



(11)

EP 3 495 626 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2019 Patentblatt 2019/24

(51) Int Cl.: **F01D 17/16** ^(2006.01) **F04D 29/56** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18209948.1**

(22) Anmeldetag: **04.12.2018**

(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 MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 07.12.2017 DE 102017222209

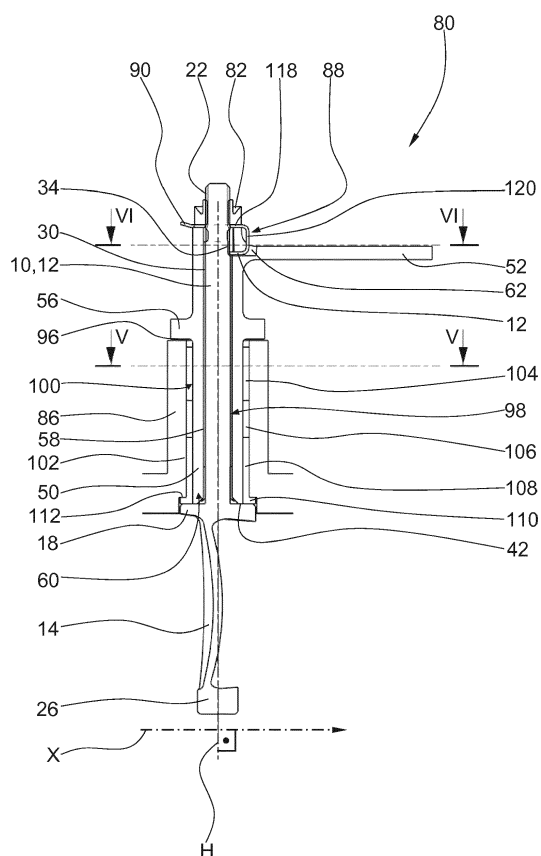
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Mairhanser, Vitalis**
85244 Sigmertshausen (DE)
- **Williams, Stephen Royston**
82229 Seefeld (DE)
- **Humhauser, Werner**
85368 Moosburg (DE)

(54) **HEBELANBINDUNG UND ZUGEHÖRIGE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Offenbart ist eine Hebelanbindung (80, 270) zum drehfesten Verbinden einer Leitschaufel (10, 200) mit einem Hebel (52, 242) einer Leitschaufelverstellung (54) einer Strömungsmaschine, wobei die Leitschaufel (10, 200) einen sich entlang einer Hochachse (H) erstreckenden Schaufelschaft (12, 202) aufweist. Erfindungsgemäß ist der Hebel (52, 242) einstückig an einem radial äußeren Ende (46, 236) einer den Schaufelschaft (12, 202) abschnittsweise koaxial umschließenden, im Wesentlichen hohlzylindrischen Spannhülse (50, 240) ausgebildet und der Schaufelschaft (12, 202) und die Spannhülse (50, 240) sind über eine längsseitige Formschlussverbindung (98) oder eine stirnseitige Formschlussverbindung (278) gekoppelt und der Schaufelschaft (12, 202) ist mittels eines Befestigungselements (84, 274), insbesondere einer Gewindemutter (82, 272), mit der Spannhülse (50, 240) entlang der Hochachse (H) verspannbar. Infolgedessen ist eine Trennung von zwei unterschiedlichen, auf die Leitschaufeln (10, 200) einwirkenden Kraftflüssen gegeben, wodurch örtliche Belastungsspitzen reduziert werden. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Strömungsmaschine mit derartigen Hebelanbindungen (80, 270) zum Herstellen einer drehfesten Ankopplung von Leitschaufeln (10, 200) an eine Leitschaufelverstellung (54).



Figur 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst eine Hebelanbindung zum drehfesten Verbinden einer Leitschaufel mit einem Hebel einer Leitschaufelverstellung einer Strömungsmaschine, wobei die Leitschaufel einen sich entlang einer Hochachse erstreckenden Schaufelschaft aufweist.

[0002] Darüber hinaus hat die Erfindung eine Strömungsmaschine mit einer Vielzahl von Hebelanbindungen zum Herstellen einer drehfesten Ankopplung der Leitschaufeln an eine Leitschaufelverstellung.

[0003] Verdichter in axialen Strömungsmaschinen, beispielsweise Flugzeugtriebwerken, umfassen in der Regel im Bereich der vorderen Verdichterstufen oder im Hochdruckverdichter eine Leitschaufelverstellung. Durch die Leitschaufelverstellung werden die Leitschaufeln der relevanten Leitschaufelreihe drehzahlabhängig um ihre Hochachse verstellt, so dass ein absoluter Leitradabströmungswinkel veränderbar ist. Hierdurch kann ein Strömungsabriss beim Hochfahren der Strömungsmaschine bzw. bei geringen Drehzahlen verhindert werden. Eine Stufenbelastung wird reduziert. Alternativ könnte auch ein Strömungsabriss durch eine Verstellung der Laufschaufeln der Verdichterstufen verwirklicht werden, jedoch ist dies technisch wesentlich aufwändiger, so dass sich die Verstellung der Leitschaufeln durchgesetzt hat.

[0004] Die Verstellung der Leitschaufeln einer Leitschaufelreihe erfolgt herkömmlicherweise mechanisch durch Betätigung eines Stellantriebs. Der Stellantrieb wirkt in der Regel über einen Verstellring und jeweils mittels eines Hebels auf die Leitschaufeln. Der Verstellring ist außerhalb der Strömungsmaschine angeordnet und gewöhnlich in Strömungsrichtung betrachtet hinter und koaxial zur Leitschaufelreihe positioniert. Er ist in Umfangsrichtung verdrehbar und in Axialrichtung der Strömungsmaschine verschiebbar. Bei mehreren zu verstellenden Verdichterstufen werden die Verstellringe gleichzeitig über einen drehbar am Verdichtergehäuse gelagerten Stellhebel des Stellantriebs angesteuert, der sich in Axialrichtung der Strömungsmaschine erstreckt und jeweils mit den Verstellringen verbunden ist.

[0005] Bei bekannten Leitschaufelverstellungen wird der Hebel in Radialrichtung der Strömungsmaschine auf einen sich in Hochrichtung der Leitschaufel erstreckenden Schaufelschaft gesteckt. Danach wird der Hebel an einem in der Regel kleinflächigen Kontaktbereich des Schaufelschafts formschlüssig fixiert und mittels einer Verschraubung gesichert. Die Verschraubung kann durch ein Innengewinde oder durch ein Außengewinde erfolgen. Diese Art der Hebelanbindung erfordert einen ausreichend dicken Schaufelschaft für die Gestaltung der Kontaktflächen. Da die Formschlussverbindung jeweils nur endseitig und mit verhältnismäßig kleinen Kontaktflächen realisiert ist, können unter anderem lokal höhere mechanische Spannungen entstehen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hebelanbin-

dung einer Leitschaufelverstellung einer Strömungsmaschine zum Herstellen einer drehfesten Verbindung zwischen einer Leitschaufel und einem Hebel anzugeben, die die vorstehend genannten Nachteile vermeidet. Zudem ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Strömungsmaschine mit erfindungsgemäßen Hebelanbindungen anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird zunächst durch eine Hebelanbindung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Bei einer Hebelanbindung zum drehfesten Verbinden einer Leitschaufel mit einem Hebel einer Leitschaufelverstellung einer Strömungsmaschine, wobei die Leitschaufel einen sich entlang einer Hochachse erstreckenden Schaufelschaft aufweist, ist der Hebel einstückig an einem radial äußeren Ende einer den Schaufelschaft abschnittsweise koaxial umschließenden, im Wesentlichen hohlzylindrischen Spannhülse ausgebildet und der Schaufelschaft und die Spannhülse sind über eine längsseitige Formschlussverbindung oder eine stirnseitige Formschlussverbindung gekoppelt und der Schaufelschaft ist mittels eines Befestigungselements, insbesondere einer Gewindemutter, mit der Spannhülse entlang der Hochachse verspannbar.

[0009] Hierdurch ist eine Trennung der Kraftflüsse gegeben, da der Schaufelschaft im Wesentlichen nur auf Zug und die Spannhülse mittels des integral daran angeformten Hebels zumindest im Wesentlichen nur durch Biegemomente beim Verstellen der Leitschaufel beaufschlagt wird. Im Vergleich zu einer hergebrachten Hebelanbindung wird die Gefahr des Entstehens von lokal erhöhten mechanischen Spannungen vermindert und insgesamt eine gleichmäßigere Lastverteilung erreicht. Die längsseitige Formschlussverbindung erstreckt sich ebenfalls parallel zur Hochachse des Schaufelschaftes. Die Gewindemutter ist üblicherweise selbstsichernd ausgeführt. Anstelle einer Gewindemutter kann zum Beispiel ein Gewindebolzen als Spann- bzw.- Befestigungselement zum Einsatz kommen.

[0010] Bevorzugt weist die Spannhülse einen Bund zur radialen Lagesicherung der Leitschaufel in einem Gehäuse der Strömungsmaschine auf, wobei zwischen dem Bund und dem Gehäuse ein definierter Spalt besteht. Infolgedessen ist eine leichtgängige Lagerung gegeben.

[0011] Nach Maßgabe einer technisch vorteilhaften Weiterbildung ist zwischen einem radial inneren Ende der Spannhülse und dem Bund der Spannhülse ein zylindrischer Lagerabschnitt zur verschwenkbaren Lagerung der Leitschaufel in dem Gehäuse ausgebildet. Infolgedessen ist eine besonders große Kontaktfläche zwischen Spannhülse und dem Gehäuse der Strömungsmaschine gegeben, woraus eine robuste und haltbare Lagerung resultiert.

[0012] Bevorzugt ist zwischen einer Bohrung des Gehäuses und dem Lagerabschnitt der Spannhülse mindestens eine Buchse angeordnet. Hierdurch ist im Fall einer geeigneten Materialauswahl der Spannhülse, der

mindestens einen zumindest annähernd hohlzylindrischen Buchse sowie des Gehäuses der Strömungsmaschine in diesem Bereich eine verschleißarme Lagerung möglich. Zudem ist mittels der mindestens einen Buchse ein Toleranzausgleich realisierbar.

[0013] Vorzugsweise ist an einem radial äußeren Ende des Schaufelschaftes ein Gewindeabschnitt für die Gewindemutter ausgebildet. Infolgedessen ist eine mechanisch zuverlässige sowie erforderlichenfalls wieder lösbare Verbindung zwischen dem Schaufelschaft und der Spannhülse gegeben.

[0014] Vorzugsweise bildet der radial äußere Teller der Leitschaufel eine Anlagefläche für das radial innere Ende der Spannhülse aus. Hierdurch ist an dem Schaufelschaft ein einseitiges Widerlager für die Spannhülse gegeben.

