



⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 321 501 B1**

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
17.04.91 Patentblatt 91/16

⑤① Int. Cl.⁵ : **B63H 1/20, B63H 3/02**

②① Anmeldenummer : **87906552.2**

②② Anmeldetag : **09.10.87**

⑥⑥ Internationale Anmeldenummer :
PCT/AT87/00056

⑥⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 88/02719 21.04.88 Gazette 88/09

⑤④ **SCHIFFSPROPELLER.**

③① Priorität : **09.10.86 AT 2684/86**

⑦③ Patentinhaber : **Waldhauser, Kurt**
Hans-Friz-Weg 28
A-8010 Graz (AT)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
28.06.89 Patentblatt 89/26

⑦② Erfinder : **Waldhauser, Kurt**
Hans-Friz-Weg 28
A-8010 Graz (AT)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
17.04.91 Patentblatt 91/16

⑦④ Vertreter : **Wildhack, Helmut, Dipl.-Ing. Dr. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. Leo Brauneiss
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack Landstrasser
Hauptstrasse 50 Postfach 281
A-1031 Wien (AT)

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE DE FR GB IT NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 25 260
FR-A- 347 755

EP 0 321 501 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Schiffspropeller, insbesondere für Motorboote, mit zumindest zwei Propellerblättern, deren jedes an einem auf die Antriebswelle aufgesetzten Propellerstern um eine normal zur Antriebswellenachse gerichtete Achse verschwenkbar gehalten ist und für diese Verschwenkung ein entlang der Antriebswelle geführter Verstellantrieb vorgesehen ist, wobei jedes Propellerblatt eine Lagerpfanne trägt, die mit einem zur Achse der Antriebswelle normalen Bolzen an dem Propellerstern drehbar gelagert ist und das Propellerblatt mit einer Verzahnung verbunden ist, die mit einer Verzahnung des Verstellantriebes kämmt. Ein solcher Propeller ist z. B. aus EP-A-25 260 bekannt.

Schiffsantriebe werden zumeist als Unterwasser-Propeller ausgeführt, wobei für größere Schiffe wegen des Wirkungsgrades und aus Wirtschaftlichkeitsgründen Propelleranlagen verwendet werden, die mit unterkavitativer Drehzahl betrieben werden, d.h. mit einer Drehzahl, welche gegenüber der Motordrehzahl mehrfach untersetzt ist. Andererseits sind für schnelle Rennboote hochfeste Rennschrauben mit großer Steigung und kleinem Durchmesser bekannt, die oft als Oberflächenpropeller mit der Motordrehzahl angetrieben werden, d.h. mit überkavitativer Geschwindigkeit laufen. Hierbei wird die optimale Wirkungsweise eines solchen Oberflächenpropellers bei etwa halber Eintauchtiefe in die Wasseroberfläche erreicht.

Aus verschiedenen Gründen ist es häufig erwünscht, die Propellerblätter verstellen zu können. Dies bereitet bei unterkavitativ betriebenen Schiffspropellern keine Schwierigkeiten. Hiefür wird eine Verstellpropellernabe vorgesehen, welche ein den Verstellmechanismus umschließendes zweiteiliges Gehäuse aufweist, das infolge der Notwendigkeit, die Propellerblätter zu lagern und die Propellerverstellritzel und die mit ihnen kämmenden Zahnstangen unterzubringen, relativ großen Durchmesser aufweisen muß. Dies macht es unmöglich, die bekannten Verstellpropellerkonstruktionen für Oberflächenpropeller anzuwenden, da wegen der hohen Umlaufzahl dieser Propeller die auftretenden Fliehkräfte zu groß werden. Dies gilt auch für eine Schiffspropelleranlage der eingangs beschriebenen Art, bei welcher der Propellerstern radiale Bolzen trägt, deren jeder eine Zentrierung für sein Propellerblatt bildet, das innen mit einem Kegelzahnrad drehfest verbunden ist. Zwischen die Lagerpfanne und dieses Kegelzahnrad greift ein Gehäuseteil ein, welcher das Propellerblatt gegen die radial wirkenden Fliehkräfte hält. Eine solche Konstruktion ist für überkavitativ betriebene Schiffspropeller nicht anwendbar.

Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe, diese Nachteile zu vermeiden, so daß eine Verstellpropellerkonstruktion als Oberflächenpropeller, d.h. mit

überkavitativer Drehzahl (Motordrehzahl), betrieben werden kann. Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß die Lagerpfanne durch den Bolzen zugschlüssig direkt am Propellerstern befestigt ist und daß die die Verzahnung tragende Lagerpfanne mit ihrer Außenfläche im wesentlichen frei liegt. Auf diese Weise übernimmt jeder Bolzen die Rolle, welche bei der zuvor beschriebenen bekannten Konstruktion vom Gehäuse aus geübt wurde, so daß dieses entfällt, wodurch die Außenfläche der Lagerpfanne im wesentlichen frei liegt. Dadurch ergibt sich eine gedrängte Bauweise, d.h. alle zur Verstellung der Propellerblätter nötigen Bauteile liegen so nahe wie möglich an der Achse der Antriebswelle, was im Vergleich zur bekannten Konstruktion eine Verringerung der Fliehkräfte bewirkt. Dadurch wird es möglich, die erfindungsgemäße Konstruktion mit so hoher Drehzahl zu betreiben, daß ihre Verwendung als Oberflächenpropeller möglich ist.

Es wäre im Prinzip denkbar, den Bolzen an seinen beiden Enden mit je einem Bund auszubilden, welcher die zugschlüssige Verbindung zwischen Propellerblatt und Propellerstern bewirkt. Wesentlich günstiger und einfacher ist es jedoch, wenn jeder Bolzen ein Gewindebolzen ist, der in ein Muttergewinde des Propellersternes eingeschraubt ist. Um die Länge des Gewindes, welches ja die radialen Zugkräfte aufzunehmen hat, möglichst groß bemessen zu können, hat erfindungsgemäß jede Lagerpfanne innenseitig eine Kegelfläche, mit der sie auf einer Kegelfläche des Propellersternes gelagert ist. Dadurch ergibt sich nicht nur eine automatische Zentrierung der Lagerpfanne am Propellerstern, sondern auch der Vorteil, daß die Umfangsteile der Lagerpfannen und die vom Gewindebolzen radial entfernten Partien des Propellersternes mehr gegen die Antriebswelle herangerückt werden, was die Zentrifugalkräfte reduziert. Aus letzterem Grund ist es auch zweckmäßig, wenn im Rahmen der Erfindung jeder Bolzen an seinem äußeren Ende einen Bund hat, der in einer Ausnehmung der Außenfläche der Lagerpfanne versenkt angeordnet ist. Dies ergibt zugleich eine sichere Halterung der Lagerpfanne bei großer Lagerfläche für die Verdrehung der Lagerpfanne relativ zum Bolzen bei der Verstellung des Propellerblattes. Bei geeigneter Wahl von Bolzenform und -material können höchste zulässige Propellerfliehkräfte aufgenommen werden.

Im Rahmen der Erfindung trägt jede Lagerpfanne an ihrem Umfang die Verzahnung, die mit der Verzahnung des Verstellantriebes kämmt. Die erfindungsgemäße Konstruktion ermöglicht es hierbei, die mit den Verzahnungen der Lagerpfannen kämmenden Verzahnungen des Verstellantriebes maximal stark zu dimensionieren, da die Lagerpfannen ja ohnedies zur Aufnahme der Bolzen bzw. deren Bunde eine bestimmte Minimalstärke nicht unterschreiten dürfen.

Zwecks Vergleichmäßigung der in radialer Richtung wirkenden Fliehkräfte und zwecks Verringerung

des Strömungswiderstandes sind im Rahmen der Erfindung die Außenflächen der Lagerpfannen sphärisch geformt, wobei vorzugsweise der Bund jedes Bolzens mit seiner Außenfläche in dieser sphärischen Fläche liegt. Jede Lagerpfanne bildet daher mit ihrer Außenfläche eine Kugelkalotte, deren so groß wie möglich bemessener Durchmesser dadurch begrenzt ist, daß sich die Kugelkalotten bei der Verstellbewegung gegenseitig nicht berühren dürfen. Im Sinne der Erfindung wird daher zwischen den Verzahnungen der von den Lagerpfannen der Propellerblätter gebildeten Kugelkalotten nur so viel Bewegungsspiel gelassen, als für die erwähnte Verstellbewegung nötig ist, ansonsten wird der zur Verfügung stehende Platz aus Festigkeitsgründen voll ausgenützt.

