

(19)



(11)

EP 4 571 056 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2025 Patentblatt 2025/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 17/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23216419.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F05D 2250/11; F05D 2250/13;
F05D 2250/22; F05D 2250/23; F05D 2260/36;
F05D 2260/37; F05D 2260/38

(22) Anmeldetag: **13.12.2023**

(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

(72) Erfinder:
• **Neuberger, Florian**
80995 München (DE)
• **Pernleitner, Martin**
80995 München (DE)
• **Strunck, David**
80995 München (DE)
• **Ertl, Franz-Josef**
80995 München (DE)
• **Kozdras, Marcin**
36-002 Jasio nka (PL)

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

(54) **SCHAUFELVERSTELLARM FÜR EINE GASTURBINE, STRÖMUNGSMASCHINE MIT DEM SCHAUFELVERSTELLARM UND VERFAHREN ZUR MONTAGE EINES SCHAUFELVERSTELLARMS FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Schaufelverstellarm (10) für eine Strömungsmaschine mit zwei Schenkeln (12), die gegeneinander zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung verschwenkbar sind und die eine Klemmeinrichtung ausbilden, welche an jedem der Schenkel (12) zumindest eine Klemmfläche (14) aufweist, über welche in der geschlossenen Stellung ein zum Verstellen einer Leitschaufel der Strömungsmaschine vorgesehener Schau-

felschaft (20) zwischen den zwei Schenkeln (12) über die beiden Klemmflächen (14) unter Ausbildung einer Klemmverbindung (16) kraftschlüssig zu halten ist, wobei jeder der Schenkel (12) eine Öffnung (50) aufweist, die einander in der geschlossenen Stellung derart überlappen, dass ein Durchsteckbolzen durch die Öffnungen (50) durchsteckbar ist, der mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts (20) verbindbar ist.

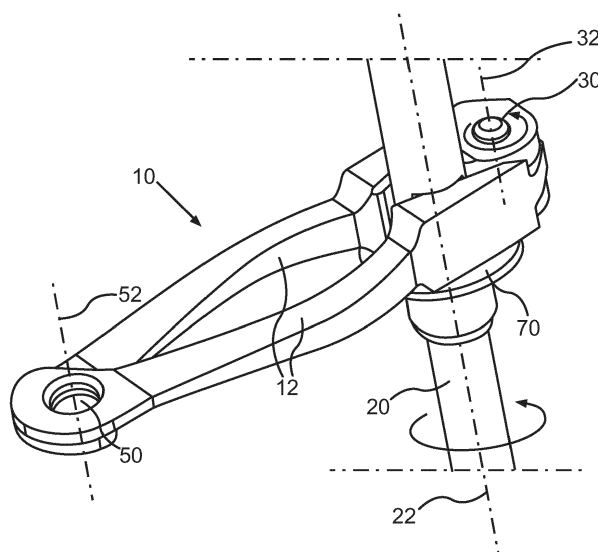


Fig.2a

EP 4 571 056 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schaufelverstellarm für eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 1, insbesondere für eine Fluggasturbine, eine Strömungsmaschine mit dem Schaufelverstellarm sowie ein Verfahren zur Montage eines Schaufelverstellarms gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10.

[0002] Strömungsmaschinen, insbesondere Gasturbinen bzw. Fluggasturbinen, weisen sowohl Leitschaufeln als auch Laufschaufeln auf. Die Leitschaufeln sind dabei auf Leitschaufelkränzen angeordnet, während die Laufschaufeln auf Laufschaufelkränzen angeordnet sind. Strömungsmaschinen weisen oft mehrere dieser Schaufelkränze als hintereinanderliegende Stufen auf, welche entlang einer Richtung einer Welle der jeweiligen Strömungsmaschine angeordnet sind. Die Aufgabe der Laufschaufeln besteht darin, die Leistung zum Durchleiten eines Gases durch die Strömungsmaschine bereitzustellen. Zu diesem Zweck sind die Laufschaufeln auf einem Rotor der Strömungsmaschine angeordnet und rotieren während des Betriebs. Die Leitschaufeln sind dagegen an einem Stator angeordnet und während des Betriebs statisch. Die Aufgabe der Leitschaufeln besteht darin, die durch die Strömungsmaschine strömende Strömung entsprechend zu führen, damit die Strömung in einem vorbestimmten Winkel den Laufschaufeln zugeführt wird. In Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebszustand der Strömungsmaschine kann einstellwinkel der Leitschaufeln verändert werden. Aus diesem Grund sind die Leitschaufeln verdrehbar in der Strömungsmaschine gelagert. Die Verstellung der Leitschaufel um die Verstellachse erfolgt mittels Hebeleinrichtungen, welche an einem Leitschaufelschaft der Leitschaufeln angeordnet sind. Dieser Leitschaufelschaft befindet sich an einem radial äußeren Ende der verstellbaren Leitschaufel, das heißt an einer von der Rotorwelle der Strömungsmaschine abgewandten Seite der Leitschaufel und außerhalb des durchströmten Bereiches der Strömungsmaschine. Hierbei wird der Schaft der verstellbaren Leitschaufel mittels einer Durchführung aus dem gasdurchströmten ersten Bereich in einen radial um den ersten Bereich herum angeordneten zweiten Bereich im Inneren der Strömungsmaschine geführt, in dem die Hebeleinrichtungen und die Leitschaufelenden untergebracht sind. Die Hebeleinrichtungen müssen dabei jeweils derart an den Leitschaufelschäften angeordnet sein, dass eine Übertragung einer Kraft von den Hebeleinrichtungen auf die Leitschaufeln ermöglicht ist.