[0015] Im Fall einer ersten Ausführungsvariante der Hebelanbindung weist der Schaufelschaft eine Längsausparnung mit einer ersten Aussparung unterhalb des Gewindeabschnitts und die Spannhülse eine Längsinnenverzahnung mit einer zweiten Aussparung im Bereich des Hebels zur Schaffung der längsseitigen Formschlussverbindung auf, wobei die beiden Aussparungen derart ausgebildet sind, dass ein in den Aussparungen passgenau aufnehmbares Sicherungsblech beim Verspannen des Schaufelschaftes mit der Spannhülse zwischen dem Schaufelschaft und dem Hebel zu deren spielfreier Verbindung einklemmbar ist. Hierdurch ist eine dauerhaft spielfreie, drehfeste Verbindung zwischen der Spannhülse mit dem Hebel und dem Schaufelschaft gegeben. Eine Übertragung der Verstellmomente erfolgt mittels der längsseitigen Formschlussverbindung, während die Übertragung von Biegemomenten über die Spannhülse mit dem Hebel geschieht, was eine Aufteilung dieser verschiedenen Kraftflüsse bewirkt. Das Sicherungsblech dient darüber hinaus zur Lagesicherung der bevorzugt selbstsichernden Gewindemutter.

[0016] Im Fall einer zweiten Ausführungsform der Hebelanbindung ist die stirnseitige Formschlussverbindung mit einer ersten in Richtung des äußeren radialen Endes des Schaufelschafts gerichteten Stirnverzahnung am radial äußeren Teller und mit einer in Richtung der ersten Stirnverzahnung gerichteten zweiten Stirnverzahnung am radial inneren Ende der Spannhülse gebildet. Aufgrund der entgegengesetzt orientierten und miteinander in einem zumindest bereichsweise formschlüssigen Eingriff stehenden Stirnverzahnungen ist eine dauerhaft spielfreie Verbindung zwischen der Spannhülse mit dem Hebel und dem Schaufelschaft gegeben. Darüber hinaus gewährleisten die beiden Stirnverzahnungen eine einwandfreie Zentrierung der Spannhülse in Bezug zu dem Schaufelschaft. Der Schaufelschaft bleibt im Ergebnis vollkommen frei von Biege- bzw. Torsionsmomenten und ist demnach ausschließlich auf Zug belastet, woraus eine strikte Kraftflusstrennung resultiert, wodurch das Auftreten von lokalen mechanischen Spannungen innerhalb der Leitschaufel weitestgehend vermieden wird.

[0017] Bevorzugt weisen die beiden Stirnverzahnun-

gen jeweils eine unregelmäßige Zahnteilung auf. Infolgedessen ist eine eindeutige Winkelposition zwischen dem Schaufelschaft und der Spannhülse zur Erleichterung der Montage der Hebelanbindung gegeben.

[0018] Im Fall einer technisch günstigen Ausgestaltung ist im Bereich der Spannhülse und/oder des Hebels eine Ausnehmung für ein Sicherungsblech zur Lagesicherung der Gewindemutter vorgesehen. Hierdurch ist neben der bevorzugt selbstsichernd ausgeführten Gewindemutter eine weitere Sicherung der Gewindemutter gegen unbeabsichtigtes Lösen gegeben.

[0019] Vorzugsweise weist der Schaufelschaft einen zumindest näherungsweise zylindrischen Zentrierbund auf, der zumindest abschnittsweise an einem Innenzentrierabschnitt im Bereich des radial äußeren Endes der Spannhülse anliegt. Hierdurch ist eine verlässliche Führung des Schaufelschafts in der Spannhülse gegeben.

[0020] Eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine ist mit einer Vielzahl von Hebelanbindungen nach einem der Patentansprüche 1 bis 11 zum Herstellen einer drehfesten Ankopplung von Leitschaufeln an eine Leitschaufelverstellung ausgestattet. Infolgedessen ist eine Entkopplung der Kraftflüsse gegeben, wodurch die Gefahr der Entstehung lokaler mechanischer Spannungsspitzen vermieden wird.

[0021] Es zeigen schematisch:

- Figur 1: eine perspektivische Ansicht einer Leitschaufel für eine erste Ausführungsvariante einer Hebelanbindung,
- Figur 2: eine perspektivische Ansicht einer Spannhülse mit einem einstückig seitlich daran ausgebildeten Hebel für die erste Ausführungsvariante der Hebelanbindung,
- Figur 3: eine Draufsicht auf die erste Ausführungsvariante der Hebelanbindung in einem montierten Zustand,
- Figur 4: einen Längsschnitt der montierten Hebelanbindung von Fig. 3 entlang der Schnittrlinie IV-IV,
- Figur 5: einen Querschnitt der Hebelanbindung von Fig. 4 entlang der Schnittrlinie V-V,
- Figur 6: einen Querschnitt der Hebelanbindung von Fig. 4 entlang der Schnittrlinie VI-VI,
- Figur 7: eine perspektivische Ansicht einer Leitschaufel für eine zweite Ausführungsvariante einer Hebelanbindung,
- Figur 8: eine perspektivische Ansicht einer Spannhülse mit einem einstückig seitlich daran ausgeformten Hebel für die zweite Ausführungsvariante der Hebelanbindung,
- Figur 9: eine schematische Seitenansicht auf die zweite Ausführungsvariante der Hebelanbindung in einem montierten Zustand,
- Figur 10: eine Draufsicht auf die montierte zweite Ausführungsform der Hebelanbindung von Fig. 9,
- Figur 11: einen Längsschnitt durch die montierte He-

belanbindung von Fig. 10 entlang der Schnittlinie XI-XI.

[0022] Im Kontext der vorliegenden Beschreibung beziehen sich Begriffe wie "radial", "radial außen", "radial äußere", "radial innen" sowie "radial innere" - soweit nicht ausdrücklich auf eine andere Orientierung hingewiesen ist - auf eine Maschinenlängsachse X der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine, die die Drehachse eines Rotors der Strömungsmaschine verkörpert.

[0023] Angaben wie "seitlich" und "quer" beziehen sich auf eine Hochachse H einer Leitschaufel der Strömungsmaschine, die im Wesentlichen radial zur Maschinenlängsachse X verläuft.

[0024] Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Leitschaufel für eine erste Ausführungsvariante einer Hebelanbindung. Eine in Einbaulage dargestellte Leitschaufel 10 weist unter anderem einen sich entlang einer Hochachse H erstreckenden Schaufelschaft 12 mit einem Schaufelblatt 14 auf. Die Leitschaufel 10 ist in einem hier nicht dargestellten Gehäuse einer gleichfalls nicht dargestellten Strömungsmaschine um die Hochachse H verschwenkbar aufnehmbar. Senkrecht zu der Hochachse H verläuft die Maschinenlängsachse X der Strömungsmaschine. An einem radial inneren Ende 16 des Schaufelschafts 12 ist ein durchmessergrößerer, radial äußerer Teller 18 ausgebildet. An einem radial äußeren Ende 20 des Schaufelschafts 12 ist ein Gewindeabschnitt 22 vorgesehen. Eine radial innere Schaufelblattwurzel 24 des Schaufelblatts 14 geht in einen durchmesserkleineren, radial inneren Teller 26 über, während eine radial äußere Schaufelblattwurzel 28 in den durchmessergrößereren Teller 18 übergeht.

[0025] An dem Schaufelschaft 12 ist zumindest abschnittsweise eine parallel zur Hochachse H verlaufende Längsaußenverzahnung 30 ausgebildet. Die Längsaußenverzahnung 30 kann als eine gleichmäßige Evolventen-, Trapez-, Dreiecksverzahnung oder dergleichen ausgestaltet sein. Zwischen dem Gewindeabschnitt 22 und der Längsaußenverzahnung 30 befindet sich eine hohlkehlartige Ringnut 32 bzw. eine Einschnürung des Schaufelschafts 12. In den Schaufelschaft 12 ist eine ungefähr quaderförmige sowie parallel zur Hochachse H verlaufende Aussparung 34 eingebracht, die sich ausgehend von der Ringnut 32 über eine geringe Länge L in Richtung des radial inneren Endes 16 des Schaufelschafts 12 erstreckt. Die Aussparung 34 nimmt mindestens einen Zahn 36 der Längsaußenverzahnung 30 vollständig und hier beispielhaft einen unmittelbar umfangsseitig zu diesem benachbarten weiteren Zahn 38 teilweise ein, wobei von dem Zahn 38 lediglich eine schmale Seitenwand 40 stehen bleibt. Die Aussparung 34 dient zur Aufnahme eines hier nicht dargestellten Sicherungsblechs (vgl. insb. Fig. 3, 4, 6). Der Teller 18 verfügt ferner über eine in etwa kreisringförmige Anlagefläche 42 für eine Spannhülse der Hebelanbindung (vgl. insb. Fig. 2).

[0026] Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Spannhülse mit einem einstückig seitlich daran ausge-

bildeten Hebel für die erste Ausführungsvariante der Hebelanbindung. Im Bereich eines radial äußeren Endes 46 eines im Wesentlichen hohlzylindrischen Grundkörpers 48 einer Spannhülse 50 ist ein Hebel 52 einer zeichnerisch lediglich angedeuteten Leitschaufelverstellung 54 der Strömungsmaschine einstückig ausgebildet. Die Spannhülse 50 verfügt über einen näherungsweise scheibenförmigen Bund 56 zur radialen Lagesicherung der Leitschaufel in einem hier nicht dargestellten Gehäuse der Strömungsmaschine. Die Spannhülse 50 verfügt über eine Längsinnenverzahnung 58, die korrespondierend zur Längsaußenverzahnung des Schaufelschafts (vgl. insb. Fig. 1) ausgeführt ist und die sich ausgehend von dem radial äußeren Ende 46 bis zu einem radial inneren Ende 60 der Spannhülse 50 parallel zur Hochachse H erstreckt. Die Hochachse H verläuft wiederum orthogonal zur Maschinenlängsachse X. An dem radial äußeren Ende 46 der Spannhülse 50 ist im Bereich des Grundkörpers 48 der Spannhülse sowie im Hebel 52 eine Aussparung 62 für das Sicherungsblech vorgesehen. Die Aussparung 62 verfügt über eine erste und eine zweite Seitenwand 64, 66 sowie einen Boden 68, wobei die Seitenwände 64, 66 senkrecht zum Boden 68 orientiert sind.