Um die Zentrifugalkräfte sicher aufzunehmen, müssen die Gewindebolzen nicht nur hinsichtlich ihres Durchmessers stark dimensioniert sein, sondern auch lange Gewinde haben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung reichen daher die Gewindebolzen bis zur Antriebswelle. Um eine unbeabsichtigte Lösung der Gewindebolzen zu verhindern, sind sie durch Fixierschrauben im Propellerstern gesichert.

Weitere Kennzeichen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, welches in der Zeichnung schematisch dargestellt ist. Fig. 1 zeigt die Oberflächenverstellpropelleranlage in Seitenansicht, teilweise im Schnitt. Fig. 2 zeigt in größerem Maßstab einen Vertikalschnitt durch die Propellernabe.

Die Propelleranlage 1 wird über eine als Vollwelle ausgebildete Antriebswelle 2 angetrieben, die in einem Stevenrohr 3 gelagert ist. Auf der Antriebswelle 2 sitzt eine Propellernabe 4, welche die Propellerblätter 5, im vorliegenden Fall vier Stück, trägt. Die Propellernabe 4 hat keine äußere, die von den Propellerblättern 5 ausgeübten Fliehkräfte aufnehmende Schale, vielmehr sind sämtliche für die Verstellung der Propellerblätter 5 notwendigen Antriebsbauteile unmittelbar um die Antriebswelle 2 herum angeordnet, so daß die Nabe 4 im Durchmesser zwecks Reduzierung der Fliehkräfte sehr klein gehalten werden kann. Die Propellerblattbefestigung erfolgt durch hochfeste Gewindebolzen 6, welche mit den Propellerblättern 5 einstückig ausgebildete Lagerpfannen 7 durchsetzen und mit langen Gewinden in einen auf die Antriebswelle 2 drehbar aufgesetzten Propellerstern 8 eingeschraubt sind. Zweckmäßig reichen diese Gewinde bis zur Welle 2 oder nahe an diese heran. Jeder Gewindebolzen 6 hat außen einen im Durchmesser verbreiterten Bund 9, der bündig in einer Ausnehmung 10 der Außenfläche 11 der Lagerpfanne 7 sitzt und mit dieser eine sphärische Fläche (Kugelkalotte) bildet. Jeder Gewindebolzen ist durch eine in dem Propellerstern 8 von hinten eingeschraubte Fixierschraube 34 gesichert. Die Lagerpfannen 7 bilden zugleich die Verstellritzel

für die mit ihnen verbundenen Propellerblätter 5 zwecks Verchwenkung derselben um die Achse der Bolzen 6. Hierzu ist am Umfang jeder Lagerpfanne 7 eine Verzahnung 12 vorgesehen, die mit einer Verzahnung 13 zweier Kegelzahnräder 14, 15 kämmt. Das dem freien Ende der Antriebswelle 2 benachbarte Kegelzahnrad 15 ist hiebei mit der Antriebswelle 2 mittels eines Keiles 16 drehfest verbunden, wogegen das andere Kegelzahnrad 14 auf eine die Antriebswelle 2 umschließende Hohlwelle 17 mittels eines Gewindes 36 drehfest aufgesetzt und mittels einer Buchse 18 zentriert ist. Bei Relativverdrehung zwischen Antriebswelle 2 und Hohlwelle 17 ergibt sich auf diese Weise eine synchrone Verdrehung aller Propellerblätter 5. Um die wirksame Gewindelänge der Gewindebolzen 6 zu vergrößern, trägt der Propellerstern 8 für jedes Propellerblatt 5 einen nach außen weisenden Fortsatz 19, der an seiner äußeren Stirnfläche zu einer Kegelfläche 20 angedreht ist, auf der eine gleichgeformte Kegelfläche der Lagerpfanne 7 gelagert ist. Dies ergibt zugleich eine Zentrierung der jeweiligen Lagerpfanne 7 am Propellerstern 8. Hierdurch ergibt sich eine zentrierte kipp sichere Lagerung für jedes Propellerblatt 5, welche sowohl höchste Zentrifugalkräfte in Längsrichtung des jeweiligen Bolzens 6 aufzunehmen imstande ist als auch das Kippmoment, welches durch den Propellerschub ausgeübt wird. Durch das Fehlen der Außenverkleidung können die Lagerpfannen 7 maximal groß ausgebildet werden und es ist die Verstellverzahnung am maximal möglichen Außendurchmesser der von den Bauteilen 6, 7, 8, 14, 15 gebildeten Propellernabe 4 vorgesehen und somit robust dimensionierbar. Zwar ist die Verstellverzahnung von Wasser umströmt, was aber bei den geringen und seltenen Verstellbewegungen ohne Belang ist.

