steigrohrende ist bevorzugt fluiddicht mit dem ersten Krümmende verbunden, insbesondere verschraubt. Insofern kann der Motor axial beanstandet zu den oberen Steigrohrende vorgesehen sein, wie nachfolgend beschrieben.

**[0015]** Der Krümmer ist bevorzugt als Rohrbogen oder rohrbogenartig gestaltet und/oder weist in Seitansicht eine kreisbogenartige oder elliptische Form auf. Der Krümmer erstreckt sich bevorzugt über einen Kreisbogen oder kreisbogenartig über  $90^\circ$ , wobei auch andere Werte wie beispielsweise  $80^\circ$  oder  $100^\circ$  möglich sind. Insofern bedeutet das Merkmal, dass der Krümmer eine Krümmung stetig weg von der Achse aufweist, gerade nicht, dass sich der Krümmer zunächst in eine Richtung entgegen den zweiten Krümmende erstreckt, beispielsweise eine S-förmige Form aufweist, sondern sich linear und/oder stetig, insbesondere in Seitansicht kreisbogenartig oder elliptisch, hinsichtlich seiner radialen Mittellinie von der Achse bzw. dem Steigrohr kontinuierlich weiter weg erstreckt. Ferner ist das Merkmal, dass der Krümmer eine Krümmung stetig weg von der Achse aufweist, insbesondere synonym zu dem Merkmal, dass sich der Krümmer hinsichtlich seiner radialen insbesondere kreisbogenartigen Mittellinie stetig von der Achse weg erstreckt, zu verstehen. Im Falle einer elliptischen sich insbesondere über  $90^\circ$  erstreckenden Form verläuft die Nebenachse der Ellipse bevorzugt parallel zu der Achse und/oder verläuft die Hauptachse horizontal.

**[0016]** Das Merkmal, dass sich der radiale Durchmesser als Höhe des Krümmers von dem ersten Krümmende hin zu dem zweiten Krümmende zunächst verringert und daraufhin vergrößert, bedeutet insbesondere, dass an wenigstens einer Position zwischen dem ersten Krümmende und dem zweiten Krümmende die Höhe des Krümmers geringer ist als die Höhe an den ersten Krümmende und/oder an dem zweiten Krümmende. In Seitansicht weist der Krümmer eine insbesondere ‚abgeflachte‘ Form auf. Insbesondere kann der Krümmer wiederum in Seitansicht an seiner Außenseite eine ‚eingedellte‘ Form aufweisen, wobei an der ‚Delle‘ die Höhe

insbesondere maximal verringert ist. Als radialer Durchmesser wird insbesondere ein radialer Innendurchmesser des Krümmers verstanden, der ein lichte Höhe in dem Krümmer definiert, durch welche das Fluid strömen kann. Insofern kann, wenn von einer Verringerung oder Vergrößerung des Durchmessers gesprochen wird, neben dem Innendurchmesser auch der Außendurchmesser gemeint sein.

**[0017]** Nach einer bevorzugten Weiterbildung verringert sich der radiale Durchmesser zunächst und vergrößert sich daraufhin stetig. Der radiale Durchmesser kann sich kontinuierlich verringern und/oder vergrößern, wobei es auch möglich ist, dass der radiale Durchmesser streckenweise konstant bleibt, um sich in der Folge zu verringern und/oder zu vergrößern. Besonders bevorzugt verringert und/oder vergrößert sich der radiale Durchmesser nicht sprungartig, sondern insbesondere linear.

**[0018]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung verringert sich der radiale Durchmesser zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende gegenüber dem radialen Durchmesser an dem ersten Krümmerende und/oder an dem zweiten Krümmerende um  $\geq 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ ,  $50\%$  oder  $60\%$  verringert. Das bedeutet, dass beispielsweise mittig oder annähernd mittig zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende die Höhe des Krümmers  $40\%$  der Höhe an dem ersten Krümmerende und/oder an dem zweiten Krümmerende betragen kann, wobei die Höhe bis zur minimalen Höhe linear abnehmen und dann wieder linear zunehmen kann.

**[0019]** Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung vergrößert sich ein axialer Durchmesser als Breite des Krümmers von dem ersten Krümmerende hin zu dem zweiten Krümmerende zunächst und verringert sich daraufhin. Das bedeutet insbesondere, dass an wenigstens einer Position zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende die Breite des Krümmers größer als die Breite an den ersten Krümmerende und/oder an dem zweiten Krümmerende ist. In Draufsicht, insbesondere in Richtung eines Radius des Krümmers, weist der Krümmer eine insbesondere in der Mitte seiner Erstreckung verbreitete Form auf. Insbesondere kann der Krümmer wiederum in Draufsicht an eine Ausbeulung aufweisen, wobei an der axialen ‚Beule‘ die Breite insbesondere maximal vergrößert ist. Als axialer Durchmesser wird insbesondere ein axialer Innendurchmesser des Krümmers verstanden, der eine lichte Breite innerhalb des Krümmers definiert, durch welche das Fluid strömen kann.

**[0020]** Gemäß einer noch weiteren bevorzugten Ausgestaltung vergrößert sich der axiale Durchmesser zunächst stetig und verringert sich daraufhin stetig. Der axiale Durchmesser kann sich kontinuierlich vergrößern und/oder verringern, wobei es auch möglich ist, dass der axiale Durchmesser streckenweise konstant bleibt, um sich in der Folge zu vergrößern und/oder zu verringern. Besonders bevorzugt vergrößert und/oder verringert sich

der axiale Durchmesser nicht sprungartig, sondern insbesondere linear.