[0027] Figur 3 illustriert eine Draufsicht auf die erste Ausführungsvariante der Hebelanbindung in einem montierten Zustand. In einem montierten Zustand einer erfindungsgemäßen Hebelanbindung 80 ist der Gewindeabschnitt 22 am Schaufelschaft 12 der Leitschaufel 10 mit der Spannhülse 50 mittels einer bevorzugt selbstsichernden Gewindemutter 82 als Befestigungselement 84 verbunden und in einem Gehäuse 86 der Strömungsmaschine mittels des Hebels 52 verschwenkbar aufgenommen. Der Bund 56 der Spannhülse 50 sichert hierbei die Leitschaufel einseitig in radialer Richtung. Ein Sicherungsblech 88 weist zwei zumindest im Wesentlichen dreieckförmige Laschen 90, 92 auf, die zur Sicherung der Gewindemutter 82 durch entsprechendes Biegen zur Anlage an diese gebracht werden. Das Sicherungselement 88 liegt zumindest abschnittsweise in der Aussparung 62 des Hebels 52 der Spannhülse 50. Bei der Montage der Hebelanbindung 80 durch das Festziehen bzw. Anziehen der Gewindemutter 82 wird das Sicherungsblech 88 zumindest abschnittsweise zwischen dieser und der Spannhülse 50 und der Aussparung 62 im Hebel 52 sowie der hier verdeckten Aussparung im Schaufelschaft 12 festgeklemmt.

[0028] Figur 4 zeigt einen Längsschnitt der montierten Hebelanbindung von Fig. 3 entlang der Schnittlinie IV-IV. Die Leitschaufel 10 verfügt über den Schaufelschaft 12 und das Schaufelblatt 14 sowie den radial äußeren und den radial inneren Teller 18, 26. Die Leitschaufel 10 befindet sich in Bezug zur Maschinenlängsachse X in Einbaulage. Der Schaufelschaft 12 der Leitschaufel 10 ist zur Ausbildung der Hebelanbindung 80 in die Spannhülse 50 eingeschoben und mittels der auf den Gewindeabschnitt 22 aufgeschraubten Gewindemutter 82 verspannt, wobei zwischen dem Bund 56 der Spannhülse

50 und dem Gehäuse 86 ein schmaler Spalt 96 verbleibt. Zwischen der Längsaußenverzahnung 30 des Schaufelschafts 12 und der Längsinnenverzahnung 58 der Spannhülse 50 besteht somit eine längsseitige Formschlussverbindung 98.

[0029] Zwischen dem radial inneren Ende 60 der Spannhülse 50 und dem Bund 56 ist ein zylindrischer Lagerabschnitt 100 zur verschwenkbaren Lagerung der Leitschaufel 10 in einer gestuften Bohrung 102 des Gehäuses 86 ausgebildet. Zwischen dem Lagerabschnitt 100 und der gestuften Bohrung 102 sind hier beispielhaft drei zumindest annähernd hohlzylindrische Buchsen 104, 106, 108 angeordnet, wobei an der Buchse 108 ein senkrecht von der Hochachse weggerichteter Kragen 110 integral ausgeformt ist, der zwischen dem Teller 18 und einer Schulter 112 der gestuften Bohrung 102 liegt. Der Teller 18 weist ferner die Anlagefläche 42 als ein Widerlager der entlang der Hochachse H gegeneinander verspannten Leitschaufel 10 und der Spannhülse 50 auf.

[0030] Mittels der Lasche 90 und der hier nicht sichtbaren, zweiten Lasche des Sicherungsblechs 88 erfolgt eine zusätzliche Verdrehsicherung der darüber hinaus bevorzugt selbstsichernden Gewindemutter 82. Das Sicherungsblech 88 verfügt ferner über einen Bohrungsabschnitt 118 zur Durchführung des Gewindeabschnitts 22 des Schaufelschafts 12, einen sich senkrecht daran anschließenden, das heißt parallel zur Hochachse H verlaufenden Rückenabschnitt 120 sowie einen parallel zur Maschinenlängsachse X orientierten Klemmabschnitt 122, der in der Aussparung 34 der Längsaußenverzahnung 30 des Schaufelschafts 12 und in der Aussparung 62 des Hebels 52 der Spannhülse 50 liegt. Die beiden Aussparungen 34, 62 sind hierbei erfindungsgemäß derart ausgeführt, dass sich zumindest der Klemmabschnitt 122 des Sicherungsblechs 88 beim Verspannen des Schaufelschafts 12 mit der Spannhülse 50 keilartig zwischen dem Schaufelschaft 12 und dem Hebel 52 zu deren spielfreier Verbindung einklemmt. Eine Querschnittsgeometrie des Bohrungsabschnitts 118, des Rückenabschnitts 120 und des Klemmabschnitts 122 des Sicherungsblechs 88 verlaufen ungefähr U-förmig.

[0031] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Hebelanbindung 80 ist eine Trennung von auf die Leitschaufel 10 einwirkenden Kraftflüssen zum Schutz vor lokalen Lastspitzen gewährleistet, da Verstellmomente über die längsseitige Formschlussverbindung 98 und Biege- oder Torsionsmomente durch den Hebel 52 und die Spannhülse 50 auf die Leitschaufel 10 übertragen werden.

[0032] Figur 5 zeigt einen Querschnitt der Hebelanbindung von Fig. 4 entlang der Schnittlinie V-V. Die Hebelanbindung 80 ist unter anderem mit der Längsaußenverzahnung 30 des Schaufelschafts 12 gebildet, die im Eingriff mit der Längsinnenverzahnung 58 der Spannhülse 50 steht und hierbei die längsseitige Formschlussverbindung 98 darstellt. Die Spannhülse 50 mit dem darin koaxial und abschnittsweise formschlüssig aufgenommenen Schaufelschaft 12 ist um die Hochachse H ver-

schwenkbar im Gehäuse 86 aufgenommen, um unterschiedliche Anstellwinkel der hier nicht dargestellten Schaufel des Schaufelschafts 12 zu ermöglichen. Die Zentrierung der Schaufelschafts 12 in der Spannhülse 50 erfolgt hierbei bevorzugt an einem Außendurchmesser 124 der längsseitigen Formschlussverbindung 98. Durch die Buchse 104 ist unter anderem eine leichtgängige und reibungsarme Verschwenkbarkeit der Spannhülse 50 in dem Gehäuse 86 gewährleistet.

[0033] Figur 6 illustriert einen Querschnitt der Hebelanbindung von Fig. 4 entlang der Schnittlinie VI-VI. Der Schaufelschaft 12 ist mittels der längsseitigen Formschlussverbindung 98 der Hebelanbindung 80 drehfest mit der Spannhülse 50 und dem daran integral ausgebildeten Hebel 52 verbunden und verschwenkbar um die Hochachse H in dem Gehäuse 86 aufgenommen. Der Klemmabschnitt 122 des Sicherungsblechs 88 liegt in der Aussparung 62 des Hebels 52 und in der Aussparung 34 der Längsaußenverzahnung 30 des Schaufelschafts 12. Der Klemmabschnitt 122 wird durch das Anziehen der hier nicht dargestellten Gewindemutter bei der Montage der Hebelanbindung 80 zwischen der Seitenwand 40 des verbliebenen (Rest-)Zahns 38 und der gegenüberliegenden Seitenwand 66 der Aussparung des Hebels 62 keilartig eingeklemmt. Infolgedessen wird ein etwaiges Umfangsspiel der längsseitigen Formschlussverbindung 98 in Relation zur Hochachse H dauerhaft und zuverlässig eliminiert. Der Klemmabschnitt 122 ist hierbei mittels des parallel zur Hochachse H verlaufenden Rückenabschnitts 120 mit dem bügel förmigen bzw. klammerartigen Sicherungsblech 88 verbunden. Durch das Sicherungsblech 88 wird hier exemplarisch sowohl die Redundanz der Lagesicherung der Gewindemutter als auch die Spielfreiheit der Hebelanbindung 80 bewirkt.

[0034] Figur 7 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Leitschaufel für eine zweite Ausführungsvariante einer Hebelanbindung. Eine wiederum in ihrer Einbaulage dargestellte Leitschaufel 200 umfasst einen zumindest im Wesentlichen zylindrischen Schaufelschaft 202 und ein Schaufelblatt 204. Zur Verdeutlichung der räumlichen Lage der Komponenten innerhalb der Strömungsmaschine sind wieder die Hochachse H sowie die Maschinenlängsachse X eingezeichnet. Der Schaufelschaft 202 verfügt über ein radial inneres Ende 206, in dessen Bereich ein durchmessergrößerer radial äußerer Teller 208 analog zur ersten Ausführungsvariante ausgebildet ist. An einem radial äußeren Ende 210 des Schaufelschafts 202 ist ein Gewindeabschnitt 212 vorgesehen. Eine radial innere Schaufelblattwurzel 214 des Schaufelblatts 204 geht in einen durchmesserkleineren radial inneren Teller 216 über, während eine radial äußere Schaufelblattwurzel 218 an den Teller 208 anschließt. Als ein Unterschied zu Fig. 1 ist anstelle einer Längsaußenverzahnung des Schaufelschafts 202 an dem Teller 208 eine in Richtung des Gewindeabschnitts 212 bzw. des radial äußeren Endes 210 des Schaufelschafts 202 weisende erste Stirnverzahnung 220 mit einer unregelmäßigen Zahnteilung vorgesehen. Die Stirnverzahnung 220 kann Zäh-

ne mit einer von der üblichen Evolventenform abweichenden, praktisch beliebigen Geometrie aufweisen. Entlang der Hochachse H in Richtung des Tellers 208 schließen sich an den Gewindeabschnitt 212 des Schaufelschafts 202 eine Ringnut 222 sowie ein zylindrischer Zentrierbund 224 an. Der Zentrierbund 224 weist einen im Vergleich zu einem Durchmesser D_1 des Schaufelschafts 202 zumindest geringfügig größer bemessenen Durchmesser D_2 auf. Peripher zur Stirnverzahnung 220 ist ferner eine in Richtung des radial äußeren Endes 210 des Schaufelschafts 202 weisende Anlagefläche 234 für die Spannhülse der Hebelanbindung zur Leitschaukelverstellung vorgesehen (vgl. Figur 2, Bezugsziffer 54).