Am freien Ende der Antriebswelle 2 kann ein Abrißring 21 sitzen, der durch eine Scheibe 22 und eine Schraube 23 gehalten ist. Nach Lösung der Schraube 23 können die Bauteile 21, 15 und 8 zusammen mit 5, 6, 7 von der Welle 2 nach hinten abgezogen werden. Alle Bauteile, die während der Propellerverstellbewegung bewegt werden, sind zum Wasser hin durch Dichtelemente, vorzugsweise O-Ringe 24, abgedichtet, so daß ein Austritt des zur Schmierung des gesamten Propellerkopfes dienenden Getriebeöles verhindert wird, welches zwischen der Antriebswelle 2 und der Hohlwelle 17 entlangfließend zugeführt wird.

Der Propellernabe 4 unmittelbar benachbart ist ein über eine Leitung 35 mit Wasser geschmiertes Gummilager 25 zur Aufnahme der Radialkräfte der beiden Wellen 2, 17. Das Gummilager 25 sitzt in einem Halterohr 26, das durch Stützrippen 27 im Stevenrohr 3 gehalten ist. Zwischen den Stützrippen 27 bestehen Zwischenräume, welche mit dem Ringraum zwischen Hohlwelle 17 und Stevenrohr 3 in Verbindung stehen und durch welche Motorabgase, Motor-

kühlwasser und gegebenenfalls auch Preßluft, die durch einen Stutzen 28 (Fig.1) in das Stevenrohr 3 eingeführt werden, in Richtung der Pfeile 31 der Saugseite der Propellerblätter 5 zwecks Verbesserung des Wirkungsgrades der Propelleranlage 1 zugeführt werden können. Das Stevenrohr 3 ist im Bootskörper 29 mittels einer Stopfbüchse 30 in Axialrichtung einstellbar gehalten und trägt im Inneren des Bootes den Verstellantrieb 32 für die Relativverdrehung von Hohlwelle 17 und Antriebswelle 2 zwecks Propellerblattverstellung. Der Verstellantrieb 32 ist vorzugsweise mechanisch ausgebildet und hat einen Betätigungsgriff 33.

Ansprüche

1. Schiffspropeller, insbesondere für Motorboote, mit zumindest zwei Propellerblättern (5), deren jedes an einem auf die Antriebswelle (2) aufgesetzten Propellerstern (8) um eine normal zur Antriebswelle nachse gerichtete Achse verschwenkbar gehalten ist und für diese Verschwenkung ein entlang der Antriebswelle (2) geführter Verstellantrieb vorgesehen ist, wobei jedes Propellerblatt (5) eine Lagerpfanne (7) trägt, die mit einem zur Achse der Antriebswelle (2) normalen Bolzen (6) an dem Propellerstern (8) drehbar gelagert ist und das Propellerblatt (5) mit einer Verzahnung (12) verbunden ist, die mit einer Verzahnung (13) des Verstellantriebes kämmt, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerpfanne (7) durch diesen Bolzen (6) zugschüssig direkt am Propellerstern (8) befestigt ist und daß die die Verzahnung (12) tragende Lagerpfanne (7) mit ihrer Außenfläche (11) im wesentlichen frei liegt.

2. Schiffspropeller nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bolzen (6) ein Gewindebolzen ist, der in ein Muttergewinde des Propellersternes (8) eingeschraubt ist.

3. Schiffspropeller nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Lagerpfanne (7) innenseitig eine Kegelfläche hat, mit der sie auf einer Kegelfläche (20) des Propellersternes (8) gelagert ist.

4. Schiffspropeller nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Bolzen (6) an seinem äußeren Ende einen Bund (9) hat, der in einer Ausnehmung (10) der Außenfläche (11) der Lagerpfanne (7) versenkt angeordnet ist.

5. Schiffspropeller nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Lagerpfanne (7) an ihrem Umfang die Verzahnung (12) trägt, die mit der Verzahnung (13) des Verstellantriebes kämmt.