[0003] Im Stand der Technik wird gewöhnlich ein Hebelarm zur Leitschaufelverstellung (das heißt der Schaufelverstellarm) auf den Leitschaufelschaft aufgesetzt, und mittels einer Mutter auf dem Leitschaufelschaft fixiert. Die Mutter ist gewöhnlich mit einem Splint gegen ein ungewolltes Öffnen gesichert. Ferner weist der Leitschaufelschaft eine Abflachung oder Fase beziehungsweise Nut auf, mit der der Hebelarm in Eingriff steht und durch Formschluss ein Verdrehen des Schaufelver-

larms gegenüber der Leitschaufel verhindert werden kann. An dem anderen Ende des Schaufelverstellarms ist der Schaufelverstellarm zu einem Einstellelement verbunden, das als kreisförmiger Einstellring ausgebildet ist, der die Strömungsmaschine in dem zweiten Bereich umschließt. Mittels des Einstellrings können alle daran angeschlossenen Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes gemeinsam verstellt werden.

[0004] Beispielsweise offenbart die Druckschrift EP 524 781 A1 eine Verbindungseinrichtung für eine verstellbare Leitschaufel einer Gasturbine, die einen mit einer betreffenden Leitschaufel verbundenen Leitschaufelschaft und ein mit dem Leitschaufelschaft verbundenes Hebelement aufweist, wobei das Hebelement und der Leitschaufelschaft gemeinsam um eine Schaufelschaft-Drehachse beweglich sind. Dabei ist vorgesehen, dass das Hebelement und der Leitschaufelschaft mittels eines Positionierungselementes zueinander ausgerichtet sind, wobei das Positionierungselement in einer Schaufelschaftaufnahme und einer Hebelaufnahme aufgenommen ist.

[0005] Ferner offenbart beispielsweise die Druckschrift EP 3 683 408 A2 eine Hebelarmanordnung für ein Gasturbinentriebwerk, mit einem Leitschaufelarm mit einem ersten Ende und einer durch eine Öffnungswand definierten Öffnung in der Nähe eines dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Endes. Ein sich durch die Öffnung des Leitschaufelarms erstreckender Leitschaufelschaft wird mittels eines mechanischen Befestigungselementes in der Längsrichtung des Leitschaufelschaftes an einer Position des Leitschaufelarms festgehalten. Eine Widerstandsklammer, die einen Teil des zweiten Endes des Leitschaufelarmes teilweise umschließt, ist bereitgestellt, um eine redundante Positionssicherung des Leitschaufelarms in der Längsrichtung des Leitschaufelschaftes bereitzustellen.

[0006] Ferner offenbart die Druckschrift US 4 307 994 A eine Turbinenschaufel-Einstellanordnung zum Kalibrieren der Düsen-/Halsbreitenabmessung zwischen benachbarten einstellbaren Schaufeln in einer Düsen-schaufelringanordnung zum Erzeugen einer gemeinsamen Drehung der einzelnen Schaufeln nach ihrer Kalibrierung mit einem Schaufelschaft.

[0007] Jedoch besteht ein Bedarf, Strömungsmaschinen kleiner zu gestalten, um einen Radius der gesamten Strömungsmaschine zu verkleinern und ein entsprechendes Gewicht zu verringern. Zudem ist es wichtig, einen Wartungsbedarf der Strömungsmaschine zu verringern und eine Anzahl von benötigten Teilen für die Strömungsmaschine zu reduzieren.

[0008] Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Schaufelverstellarm bereitzustellen, der einerseits einfach zu montieren ist und der einen benötigten Bauraum für die gesamte Hebeleinrichtung verringern kann.