**[0021]** Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung vergrößert sich der axiale Durchmesser zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende gegenüber dem radialen Durchmesser an dem ersten Krümmerende und/oder an dem zweiten Krümmerende um  $\geq 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ ,  $50\%$ ,  $60\%$ ,  $70\%$  oder  $80\%$ . Das bedeutet, dass beispielsweise mittig oder annähernd mittig zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende die Breite des Krümmers  $180\%$  der Breite an dem ersten Krümmerende und/oder an dem zweiten Krümmerende betragen kann, wobei die Breite bis zur maximalen Höhe linear zunehmen und dann wieder linear abnehmen kann.

**[0022]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der Krümmer, insbesondere in perspektivischer Ansicht, nach Art eines Kobrakopfes gestaltet. Ein Kobrakopf ist bekanntermaßen durch eine, gegenüber einem einen kreisartigen Querschnitt aufweisenden Kobrakörper, demgegenüber breitere Form mit geringerer Höhe gekennzeichnet, also insbesondere durch eine Höhe des Krümmers, die sich von dem ersten Krümmerende hin zu dem zweiten Krümmerende zunächst verringert und daraufhin vergrößert, sowie durch eine Breite des Krümmers, der sich von dem ersten Krümmerende hin zu dem zweiten Krümmerende zunächst vergrößert und sich daraufhin verringert. Im Gegensatz zu anderen bekannten Kobraköpfen weist der in Rede stehenden Kobrakopf in Seitansicht keine S-förmige Form auf, sondern erstreckt sich hinsichtlich seiner Mittellinie stets von der Achse weg. Gerade durch eine solche Ausgestaltung nach Art eines Kobrakopfes lassen sich die vorbeschriebenen Vorteile erreichen, nämlich besonders effektiv den Krümmer nahe an der Bodenplatte anordnen, so dass durch die dadurch erzielbare tiefere vertikale Anordnung des Motors die Steifigkeit sowie die hydraulischen Eigenschaften der vertikalen Turbinenpumpe verbessert und die Schwingungsanfälligkeit reduziert werden.

**[0023]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass ein Querschnitt des Krümmers im Verlauf zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende stets gleich groß ist. Das bedeutet, dass, wenn sich im Verlauf zwischen dem ersten Krümmerende und dem zweiten Krümmerende die Höhe des Krümmers verringert, sich die Breite des Krümmers entsprechend vergrößert.

**[0024]** Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung ist zwischen dem Motor und dem Krümmer eine Antriebslaterne mit einer zwischen Motor und Motorwelle vorgesehen Kupplung angeordnet, wobei die Antriebslaterne und der Krümmer einschließlich eines vorzugsweise den Krümmer aufweisenden Krümmergehäuses zweiteilig ausgeführt sind. Bevorzugt weisen die Antriebslaterne und/oder das Krümmergehäuse in Draufsicht einen rechteckartigen Querschnitt auf und/oder sind quaderartig gestaltet. Das Krümmergehäuse ist bevorzugt auf der Bodenplatte oder dergleichen ortsfest

montiert, insbesondere verschraubt. Vertikal und/oder axial unterhalb der Bodenplatte erstreckt sich bevorzugt das Steigrohr, welches bevorzugt ebenso mit der Bodenplatte und/oder dem Krümmergehäuse ortsfest montiert, insbesondere verschraubt ist. Bevorzugt in axialer Verlängerung des Steigrohres ist die Antriebslaterne ortsfest zwischen Krümmergehäuse und Motor fixiert, insbesondere mit dem Krümmergehäuse und dem Motor verschraubt.

**[0025]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der Krümmer zwischen dem ersten, einen insbesondere kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende und dem zweiten, einen insbesondere kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende einen sich insbesondere stetig verändernden elliptischen Querschnitt auf. Bevorzugt erstreckt sich die Nebenachse des elliptischen Querschnitts in radialer Richtung bezogen auf den Krümmer als Höhe des Krümmers, während sich die Hauptachse des elliptischen Querschnitts orthogonal dazu als Breite des Krümmers erstreckt. Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung weisen das erste Krümmerende und das zweite Krümmerende einen gleich großen insbesondere kreisrunden Querschnitt auf.

**[0026]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung vergrößert sich ein Radius eines radialen inneren Krümmerrandes von dem ersten Krümmerrand hin zu dem zweiten Krümmerrand insbesondere stetig. Mit anderen Worten flacht bzw. verringert sich die Krümmung des radialen inneren Krümmerrandes, also derart insbesondere ebenso des Krümmers, von dem ersten Krümmerrand hin zu dem zweiten Krümmerrand insbesondere stetig ab. Derart lässt sich der Krümmer bezogen auf die Achse des Steigrohres mit einer geringen Höhe gestalten, wodurch der Motor näher an die Bodenplatte rückt, so dass Schwingungen verringert werden, was zu einem stabileren Betrieb der vertikalen Turbinenpumpe führt.