6. Schiffspropeller nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzahnungen (13) des Verstellantriebes an auf die Antriebswelle (2) und eine diese umgebende Hohlwelle (17) drehfest aufgesetzten Kegelzahnradern (14 bzw. 15) vorgesehen sind.

7. Schiffspropeller nach einem der Ansprüche 1

bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenfläche (11) jeder Lagerpfanne (7) sphärisch geformt ist, wobei vorzugsweise der Bund (9) jedes Bolzens (6) mit seiner Außenfläche in dieser sphärischen Fläche liegt.

8. Schiffspropeller nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindebolzen (6) bis zur Antriebswelle (2) reichen.

9. Schiffspropeller nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindebolzen (6) durch Fixierschrauben (34) im Propellerstern (89) gesichert sind.

10. Schiffspropeller nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den Verstellantrieb (32) bewegten Bauteile relativ zu den durch diesen Antrieb nicht bewegten Bauteilen durch Dichtelemente, vorzugsweise O-Ringe (24), abgedichtet sind.

Claims

1. Marine propeller, in particular for motor boats, having at least two propeller blades (5) each of which is pivotally supported on a propeller star (8) about an axis directed normally to the axis of the drive shaft, an adjusting actuator passed along the drive shaft (2) being provided for this pivoting motion and each propeller blade carrying a step bearing (7) rotatably supported on the propeller star (8) by means of a bolt (6) extending normally to the axis of the drive shaft (2) and the propeller blade being connected to a toothing (12) meshing with a toothing (13) of the adjusting actuator, characterized in that the step bearing (7) is attached directly and proof to traction to the propeller star (8) by means of this bolt (6) and that the outer surface (11) of the step bearing (7) carrying the toothing (12) is substantially exposed.

2. Marine propeller according to claim 1, wherein the bolt (6) is a threaded bolt screwed into a nut thread of the propeller star (8).

3. Marine propeller according to claim 1 or 2, wherein each step bearing (7) is provided with a conical surface on its inside by means of which conical surface it is supported on a conical surface (20) of the propeller star (8).

4. Marine propeller according to any one of the claims 1 to 3, wherein each bolt (6) is provided with a collar (9) on its outer end, which collar is sunkenly arranged in a recess (10) of the outer surface (11) of the step bearing (7).

5. Marine propeller according to claim 1 or 2, wherein each step bearing (7) is provided on its periphery with the toothing (12) which meshes with the toothing (13) of the adjusting actuator.

6. Marine propeller according to claim 5, wherein the toothings (13) of the adjusting actuator are provided on conical gear wheels (14 and/or 15) non-rotat-

ably attached to the drive shaft (2) and a hollow shaft (17) surrounding this shaft.

7. Marine propeller according to any one of the claims 1 to 6, wherein the outer surface (11) of each step bearing (7) is spherically formed and the collar (9) of each bolt (6) preferably lies in this spherical surface with its outer surface.

8. Marine propeller according to any one of the claims 2 to 7, wherein the threaded bolts (6) extend up to the drive shaft (2).

9. Marine propeller according to any one of the claims 2 to 8, wherein the threaded bolts (6) are secured in the propeller star (8) by means of positioning screws (34).

10. Marine propeller according to any one of the claims 1 to 9, wherein the structural elements moved by the adjusting actuator (32) are sealed against the structural elements not moved by this actuator by means of sealing elements, preferably by means of O-rings (24).

Revendications

1. Hélice de navire, en particulier pour bateaux automobiles, avec au moins deux pales d'hélice (5) dont chacune est retenue pivotante sur une étoile d'hélice (8) placée sur l'arbre moteur (2) autour d'un axe dirigé normalement vers l'axe de l'arbre moteur, un vérin passant le long dudit arbre moteur (2) étant pourvu pour ledit pivotement, chaque pale d'hélice (5) portant une crapaudine (7) disposée pivotante sur l'étoile d'hélice (8) au moyen d'un boulon s'étendant normalement par rapport à l'axe de l'arbre moteur et la pale d'hélice (5) étant reliée à un engrenage (12) s'engrenant avec l'engrenage (13) du vérin, caractérisée en ce que la crapaudine (7) est attachée à l'étoile d'hélice (8), résistant à la traction et directement, au moyen dudit boulon (6) et que la surface extérieure de la crapaudine (7) portant l'engrenage (12) est essentiellement exposée.