[0035] Figur 8 illustriert eine perspektivische Ansicht einer Spannhülse mit einem einstückig seitlich daran ausgeformten Hebel für die zweite Ausführungsvariante der Hebelanbindung. An einem radial äußeren Ende 236 eines zumindest annähernd hohlzylindrischen Grundkörpers 238 einer zweiten Ausführungsvariante einer in Einbaulage gezeichneten Spannhülse 240 ist wiederum ein Hebel 242 bevorzugt einstückig zur Ankopplung der hier nicht dargestellten Leitschaukelverstellung ausgebildet (vgl. Figur 2, Bezugsziffer 54). Entsprechend zur Ausführungsvariante von Figur 2 ist an dem Grundkörper 238 der Spannhülse 240 wiederum ein umlaufender Bund 246 bzw. ein Flansch integral ausgeformt, der sich senkrecht zur Hochachse H radial nach außen erstreckt. Abweichend von der Längsinnenverzahnung der ersten Ausführungsvariante der Spannhülse (vgl. Figur 2) weist der Grundkörper 238 der Spannhülse 240 eine zylindrische und konzentrisch zur Hochachse H verlaufende Durchgangsbohrung 248 auf. Die Hochachse H ist dabei wiederum rechtwinklig zur Maschinenlängsachse X orientiert. An einem radial inneren Ende 250 der Spannhülse 240 ist als weitere konstruktive Differenz eine zweite Stirnverzahnung 252 mit einer unregelmäßigen Zahnteilung vorgesehen, die korrespondierend zu der Stirnverzahnung der Schaufelschafts von Figur 7 ausgestaltet ist. In einer hohlkehligartigen Übergangszone 254 zwischen dem radial äußeren Ende 236 der Spannhülse 240 und dem Hebel 242 ist eine Bohrung 256 bzw. eine Ausparung zur zumindest teilweisen Aufnahme eines hier nicht dargestellten Sicherungsblechs eingebracht.

[0036] Figur 9 zeigt eine schematische Seitenansicht auf die zweite Ausführungsvariante der Hebelanbindung in einem montierten Zustand. Der zeichnerisch lediglich angedeutete Schaufelschaft 202 mit dem Schaufelblatt 204 ist in die Spannhülse 240 zur Schaffung der zweiten Ausführungsvariante einer Hebelanbindung 270 eingeschoben. Der Schaufelschaft 202 und die Spannhülse 240 mit dem Hebel 242 sowie dem flanschartigen Bund 246 sind mittels einer auf den Gewindeabschnitt 212 aufgeschraubten sowie bevorzugt selbstsichernd ausgeführten Gewindemutter 272 als Befestigungselement 274 entlang der Hochachse H mechanisch gegeneinander verspannt. Zwischen der Gewindemutter 272 und dem radial äußeren Ende 236 der Spannhülse 240 ist ferner ein Sicherungsblech 276 zur redundanten Ver-

drehsicherung der Gewindemutter 272 gegen unkontrolliertes Lösen angeordnet. Die Spannhülse 240 umschließt den Schaufelschaft 202 der Leitschaukel 200 im montierten Zustand abschnittsweise coaxial. Die Stirnverzahnung 220 des Tellers 208 befindet sich in dem hier gezeigten Montagezustand der Hebelanbindung 270 im formschlüssigen Eingriff mit der korrespondierend geformten Stirnverzahnung 252 der Spannhülse 240 unter Schaffung einer erfindungsgemäß stirnseitigen Formschlussverbindung 278, die zugleich zentrierend wirkt. Die radial innere Schaufelblattwurzel 214 geht in den durchmessergeringeren Teller 216 über.

[0037] Die zweite Ausführungsvariante der Hebelanbindung 270 ermöglicht ebenfalls eine wirkungsvolle Trennung der auf die Leitschaukel 200 einwirkenden Kraftflüsse bzw. Momente, da zur Minimierung lokaler mechanischer Spannungen der Schaufelschaft 202 abschließlich auf Zug und die Spannhülse 240 nur mit Biege- bzw. Torsionsmomenten beaufschlagt ist.

[0038] Figur 10 zeigt eine Draufsicht auf die montierte zweite Ausführungsform der Hebelanbindung von Fig. 9. Die Spannhülse 240 der fertig montierten Hebelanbindung 270 ist mittels des Bundes 246 zumindest einseitig radial in dem Gehäuse 86 der Strömungsmaschine lagefixiert und mittels des Hebels 242 um die Hochachse H verschwenkbar aufgenommen. Der Schaufelschaft 202 ist zu diesem Zweck mittels der auf dessen Gewindeabschnitt 212 aufgeschraubten Gewindemutter 272 in Richtung der Hochachse H mit der Spannhülse 240 verspannt. Zur Lagesicherung der Gewindemutter 272 ist zwischen dieser und der Spannhülse 240 das Sicherungsblech 276 eingelegt, das eine erste und eine zweite Lasche 280, 282 aufweist. Ferner verfügt das Sicherungsblech 276 über einen parallel zur Hochachse H verlaufenden Eingriffsabschnitt 284, der zumindest bereichsweise in der Bohrung 256 des Hebels 242 aufgenommen ist.

[0039] Figur 11 veranschaulicht einen Längsschnitt durch die montierte Hebelanbindung von Fig. 10 entlang der Schnittlinie XI-XI. Der Schaufelschaft 202 der Leitschaukel 200 ist mit der Spannhülse 240 mittels der auf den Gewindeabschnitt 212 aufgeschraubten Gewindemutter 272 zur Herstellung der Hebelanbindung 270 entlang der Hochachse H verspannt, wobei ein definierter Spalt 290 zwischen dem Gehäuse 86 und dem Bund 246 der Spannhülse 240 verbleibt. Hierdurch ist eine leichtgängige Verschwenkbarkeit der Leitschaukel 200 um die Hochachse H durch Betätigen des integral zur Spannhülse 240 ausgeformten Hebels 242 mittels der hier nicht dargestellten Leitschaukelverstellung der Strömungsmaschine gewährleistet (vgl. Figur. 2, Bezugsziffer 54). Die drehfeste sowie zugleich dauerhaft spielfreie Verbindung zwischen dem Schaufelschaft 202 der Leitschaukel 200 und der Spannhülse 240 ist durch die entlang der Hochachse H verspannte stirnseitige Formschlussverbindung 278 gewährleistet, die mit der Stirnverzahnung 220 des Tellers 208 und der mit dieser im Eingriff befindlichen Stirnverzahnung 252 am radial inneren Ende 250 der

Spannhülse 240 gebildet ist. Die Schaufel 204 ist zwischen dem Teller 208 und dem durchmesserkleineren Teller 216 integral zu diesen ausgebildet.

[0040] Zwischen dem radial inneren Ende 250 der Spannhülse 240 und deren Bund 246 ist ein zylindrischer Lagerabschnitt 292 zur verschwenkbaren Lagerung der Leitschaukel 200 in einer gestuften Bohrung 294 des Gehäuses 86 ausgebildet. Zwischen dem Lagerabschnitt 292 und der gestuften Bohrung 294 sind hier lediglich exemplarisch vier zumindest jeweils annähernd hohlzylindrische Buchsen 296, 298, 300, 302 angeordnet, wobei zwischen der am weitesten in Richtung des Tellers 208 befindlichen Buchse 302 und der kreisringförmigen Anlagefläche 234 des Tellers 208 sowie einer Schulter 304 ein hohlzylindrischer Zwischenleger 306 liegt. Die Anlagefläche 234 dient als ein Widerlager der entlang der Hochachse H gegeneinander verspannten Leitschaukel 200 und Spannhülse 240 zur Schaffung der Hebelanbindung 270. Der Zentrierbund 224 des Schaufelschafts 202 liegt zudem an einer Innenzentrierabschnitt 308 der Spannhülse 240 zur weiteren Optimierung der Führung an.

[0041] Das hakenartige Sicherungsblech 276 umfasst zwei dreieckförmige Laschen, von denen hier nur die Lasche 282 sichtbar ist, an die sich ein Bohrungsabschnitt 310 anschließt, an den sich rechtwinklig der Eingriffsabschnitt 284 anschließt. Die redundante Lagesicherung der Gewindemutter 272 erfolgt mittels des Sicherungsblechs 276, durch dessen mittigen Bohrungsabschnitt 310 der Gewindeabschnitt 212 des Schaufelschafts 202 verläuft und der zwischen der angezogenen Gewindemutter 272 und dem radial äußeren Ende 236 der Spannhülse 240 eingeklemmt ist. Die beiden dreieckförmigen Laschen des Sicherungsblechs 276 können zur Gewährleistung des Sicherungszwecks durch Aufbiegen zur Anlage an die Gewindemutter 272 bzw. an mindestens zwei von deren Sechskantflächen gebracht werden. Der Bohrungsabschnitt 310 des Sicherungsblechs 276 ist zur Komplettierung der Lagesicherung der Gewindemutter 272 in der Bohrung 256 des Hebels 242 der Spannhülse 240 aufgenommen.

[0042] Die Erfindung betrifft zwei Ausführungsvarianten einer Hebelanbindung zum Verschwenken von Leitschaukeln in einem Verdichterteil einer Strömungsmaschine, bei der durch eine Spannhülse eine Trennung der einwirkenden Kraft- und Momentenflüsse realisiert ist, derart, dass der Schaufelschaft im Wesentlichen nur mit Zugkräften und die Spannhülse primär mit Biege- bzw. Torsionsmomenten beaufschlagt ist. Infolgedessen werden lokale mechanische Lastspitzen beträchtlich reduziert. Zudem ist die Hebelanbindung dauerhaft spielfrei und gegen unkontrolliertes Lösen redundant gesichert. Offenbart ist weiterhin eine Strömungsmaschine mit einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Hebelanbindungen zum Verstellen von Leitschaukeln in einem Verdichterteil mittels der Leitschaukelverstellung.

Bezugszeichen

[0043]

5	10	Leitschaukel (1. Var.)
	12	Schaufelschaft
	14	Schaufelblatt
	16	radial inneres Ende (Schaufelschaft)
	18	radial äußerer Teller
10	20	radial äußeres Ende (Schaufelschaft)
	22	Gewindeabschnitt
	24	radial innere Schaufelblattwurzel
	26	radial innerer Teller
	28	radial äußere Schaufelblattwurzel
15	30	Längsaußenverzahnung (Schaufelschaft)
	32	Ringnut
	34	Aussparung (Längsaußenverzahnung)
	36	Zahn
	38	Zahn
20	40	Seitenwand (Zahn)
	42	Anlagefläche (Teller)
	46	radial äußeres Ende (Spannhülse)
	48	Grundkörper (Spannhülse)
25	50	Spannhülse (1. Var.)
	52	Hebel
	54	Leitschaukelverstellung
	56	Bund
	58	Längsinnenverzahnung (Spannhülse)
30	60	radial inneres Ende (Spannhülse)
	62	Aussparung (Spannhülse, Hebel)
	64	erste Seitenwand
	66	zweite Seitenwand
	68	Boden
35	80	Hebelanbindung (1. Var.)
	82	Gewindemutter
	84	Befestigungselement
	86	Gehäuse (Strömungsmaschine)
	88	Sicherungsblech
40	90	Lasche
	92	Lasche
	96	Spalt
	98	längsseitige Formschlussverbindung
45	100	zylindrischer Lagerabschnitt (Spannhülse)
	102	gestufte Bohrung (Gehäuse)
	104	Buchse
	106	Buchse
	108	Buchse
50	110	Kragen
	112	Schulter (gestufte Bohrung)
	118	Bohrungsabschnitt (Sicherungsblech)
	120	Rückenabschnitt (Sicherungsblech)
55	122	Klemmabschnitt (Sicherungsblech)
	124	Außendurchmesser (längsseitige Formschlussverbindung)
	200	Leitschaukel (2. Var.)