**[0027]** Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung ist der Krümmer aus Grauguss gestaltet. Bevorzugt ist das Krümmergehäuse einschließlich des Krümmers aus Grauguss gestaltet. Als Grauguss wird insbesondere graues Gusseisen verstanden, also eine Gruppe von Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem hohen Anteil von Kohlenstoff, insbesondere > 2 %, wobei der Kohlenstoff in Form von Graphit vorgesehen ist. Zudem kann Silicium zur Verbesserung einer Gießbarkeit, sowie andere Legierungsanteile wie Mangan, Chrom oder Nickel enthalten sein. Gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten geschweißten Krümmern lässt sich der vorgeschlagene Krümmer und derart die vertikale Turbinenpumpe wesentlich einfacher und kostengünstiger herstellen.

**[0028]** Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin gelöst durch eine Verwendung eines rohrförmigen Krümmers für eine vertikale Turbinenpumpe aufweisend

ein sich entlang einer Achse erstreckendes Steigrohr,

eine in dem Steigrohr angeordnete Motorwelle, einen an einem oberen Steigrohrende angeordneten und die Motorwelle antreibenden Motor, und ein an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende angeordneten und von der Motorwelle angetriebenen Laufrad zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr, wobei

der Krümmer an einem ersten dem Laufrad zugewandten Krümmerende mit dem Steigrohr verbunden ist, eine Krümmung stetig weg von der Achse und an einem entgegengesetzten zweiten Krümmerende ein Auslass für das geförderte Fluid aufweist, und sich ein radialer Durchmesser als Höhe des Krümmers von dem ersten Krümmerende hin zu dem zweiten Krümmerende zunächst verringert und daraufhin vergrößert.

**[0029]** Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Verwendung ergeben sich für den Fachmann in Analogie zu der zuvor beschriebenen vertikalen Turbinenpumpe.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0030]** Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0031]** In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer vertikalen Turbinenpumpe mit einem Krümmergehäuse aufweisend einen Krümmer gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht des Krümmergehäuses aufweisend den Krümmer gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Seitansicht des Krümmergehäuses aufweisend den Krümmer mit einer Schnittlinie B-B gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht des Krümmergehäuses aufweisend den Krümmer durch die Schnittlinie B-B gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 5 eine schematische Seitansicht des Krümmergehäuses aufweisend den Krümmer mit verschiedenen Schnittlinien C-C bis M-M gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 6 schematische Schnittansichten des Krümmers durch die Schnittlinien C-C bis M-M gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

dung,

#### Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0032]** Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer vertikalen Turbinenpumpe 1 mit einem Krümmergehäuse 2 aufweisend einen Krümmer 3 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0033]** Die vertikale Turbinenpumpe 1 weist ein sich entlang einer Achse 4 erstreckendes Steigrohr 5 mit einem kreisrunden äußeren Querschnitt auf, das mehrere miteinander verbundene Segmente aufweist. Mittig in dem metallenen Steigrohr 5 erstreckt sich entlang der Achse 4 und entlang der gesamten Länge des Steigrohrs 5 eine Motorwelle 6 derart, dass radial umlaufend um die Motorwelle 6 zwischen dieser und dem Steigrohr 5 ein Freiraum ausgebildet ist, durch den durch die vertikale Turbinenpumpe 1 gefördertes Fluid axial nach oben steigt. Dazu sind an einem unteren Steigrohrende 7 mehrere axial übereinander angeordnete Laufräder 8 vorgesehen, die durch die Motorwelle 6 angetrieben werden, das Fluid ansaugen und in den Freiraum fördern.

**[0034]** Das Steigrohr 5 ist mit seinem oberen Steigrohrende 9 an einer Bodenplatte 10 befestigt, so dass sich das Steigrohr 5 von der Bodenplatte 10 vertikal weg nach unten erstreckt. Oberhalb der Bodenplatte 5 schließt sich vertikal bzw. in Richtung der Achse 4 nach oben zunächst das Krümmergehäuse 2 an, an welches sich wiederum axial eine Antriebslaterne 11 sowie schließlich einen die Motorwelle 6 antreibenden Motor 12 anschließt. In der Antriebslaterne 11 ist eine Kupplung 13 angeordnet, welche zwischen den Motor 12 und die Motorwelle 6 geschaltet ist. Das Krümmergehäuse 2 und die Antriebslaterne 11 sind zweiteilig gestaltet und miteinander verschraubt. Das obere Steigrohrende 9 ist fluiddicht mit einem ersten entsprechend dem Laufrad 8 zugewandten Krümmerende 14 des Krümmers 3 verbunden.

**[0035]** Nunmehr Bezug nehmend auf Fig. 2, die eine schematische Schnittansicht des Krümmergehäuses 2 aufweisend den Krümmer 3 gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, weist der Krümmer 3 an einem dem ersten Krümmerende 14 entgegengesetzt angeordneten zweiten Krümmerende 15 einen Auslass 16 für das geförderte Fluid auf. Der rohrförmige Krümmer 3 leitet das geförderte Fluid von der Vertikalen in die Horizontale um, so dass Querschnittsflächen an dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 um 90° versetzt zueinander angeordnet sind. Dazu sind die inneren Querschnittsflächen der beiden Krümmerenden 14, 15 einerseits gleich groß und andererseits kreisrund ausgebildet. Hinsichtlich seiner in Fig. 3 gezeigten radialen Mittellinie 17 des Krümmers 4, bezeichnet in der den Krümmer 3 in einer schematischen Seitansicht zeigenden Fig. 3 als Schnittlinie B-B, erstreckt sich der Krümmer 3 von dem ersten Krümmerende 14 stetig von der Achse 4 weg hin zu dem zweiten Krümmerende 15.