2. Hélice de navire selon la revendication 1, caractérisée en ce que le boulon (6) est un boulon fileté vissé dans un filet femelle de l'étoile d'hélice (8).

3. Hélice de navire selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque crapaudine (7) est pourvue d'une surface conique à l'intérieur par laquelle elle repose sur une surface conique (20) de l'étoile d'hélice (8).

4. Hélice de navire selon une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que chaque boulon (6) est pourvu à son extrémité extérieure d'une collerette (9) disposée noyée dans un évidement (10) de la surface extérieure de la crapaudine (7).

5. Hélice de navire selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque crapaudine (7) porte sur sa périphérie l'engrenage (12) s'engrenant avec l'engrenage (13) du vérin.

6. Hélice de navire selon la revendication 5, caractérisée en ce que les engrenages (13) du vérin sont pourvus sur des roues dentées coniques (14 et/ou 15) placées de manière résistante à la torsion sur l'arbre moteur (2) et un arbre creux (17) l'entourant.

7. Hélice de navire selon une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la surface extérieure (11) de chaque crapaudine (7) est de forme sphérique, la surface extérieure de la collerette (9) de chaque boulon (6) restant de préférence dans cette surface sphérique.

8. Hélice de navire selon une des revendications 2 à 7, caractérisée en ce que les boulons filetés (6) s'étendent jusqu'à l'arbre moteur (2).

9. Hélice de navire selon une des revendications 2 à 8, caractérisée en ce que les boulons filetés (6) sont fixés dans l'étoile d'hélice (8) par des vis d'assemblage (34).

10. Hélice de navire selon une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les éléments de construction agités par le vérin (32) sont étanchés par rapport aux éléments de construction non agités par ledit vérin au moyen d'éléments d'étanchéité, de préférence d'anneaux toriques d'étanchéité (24).