202	Schaufelschaft
204	Schaufelblatt
206	radial inneres Ende (Schaufelschaft)
208	radial äußerer Teller
210	radial äußeres Ende (Schaufelschaft)
212	Gewindeabschnitt
214	radial innere Schaufelblattwurzel
216	radial innerer Teller
218	radial äußere Schaufelblattwurzel
220	erste Stirnverzahnung (Teller)
222	Ringnut
224	Zentrierbund (Schaufelschaft)
232	Seitenwand (Zahn)
234	Anlagefläche
236	radial äußeres Ende (Spannhülse)
238	Grundkörper (Spannhülse)
240	Spannhülse (2. Var.)
242	Hebel
246	Bund
248	Durchgangsbohrung
250	radial inneres Ende (Spannhülse)
252	zweite Stirnverzahnung (Spannhülse)
254	Übergangszone
256	Bohrung (Hebel)
270	Hebelanbindung (2. Var.)
272	Gewindemutter
274	Befestigungselement
276	Sicherungsblech
278	stirnseitige Formschlussverbindung
280	Lasche
282	Lasche
284	Eingriffsabschnitt
290	Spalt
292	zylindrischer Lagerabschnitt (Spannhülse)
294	gestufte Bohrung (Gehäuse)
296	Buchse
298	Buchse
300	Buchse
302	Buchse
304	Schulter
306	Zwischenleger
308	Innenzentrierabschnitt (Spannhülse)
310	Bohrungsabschnitt (Sicherungsblech)
312	
D _{1,2}	Durchmesser
H	Hochachse
L	Länge Aussparung (Längsverzahnung)
X	Maschinenlängsachse (Strömungsmaschine)

Patentansprüche

1. Hebelanbindung (80, 270) zum drehfesten Verbin-

den einer Leitschaukel (10, 200) mit einem Hebel (52, 242) einer Leitschaukelverstellung (54) einer Strömungsmaschine, wobei die Leitschaukel (10, 200) einen sich entlang einer Hochachse (H) erstreckenden Schaufelschaft (12, 202) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hebel (52, 242) einstückig an einem radial äußeren Ende (46, 236) einer den Schaufelschaft (12, 202) abschnittsweise koaxial umschließenden, im Wesentlichen hohlzylindrischen Spannhülse (50, 240) ausgebildet ist und der Schaufelschaft (12, 202) und die Spannhülse (50, 240) über eine längsseitige Formschlussverbindung (98) oder eine stirnseitige Formschlussverbindung (278) gekoppelt sind und der Schaufelschaft (12, 202) mittels eines Befestigungselements (84, 274), insbesondere einer Gewindemutter (82, 272), mit der Spannhülse (50, 240) entlang der Hochachse (H) verspannbar ist.

2. Hebelanbindung (80, 270) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannhülse (50, 240) einen Bund (56, 246) zur radialen Lagesicherung der Leitschaukel (10, 200) in einem Gehäuse (86) der Strömungsmaschine aufweist, wobei zwischen dem Bund (56, 246) und dem Gehäuse (86) ein definierter Spalt (96, 290) besteht.

3. Hebelanbindung (80, 270) nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem radial inneren Ende (60, 250) der Spannhülse (50, 240) und dem Bund (56, 246) der Spannhülse (50, 240) ein zylindrischer Lagerabschnitt (100, 292) zur verschwenkbaren Lagerung der Leitschaukel (10, 200) in dem Gehäuse (86) ausgebildet ist.

4. Hebelanbindung (80, 270) nach Patentanspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer Bohrung (102, 294) des Gehäuses (86) und dem Lagerabschnitt (100, 292) der Spannhülse (50, 240) mindestens eine Buchse (104, 106, 108, 296, 298, 300, 302) angeordnet ist.

5. Hebelanbindung (80, 270) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem radial äußeren Ende (20, 210) des Schaufelschaftes (12, 202) ein Gewindeabschnitt (22, 212) für die Gewindemutter (82, 272) ausgebildet ist.

6. Hebelanbindung (80, 270) nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radial äußere Teller (18, 208) der Leitschaukel (10, 200) eine Anlagefläche (42, 234) für das radial innere Ende (60, 250) der Spannhülse (50, 240) ausgebildet.

7. Hebelanbindung (80) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaufelschaft (12) eine Längsaußenverzahnung

(30) mit einer Aussparung (34) unterhalb des Gewindeabschnitts (22) und die Spannhülse (50) eine Längsinnenverzahnung (58) mit einer Aussparung (62) im Bereich des Hebels (52) zur Schaffung der längsseitigen Formschlussverbindung (98) aufweist, wobei die beiden Aussparungen (34, 64) derart ausgebildet sind, dass ein in den Aussparungen (34, 64) passgenau aufnehmbares Sicherungsblech (88) beim Verspannen des Schaufelschaftes (12) mit der Spannhülse (50) zwischen dem Schaufelschaft (12) und dem Hebel (52) zu deren spielfreier Verbindung einklemmbar ist.

8. Hebelanbindung (270) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stirnseitige Formschlussverbindung (278) mit einer ersten in Richtung des äußeren radialen Endes (210) des Schaufelschafts (202) gerichteten Stirnverzahnung (220) am radial äußeren Teller (208) und mit einer in Richtung der ersten Stirnverzahnung (220) gerichteten zweiten Stirnverzahnung (252) am radial inneren Ende (250) der Spannhülse (240) gebildet ist. 15
9. Hebelanbindung (270) nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Stirnverzahnungen (220, 252) jeweils eine unregelmäßige Zahnteilung aufweisen. 25
10. Hebelanbindung (270) nach Patentanspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Spannhülse (240) und/oder des Hebels (242) eine Bohrung (256) für ein Sicherungsblech (276) zur Lagesicherung der Gewindemutter (272) vorgesehen ist. 30
11. Hebelanbindung (270) nach einem der Patentansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaufelschaft (202) einen zumindest näherungsweise zylindrischen Zentrierbund (224) aufweist, der zumindest abschnittsweise an einem Innenzentrierabschnitt (308) im Bereich des radial äußeren Endes (236) der Spannhülse (240) anliegt. 40
12. Strömungsmaschine mit einer Vielzahl von Hebelanbindungen (80, 270) nach einem der Patentansprüche 1 bis 11 zum Herstellen einer drehfesten Ankopplung der Leitschaufeln (10, 200) an eine Leitschaufelverstellung (54). 45