**[0036]** Wiederum Bezug nehmend auf Fig. 2, verrin-

gert sich von dem ersten Krümmerende 14 hin zu dem zweiten Krümmerende 15 zunächst ein radialer Innendurchmesser als innere Höhe des Krümmers 3 stetig, um sich in der Folge wieder stetig zu vergrößern. Gegenüber dem radialen Innendurchmesser an dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 ist der radiale Innendurchmesser des Krümmers 3 annähernd mittig zwischen den dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 um 40% reduziert. Alternativ sind andere Relationen wie beispielsweise 30%, 50%, 20% oder 60% möglich.

**[0037]** Diese Verringerung erfolgt unbeachtlich der sich entlang der Achse 4 erstreckenden und in Figs. 2 ff. nicht gezeigten Motorwelle 6, die durch eine an einer Außenwand des Krümmers 3 entsprechend in Fig. 2 gezeigten Öffnung, auch cut-out genannt, im Bereich der Achse 4 in den Krümmer 3 eintritt. Die Motorwelle 6 ist in dieser Öffnung gegenüber der Außenwand mittels einer nicht gezeigten Dichtung abgedichtet, welche Dichtung in den Krümmer 3 hereinragen kann, aber im Sinne des vorbeschriebenen Merkmals nicht als Verringerung des radialen Innendurchmessers gilt.

**[0038]** Nebst dieser wie aus Fig. 2 erkennbaren Abflachung' des Krümmers 3 an der Außenwand desselben zwischen dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 vergrößert sich ein axialer Innendurchmesser als innere Breite des Krümmers 3 von dem ersten Krümmerende 14 hin zu dem zweiten Krümmerende 15 zunächst stetig und verringert sich daraufhin wieder stetig, wie aus Fig. 4 erkennbar. Fig. 4 zeigt eine schematische Schnittansicht des Krümmergehäuses 2 aufweisend den Krümmer 3 durch die Schnittlinie B-B gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, also entlang der Mittellinie 17 des Krümmers 3. Gegenüber dem axialen Innendurchmesser an dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 ist die Breite des Krümmers 3 annähernd mittig zwischen den dem ersten Krümmerende 14 und dem zweiten Krümmerende 15 um 30% vergrößert. Alternativ sind andere Relationen wie beispielsweise 20%, 40%, 10% oder 50% möglich.

**[0039]** Derart ist der Krümmer 3 nach Art eines Kobrakopfes gestaltet, also entlang seiner bogenförmigen Erstreckung von dem ersten Krümmerende 14 hin zu dem zweiten Krümmerende 15, in Seitansicht, einerseits abgeflacht sowie andererseits, in Draufsicht, verbreitert. Konkret weist der Krümmer 3, wie aus den Schnitten der Fig. 6 gemäß den Schnittebenen der Fig. 5 ersichtlich, zwischen dem ersten den kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende 14, dargestellt als Schnitt M-M mit gegenüber wenigstens Schnitt C-C anderer Skalierung, und dem zweiten den ebenso kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende 15, Schnitt D-D, einen sich stetig zwischen den Schnitten L-L, dargestellt ohne cut-out für die Motorwelle 4, hin zu D-D verändernden elliptischen Querschnitt auf, zunächst von rund auf elliptisch und dann wieder hin zu rund.

**[0040]** Nochmals zurückkommend auf Fig. 2 ist der Krümmer 3 zum Erhalten der in Seitansicht abgeflachten

Gestaltung ferner gestaltet, dass ein Radius eines radialen inneren Krümmerrandes 18 des Krümmers 3 sich im Verlauf von dem ersten Krümmerand 15 hin zu dem zweiten Krümmerrand 15 stetig vergrößert. Mit anderen Worten flacht der radiale innere Krümmerrand 18 ausgehend von dem ersten Krümmerand 15 hin zu dem zweiten Krümmerrand 15 mit zunehmendem Verlauf immer weniger ab d.h. die Krümmung nimmt mit zunehmendem Verlauf ab. Da die Krümmung zu Beginn des Verlaufs jedoch am größten ist, resultiert eine geringere Höhe des Krümmers 3 bezogen auf die Achse 4 gegenüber einem Verlauf mit gleicher Krümmung.

**[0041]** Der beschriebene gebogene Krümmer 3 einschließlich des den Krümmer 3 aufnehmenden, in Draufsicht einen rechteckartigen Verlauf aufweisenden Krümmergehäuses 2 sind aus Grauguss hergestellt. Insofern erfolgt das Herstellen des Krümmers 3 mittels einer nicht gezeigten Gussform zum Gießen des Krümmers 3 derart, dass sich, wenn der hergestellte Krümmer 3 an dem ersten dem Laufrad 6 zugewandten Krümmerende 14 mit dem Steigrohr 3 verbunden ist, sich der Krümmer 3 sich hinsichtlich seiner radialen Mittellinie 17 stetig von der Achse 4 weg erstreckt, an dem entgegengesetzten zweiten Krümmerende 15 der Auslass 16 für das geförderte Fluid vorgesehen ist, und sich der radiale Durchmesser als Höhe des Krümmers 3 von dem ersten Krümmerende 14 hin zu dem zweiten Krümmerende 15 zunächst verringert und daraufhin vergrößert, wie zuvor beschrieben.