Fig. 1

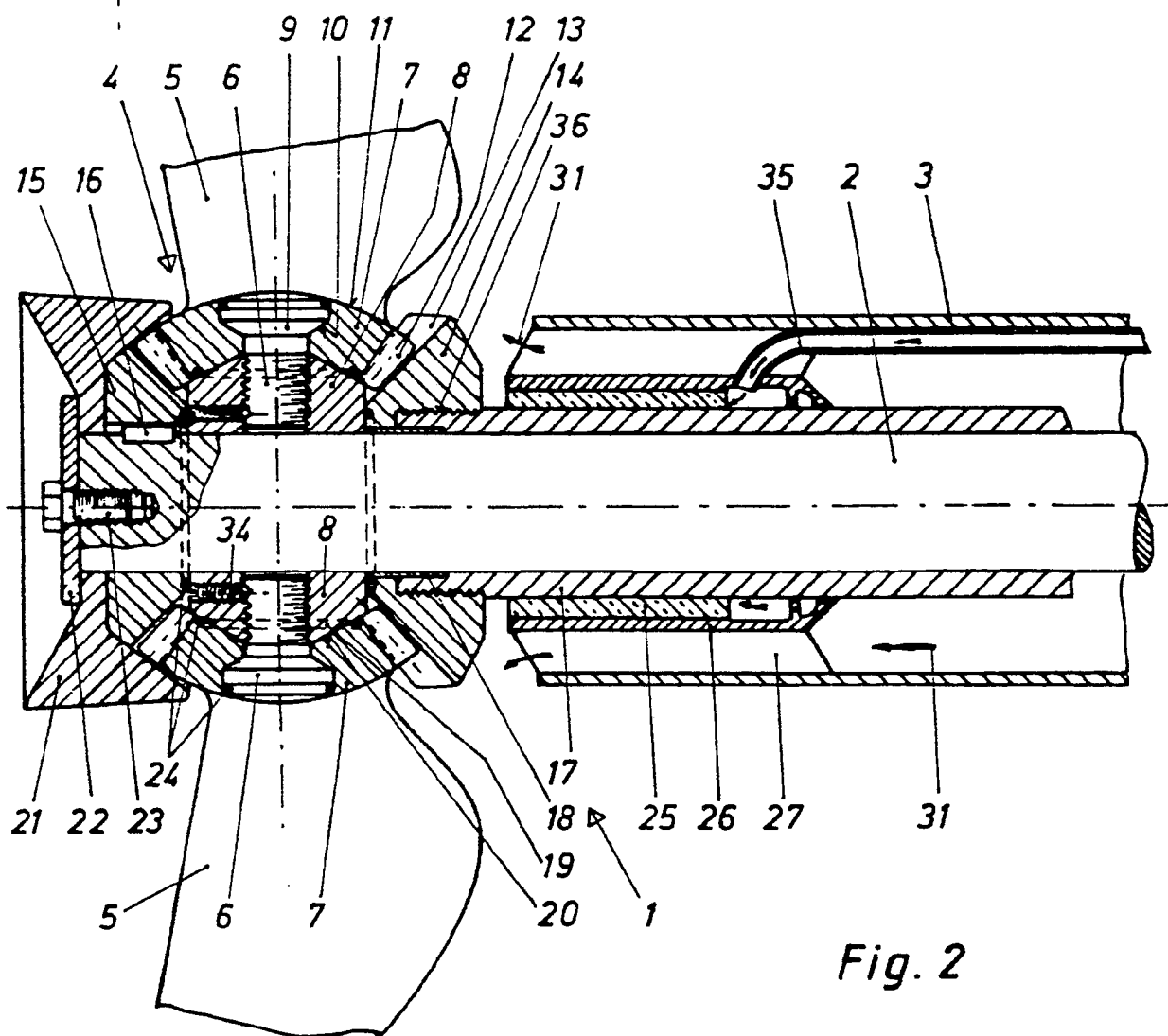
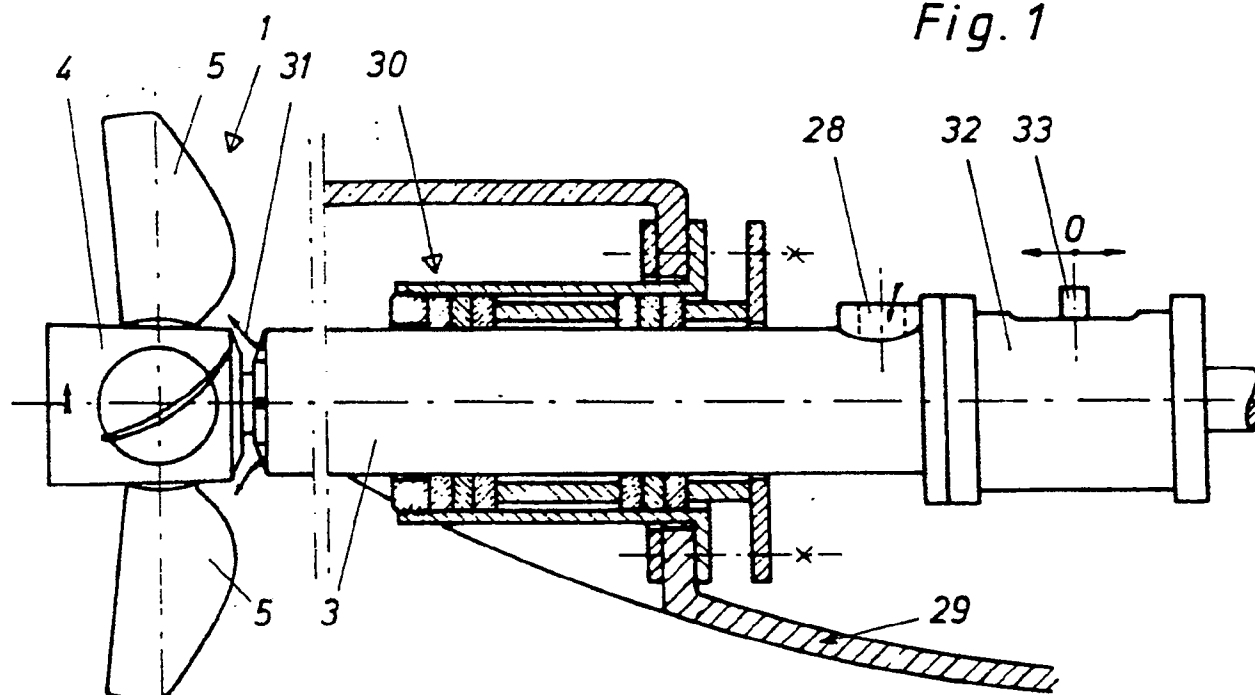


Fig. 2