50

55

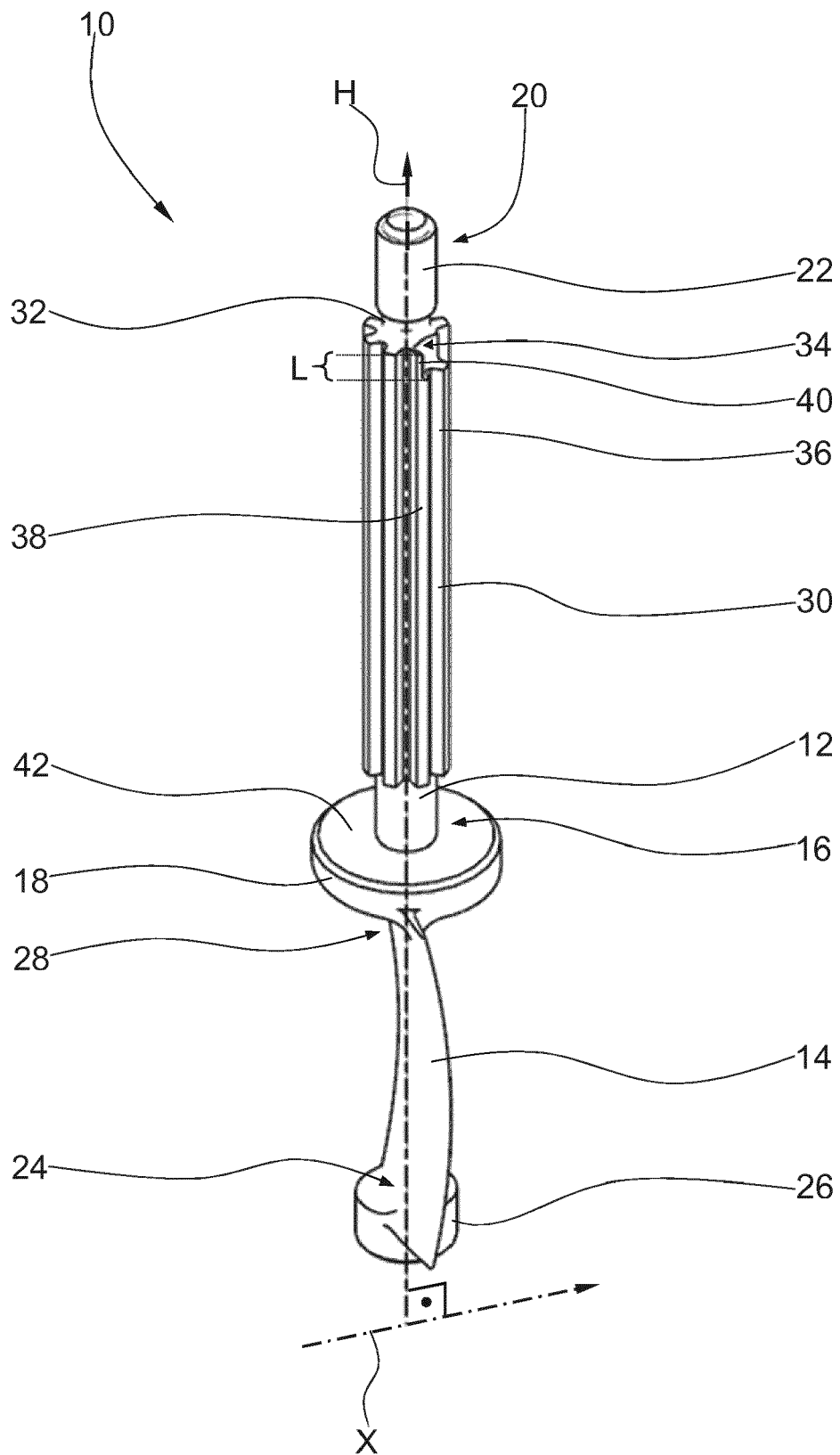
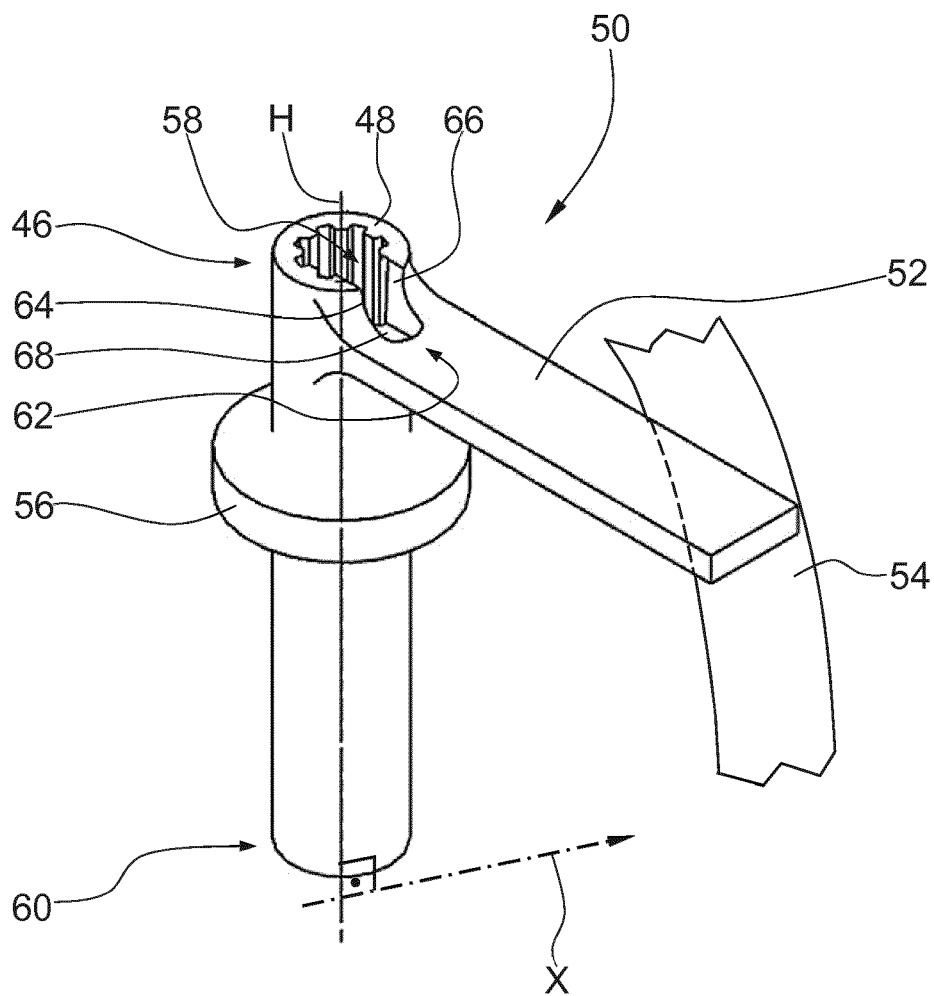
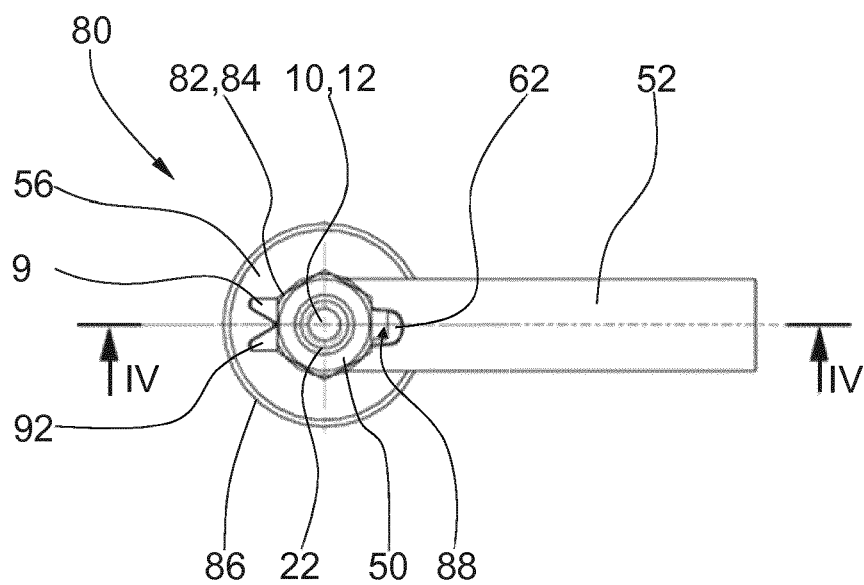