**[0042]** Die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind lediglich Beispiele, die im Rahmen der Ansprüche auf vielfältige Weise modifiziert und/oder ergänzt werden können. Jedes Merkmal, das für ein bestimmtes Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, kann eigenständig oder in Kombination mit anderen Merkmalen in einem beliebigen anderen Ausführungsbeispiel genutzt werden. Jedes Merkmal, das für ein Ausführungsbeispiel einer bestimmten Kategorie beschrieben wurde, kann auch in entsprechender Weise in einem Ausführungsbeispiel einer anderen Kategorie eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

**[0043]**

Vertikale Turbinenpumpe	1
Krümmergehäuse	2
Krümmer	3
Achse	4
Steigrohr	5
Motorwelle	6
Unteres Steigrohrende	7
Laufrad	8
Oberes Steigrohrende	9
Bodenplatte	10
Antriebslaterne	11

(fortgesetzt)

Motor	12
Kupplung	13
Erstes Krümmerende	14
Zweites Krümmerende	15
Auslass	16
Mittellinie	17
Radialer innerer Krümmerrand	18

**Patentansprüche**

1. Vertikale Turbinenpumpe (1) mit

einem sich entlang einer Achse (4) erstreckenden Steigrohr (5),  
einer in dem Steigrohr (5) angeordneten Motorwelle (6),  
einem an einem oberen Steigrohrende (9) angeordneten und die Motorwelle (6) antreibenden Motor (12),  
einem an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende (7) angeordneten und von der Motorwelle (6) angetriebenen Laufrad (8) zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr (5), und  
einem druckseitigen, an einem ersten dem Laufrad (8) zugewandten Krümmerende (14) mit dem Steigrohr (5) verbundenen Krümmer (3) aufweisend eine Krümmung stetig weg von der Achse (4) und einen Auslass (16) an einem entgegengesetzten zweiten Krümmerende (15) für das geförderte Fluid, wobei  
sich ein radialer Durchmesser als Höhe des Krümmers (3) von dem ersten Krümmerende (14) hin zu dem zweiten Krümmerende (15) zunächst verringert und daraufhin vergrößert.

2. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei sich der radiale Durchmesser zunächst stetig verringert und daraufhin stetig vergrößert.

3. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der radiale Durchmesser zwischen dem ersten Krümmerende (14) und dem zweiten Krümmerende (15) gegenüber dem radialen Durchmesser an dem ersten Krümmerende (14) und/oder an dem zweiten Krümmerende (15) um  $\geq 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ ,  $50\%$  oder  $60\%$  verringert.

4. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich ein axialer Durchmesser als Breite des Krümmers (3) von dem ersten Krümmerende (14) hin zu dem zweiten Krümmerende (15) zunächst vergrößert und daraufhin

- verringert.
5. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei sich der axiale Durchmesser zunächst stetig vergrößert und daraufhin stetig verringert. 5
6. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der axiale Durchmesser zwischen dem ersten Krümmerende (14) und dem zweiten Krümmerende (15) gegenüber dem radialen Durchmesser an dem ersten Krümmerende (14) und/oder an dem zweiten Krümmerende (15) um  $\geq 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ ,  $50\%$ ,  $60\%$ ,  $70\%$  oder  $80\%$  vergrößert. 10
7. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Krümmer (3) nach Art eines Kobrakopfes gestaltet ist. 15
8. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Querschnitt des Krümmers (3) im Verlauf zwischen dem ersten Krümmerende (14) und dem zweiten Krümmerende (15) stets gleich groß ist. 20
9. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer zwischen dem Motor (12) und dem Krümmer (3) vorgesehenen Antriebslaterne (11) mit einer zwischen Motor (12) und Motorwelle (6) vorgesehenen Kupplung (13), wobei die Antriebslaterne (11) und der Krümmer (3) einschließlich eines vorzugsweise den Krümmer (3) aufweisenden Krümmergehäuses (2) zweiteilig ausgeführt sind. 25
10. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Krümmer (3) zwischen dem ersten, einen insbesondere kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende (14) und dem zweiten, einen insbesondere kreisrunden Querschnitt aufweisenden Krümmerende (15) einen sich insbesondere stetig verändernden elliptischen Querschnitt aufweist. 30
11. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Krümmerende (14) und das zweite Krümmerende (15) einen gleich großen insbesondere kreisrunden Querschnitt aufweisen. 35
12. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Radius eines radialen inneren Krümmerrandes (18) sich von dem ersten Krümmerende (14) hin zu dem zweiten Krümmerende (15) insbesondere stetig vergrößert. 40
13. Vertikale Turbinenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Krümmer (3) aus Grauguss gestaltet ist. 45
14. Verwendung eines rohrförmigen Krümmers (3) für eine vertikale Turbinenpumpe (1) aufweisend ein sich entlang einer Achse (4) erstreckendes Steigrohr (5), eine in dem Steigrohr (5) angeordnete Motorwelle (6), einen an einem oberen Steigrohrende (9) angeordneten und die Motorwelle (6) antreibenden Motor (12), und ein an einem entgegengesetzten, unteren Steigrohrende (7) angeordneten und von der Motorwelle (6) angetriebenen Laufrad (8) zum Fördern eines Fluids in das Steigrohr (5), wobei der Krümmer (3) an einem ersten dem Laufrad (8) zugewandten Krümmerende (14) mit dem Steigrohr (5) verbunden ist, eine Krümmung stetig weg von der Achse (4) und an einem entgegengesetzten zweiten Krümmerende (15) ein Auslass (16) für das geförderte Fluid aufweist, und sich ein radialer Durchmesser als Höhe des Krümmers (3) von dem ersten Krümmerende (14) hin zu dem zweiten Krümmerende (15) zunächst verringert und daraufhin vergrößert. 50