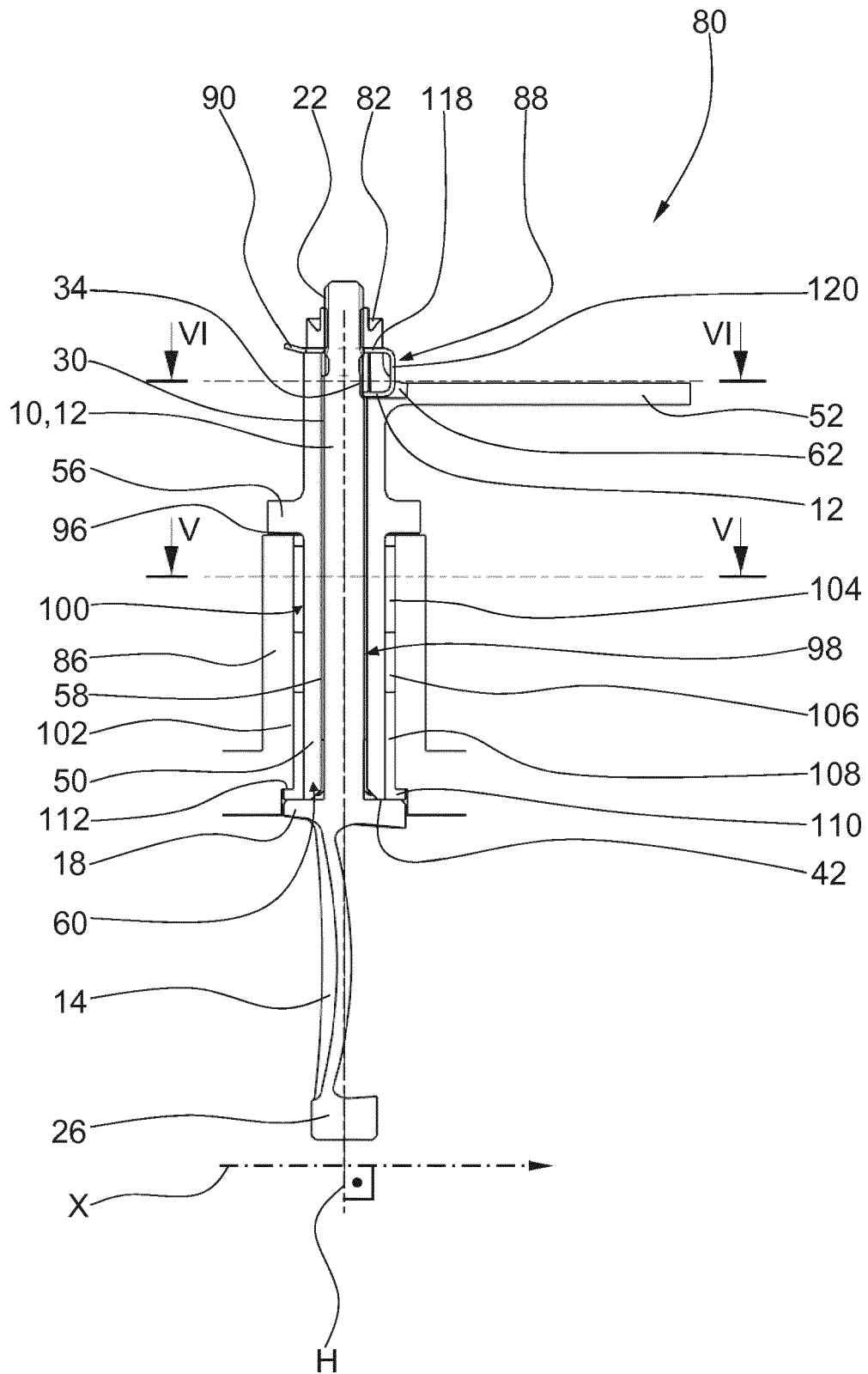
Figure 1



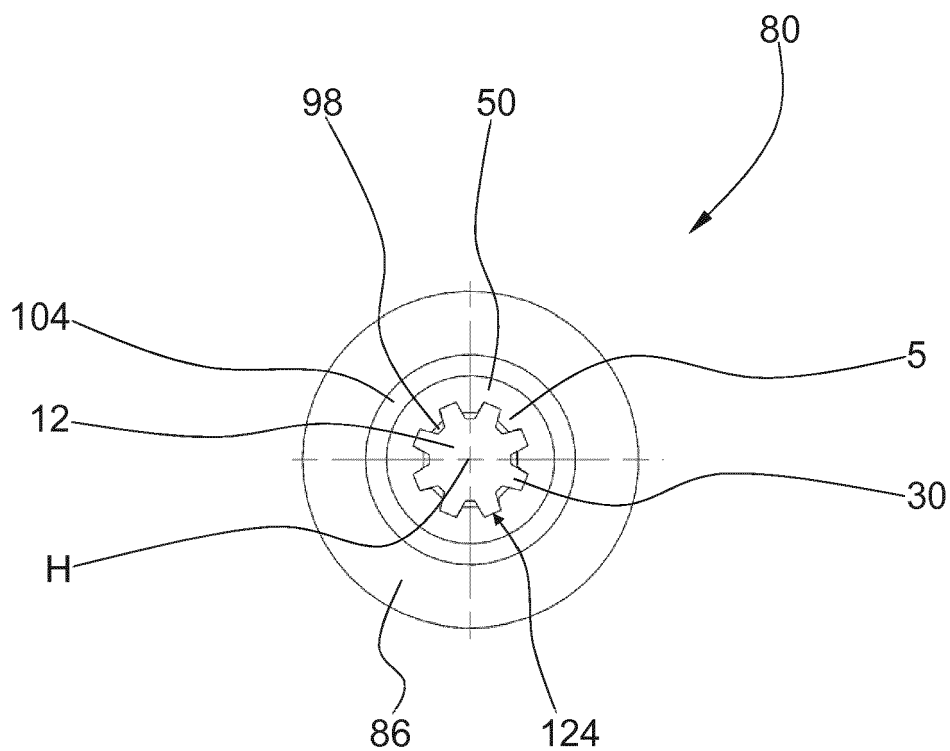
Figur 2



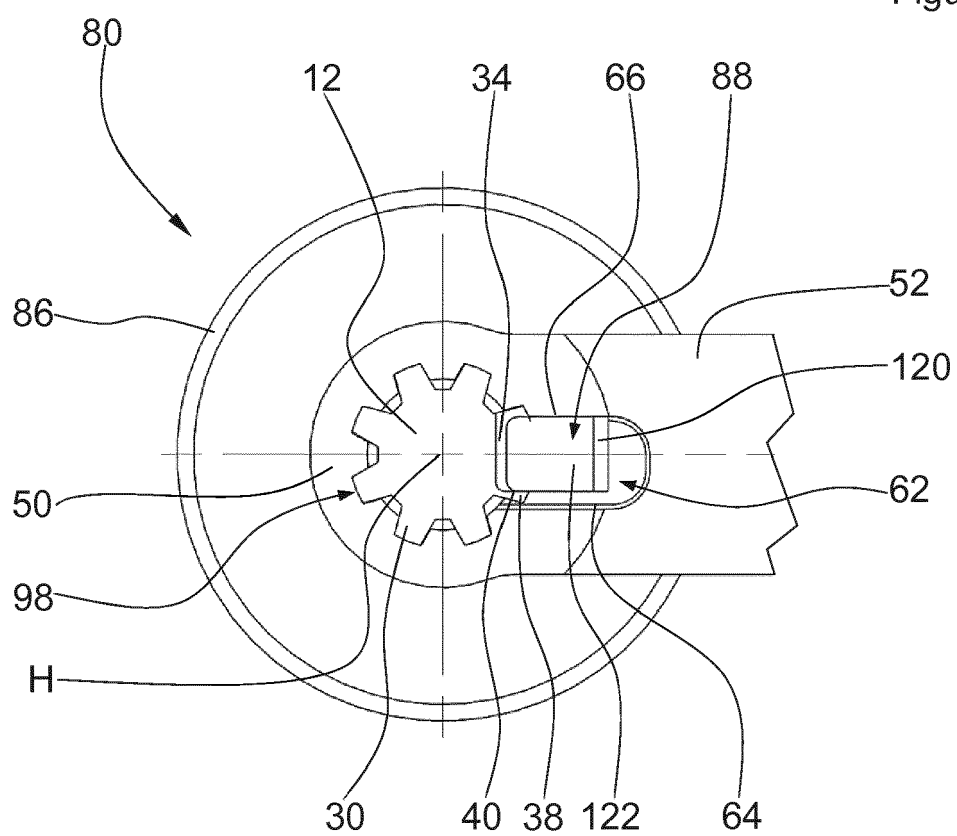
Figur 3



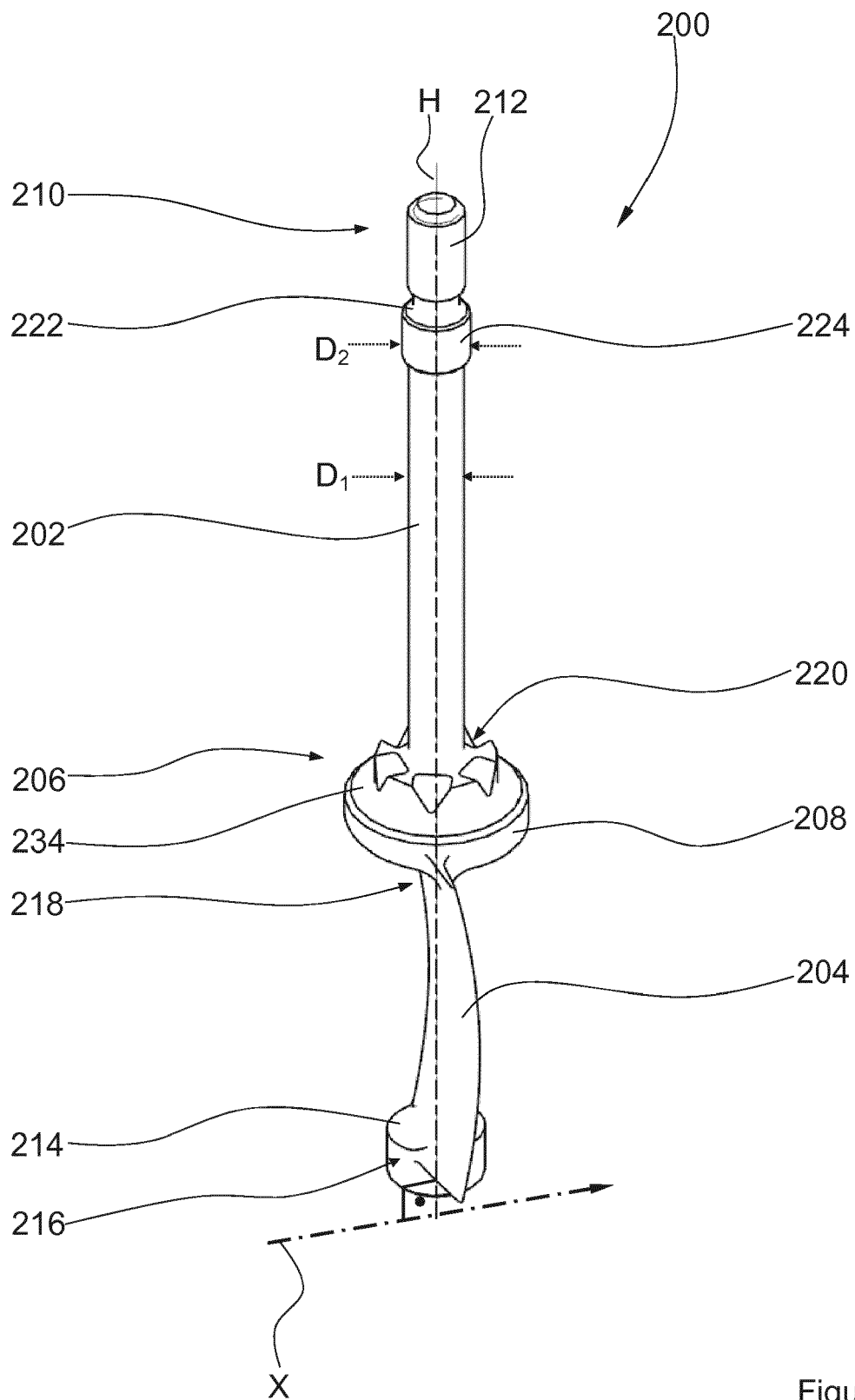
Figur 4



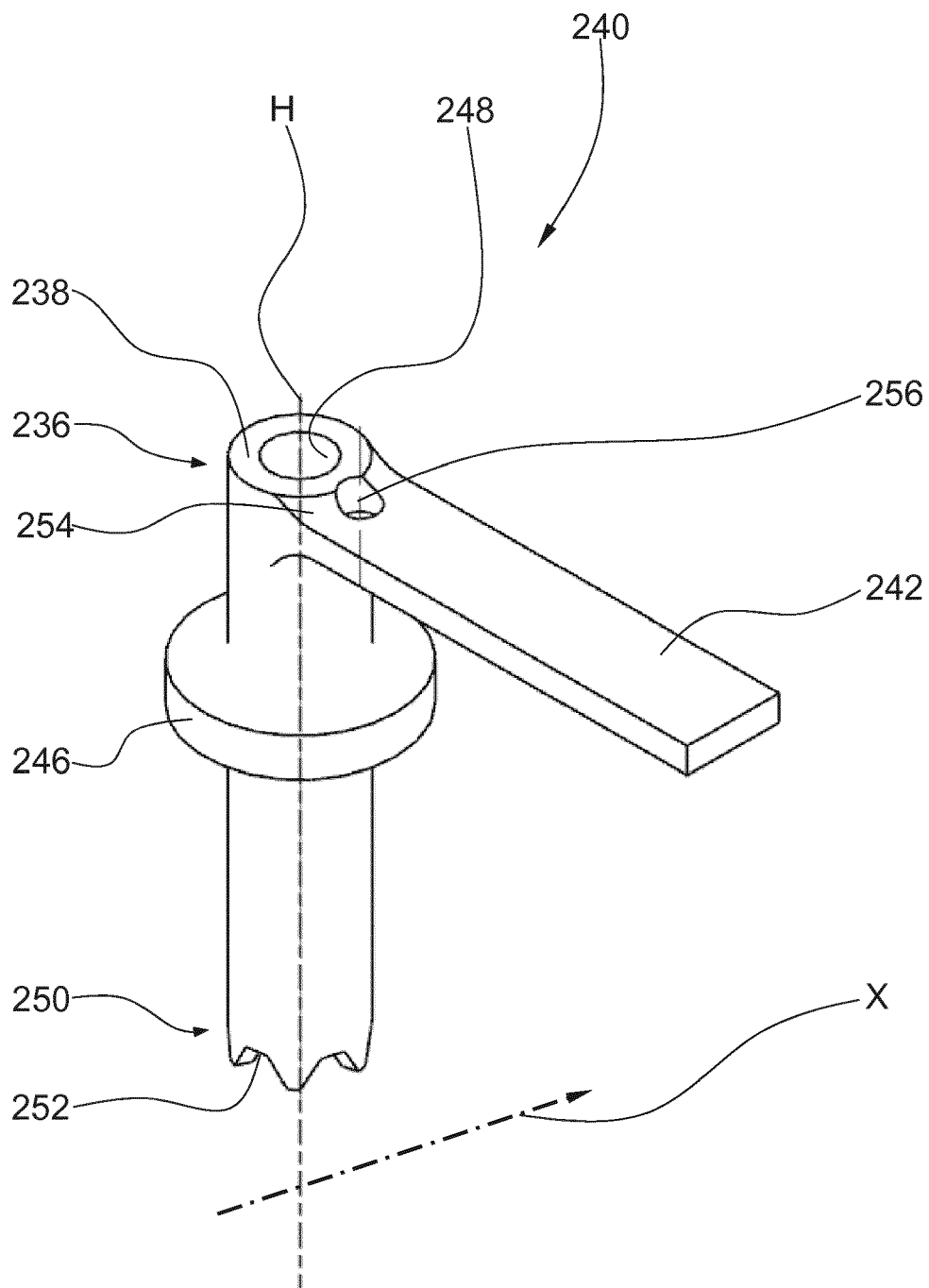
Figur 5



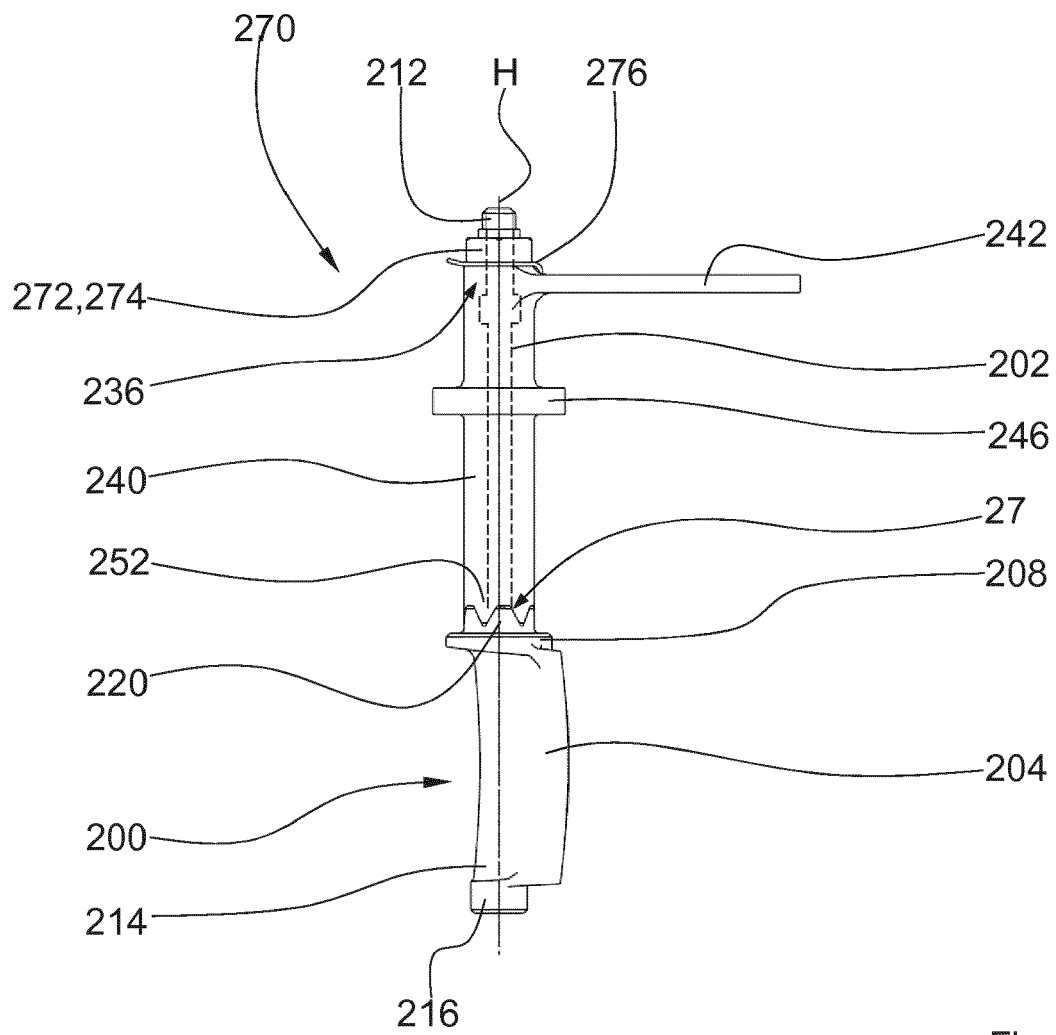
Figur 6



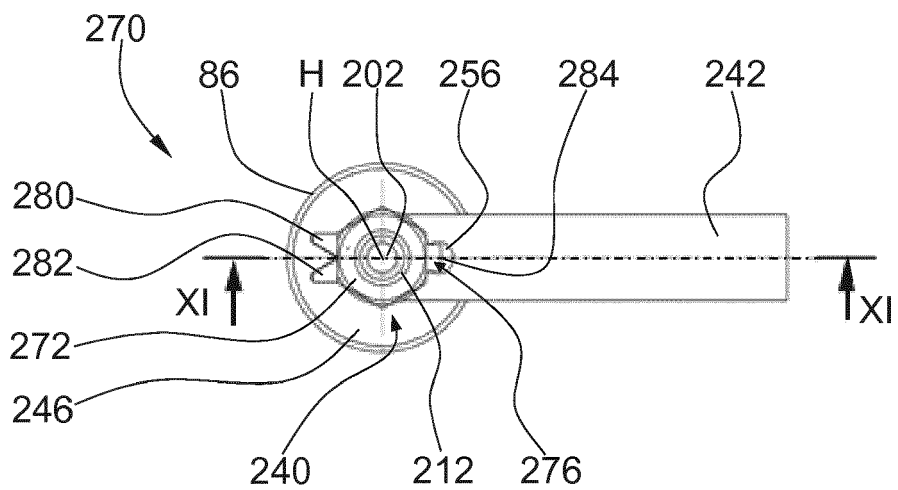
Figur 7



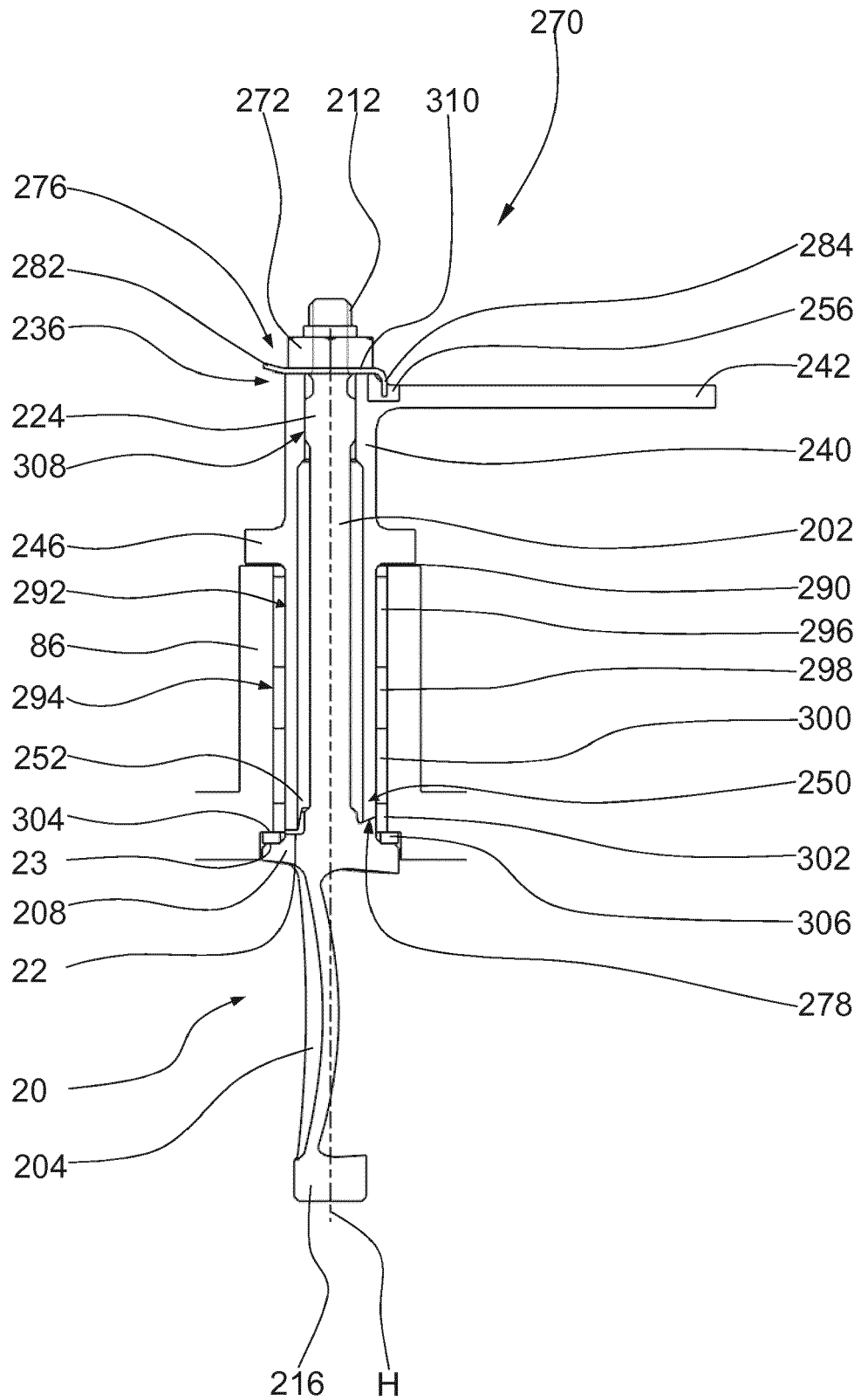
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 20 9948

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	WO 2014/158455 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 2. Oktober 2014 (2014-10-02)	1,5,12	INV.
A	* Abbildungen *	2-4,6-11	F01D17/16 F04D29/56

X	WO 2015/026420 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 26. Februar 2015 (2015-02-26)	1	
A	* Abbildung 2 *	2-11	

X	GB 2 412 947 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 12. Oktober 2005 (2005-10-12)	1,2,12	
A	* Abbildungen 1-3 *	3-11	

X	DE 603 04 908 T2 (SNECMA [FR]) 21. Dezember 2006 (2006-12-21)	1,2,5,12	
A	* Abbildung 3 *	3,4,6-11	

X	DE 195 37 784 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 20. Juni 1996 (1996-06-20)	1,2,5,12	
A	* Abbildungen *	3,4,6-11	