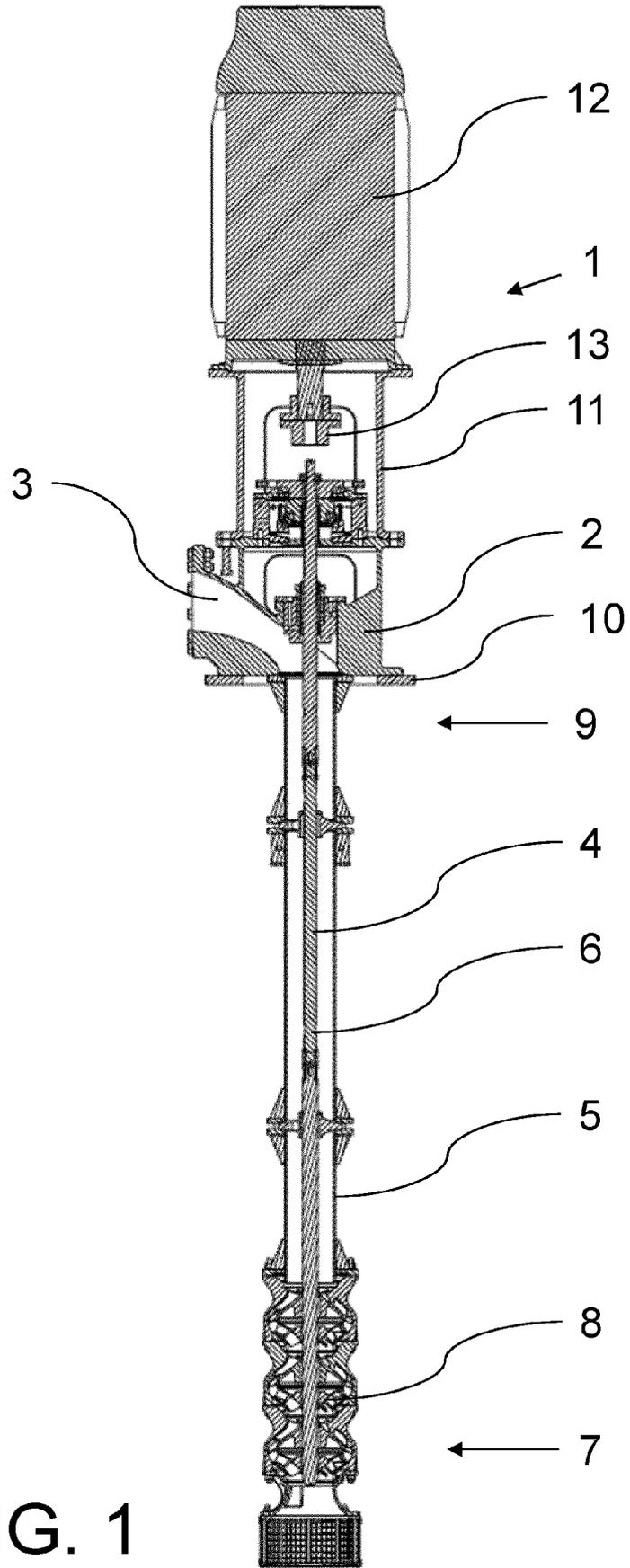
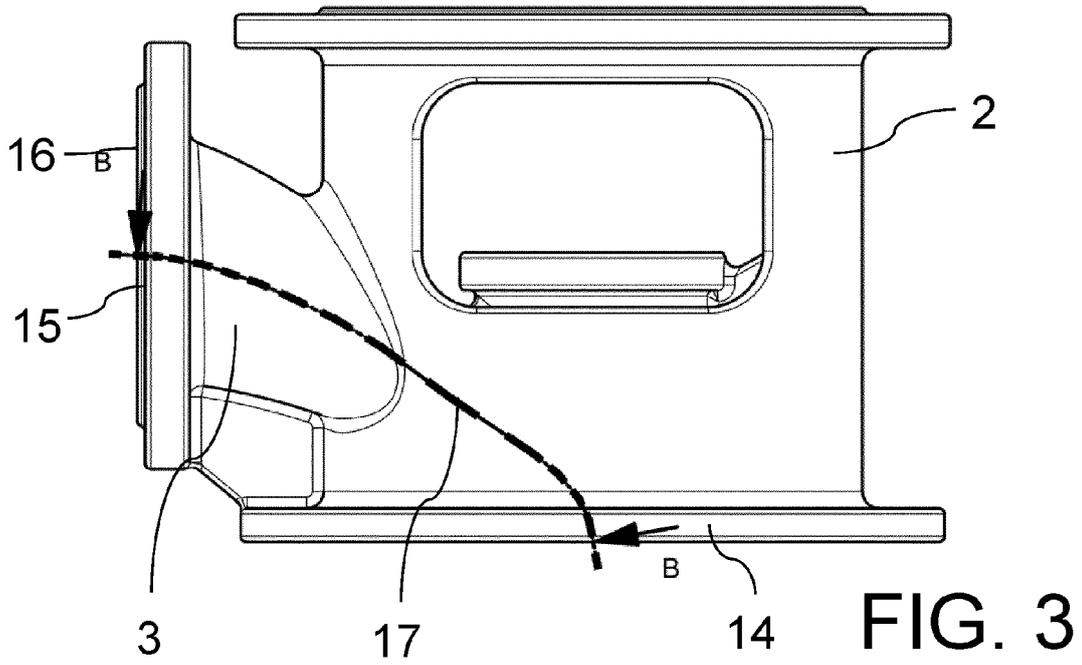
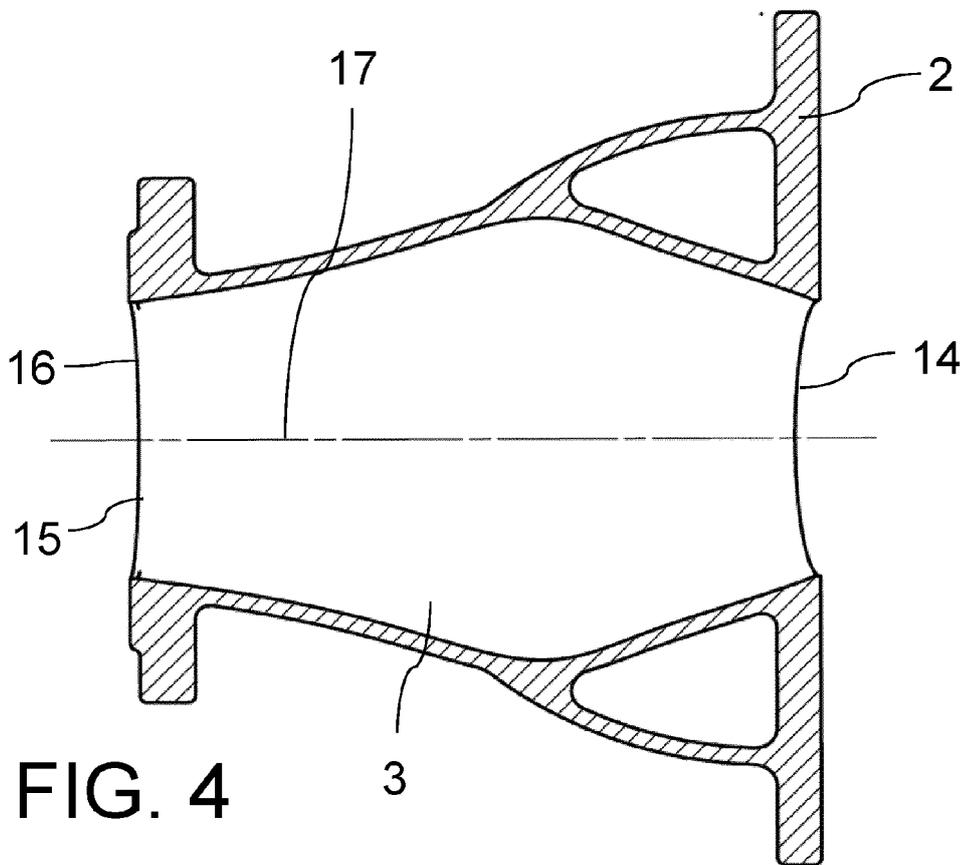