X	DE 699 22 382 T2 (GEN ELECTRIC [US]) 24. November 2005 (2005-11-24)	1,2,5,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Abbildung 3 *	3,4,6-11	F01D F04D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. April 2019	Prüfer Raspo, Fabrice
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 20 9948

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

12-04-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014158455 A1	02-10-2014	EP 2971597 A1	20-01-2016
		US 2016032759 A1	04-02-2016
		WO 2014158455 A1	02-10-2014
WO 2015026420 A1	26-02-2015	EP 3036407 A1	29-06-2016
		US 2016201499 A1	14-07-2016
		WO 2015026420 A1	26-02-2015
GB 2412947 A	12-10-2005	GB 2412947 A	12-10-2005
		US 2005232758 A1	20-10-2005
DE 60304908 T2	21-12-2006	CA 2418356 A1	07-08-2003
		DE 60304908 T2	21-12-2006
		EP 1335112 A1	13-08-2003
		ES 2261886 T3	16-11-2006
		FR 2835562 A1	08-08-2003
		JP 4050158 B2	20-02-2008
		JP 2003239899 A	27-08-2003
		RU 2315869 C2	27-01-2008
		UA 76114 C2	15-08-2003
		US 2003147743 A1	07-08-2003
DE 19537784 A1	20-06-1996	DE 19537784 A1	20-06-1996
		GB 2296049 A	19-06-1996
		US 5492446 A	20-02-1996
DE 69922382 T2	24-11-2005	BR 9913001 A	08-05-2001
		CA 2336581 A1	24-02-2000
		DE 69922382 T2	24-11-2005
		EP 1105622 A1	13-06-2001
		JP 4007761 B2	14-11-2007
		JP 2002522699 A	23-07-2002
		US 6019574 A	01-02-2000
		WO 0009863 A1	24-02-2000

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