FIG. 1





B-B



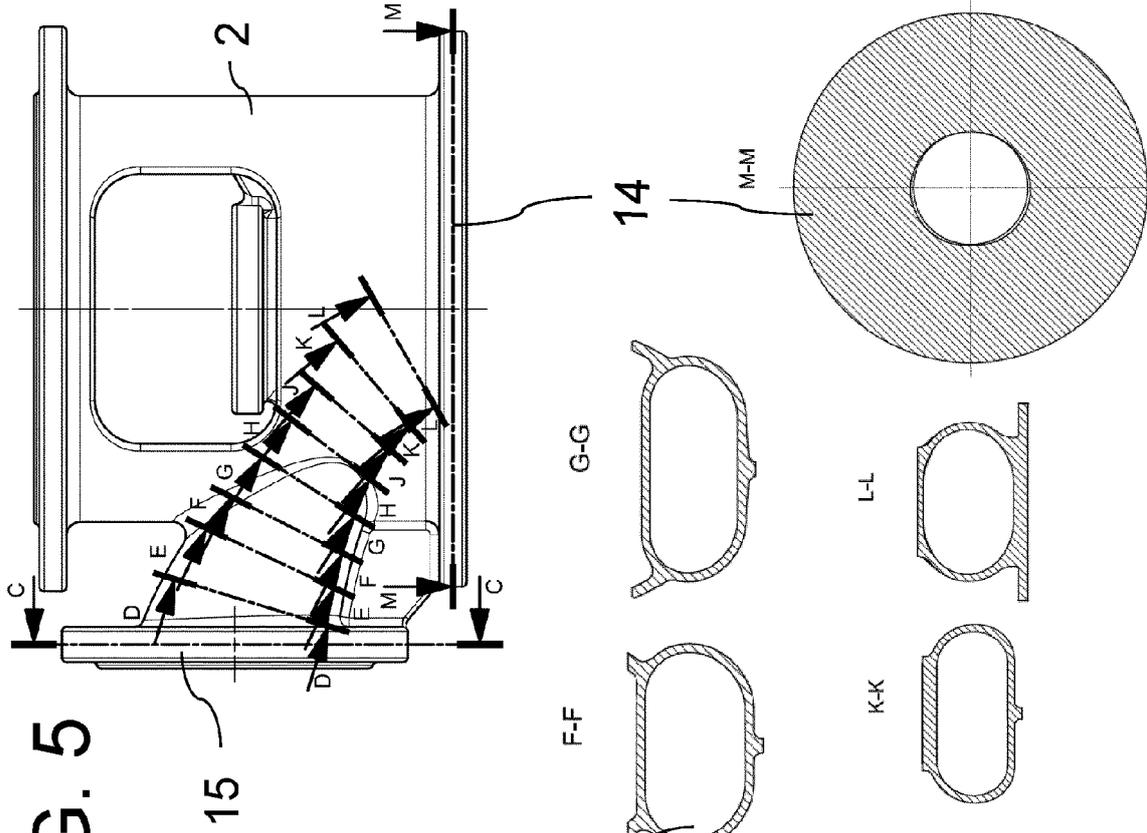


FIG. 5

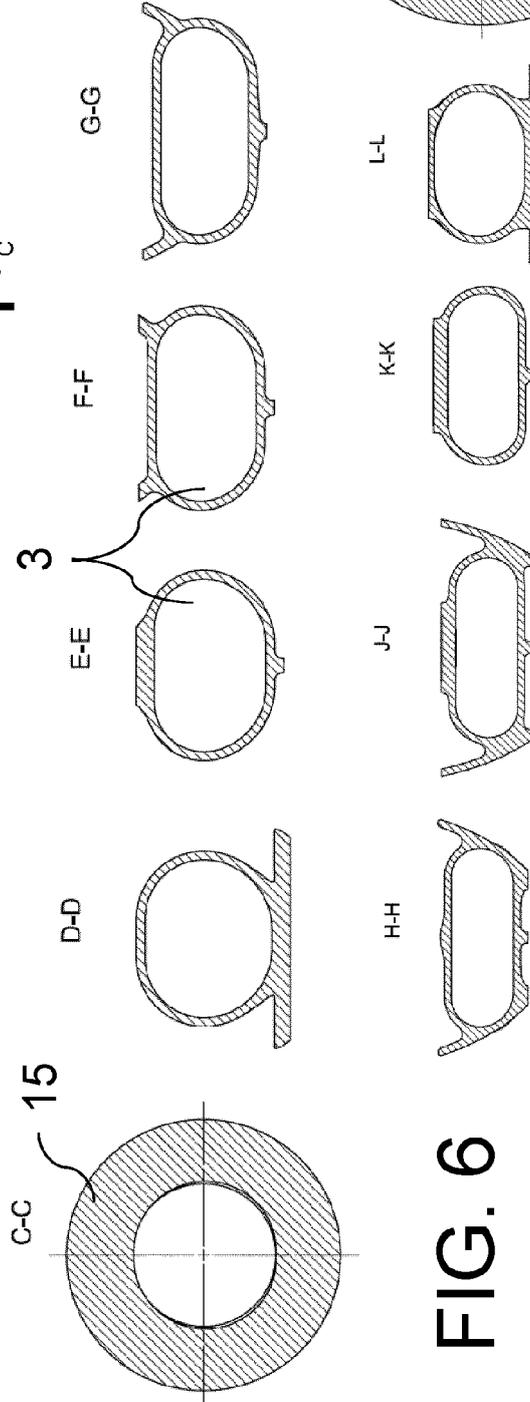


FIG. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 19 3820

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2002/164245 A1 (OKAMURA TOMOYOSHI [JP] ET AL) 7. November 2002 (2002-11-07)	1-7, 9, 10, 12-14	INV. F04D1/06
A	* Absätze [0057], [0064] * * Abbildung 10 *	8, 11	F04D13/02 F04D13/10 F04D29/42 F04D29/44
X	JP 2002 195185 A (DENGYOSHA MACH WORKS) 10. Juli 2002 (2002-07-10)	1-14	
	* Absätze [0010], [0016] - [0018], [0024] * * Abbildungen 2-4 *		
X	JP 2013 209961 A (EBARA CORP) 10. Oktober 2013 (2013-10-10)	1-3, 7-11, 13, 14	
A	* Absätze [0019], [0034] * * Abbildung 5 *	4-6, 12	
A	JP 2013 024037 A (DENGYOSHA MACH WORKS) 4. Februar 2013 (2013-02-04)	1-14	
	* Abbildung 5 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlussdatum der Recherche <b>8. Januar 2024</b>	Prüfer <b>De Tobel, David</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 19 3820

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
 Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-01-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	<b>US 2002164245 A1</b>	<b>07-11-2002</b>	<b>EP 1247991 A1</b> <b>US 2002164245 A1</b>	<b>09-10-2002</b> <b>07-11-2002</b>
15	<b>JP 2002195185 A</b>	<b>10-07-2002</b>	<b>JP 4037054 B2</b> <b>JP 2002195185 A</b>	<b>23-01-2008</b> <b>10-07-2002</b>
	<b>JP 2013209961 A</b>	<b>10-10-2013</b>	<b>KEINE</b>	
20	<b>JP 2013024037 A</b>	<b>04-02-2013</b>	<b>JP 5473154 B2</b> <b>JP 2013024037 A</b>	<b>16-04-2014</b> <b>04-02-2013</b>
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2606238 A1 [0004]