[0009] Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch einen Schaufelverstellarm gemäß Anspruch 1, eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 9 und ein Verfahren

zur Montage des Schaufelverstellarms für eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils anderen Aspekte und umgekehrt anzusehen sind.

[0010] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Schaufelverstellarm für eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Gasturbine oder eine thermische Strömungsmaschine, mit zwei Schenkeln bereitgestellt, die gegeneinander zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung, insbesondere um eine Schwenkachse, verschwenkbar sind, und die eine Klemmeinrichtung ausbilden, welche an jedem der Schenkel zumindest eine Klemmfläche aufweist, über welche in der geschlossenen Stellung ein zum Verstellen einer Leitschaufel der Strömungsmaschine vorgesehener Schaufelschaft zwischen den zwei Schenkeln über die beiden Klemmflächen unter Ausbildung einer Klemmverbindung kraftschlüssig zu halten ist. Hierbei können die beiden Klemmflächen beliebig ausgeformt sein. Beispielsweise können die Klemmflächen im Wesentlichen ebene Flächen sein. Das Ausbilden einer Klemmverbindung bedeutet hierbei, dass in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms eine Presskraft aufgebracht wird, die durch die Schenkel in der geschlossenen Stellung auf den Leitschaufelschaft ausgeübt wird, um diesen kraftschlüssig und/oder formschlüssig zu halten. Das bedeutet, dass der Schaufelverstellarm in der geschlossenen Stellung den Leitschaufelschaft verdrehsicher beziehungsweise drehfest halten kann. Es ist zu beachten, dass, soweit nichts anderes beschrieben ist, **die Verwendung des Begriffes "geschlossene Stellung"** vorliegend beinhaltet, dass der Schaufelverstellarm auf dem Leitschaufelschaft angebracht beziehungsweise montiert ist. Es ist ferner zu beachten, dass insbesondere in Bezug auf die offene und die geschlossene Stellung der Leitschaufelschaft durch die Klemmverbindung ausschließlich in der geschlossenen Stellung gehalten wird. In der offenen Stellung findet kein Halten des Leitschaufelschafts statt.

[0011] Ferner weist jeder der Schenkel, insbesondere an einer von der Verschwenkachse abgewandten Seite des Schenkels, einen z.B. als Öffnung oder Vorsprung ausgebildeten, Befestigungsabschnitt auf. Dieser Befestigungsabschnitt ist dazu ausgebildet, lösbar, kraft- und/oder formschlüssig mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts verbunden zu werden. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung können die Befestigungsabschnitte als Öffnungen ausgebildet sein, die durch Wände des Schenkels definiert bzw. ausgebildet sind, wobei sich die Öffnungen der beiden Schenkel in der geschlossenen Stellung derart, insbesondere vollständig, überlappen, sodass ein Durchsteckbolzen durch die Öffnungen durchsteckbar ist, der mit einem Einstellelement der

Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts verbindbar ist. Die Öffnungen sind vorteilhafterweise runde Öffnungen mit einem vorgegebenen Durchmesser, jedoch können die Öffnungen jede andere Form wie beispielsweise eine ovale Form oder eine Form eines Langlochs aufweisen. Das Einstellelement ist insbesondere ein kreisförmiger Verstellring mit einem beispielsweise rechteckigen oder polygonförmigen Querschnitt, der die Strömungsachse umschließt und zur gleichzeitigen Einstellung bzw. Verstellung aller Leitschaufeln desselben Leitschaufelkranzes dient. Der Schaufelschaft ist hierbei gewöhnlich radial senkrecht zu einer Hauptwelle der Strömungsmaschine angeordnet, jedoch kann der Schaufelschaft auch jeden anderen geeigneten Winkel zur Hauptwelle einnehmen. Der Schaufelschaft ist zur Verstellung der Leitschaufel um eine Drehachse des Schaufelschafts drehbar, wobei die Drehung des Schaufelschafts mittels des verbauten Schaufelverstellarms in der geschlossenen Stellung eingestellt werden kann. Mittels der Durchsteckverbindung kann der Schaufelverstellarm in Bezug auf den Verstellring fixiert werden.

[0012] Der Schaufelverstellarm weist den Vorteil auf, dass mittels der Klemmverbindung der Schaufelverstellarm auf dem Leitschaufelschaft gehalten wird. Durch das Anbringen des Schaufelverstellarms auf dem Leitschaufelschaft indem die beiden Öffnungen der beiden Schenkel des Schaufelverstellarms übereinander gebracht werden und die beiden Öffnungen mittels des Durchsteckbolzens in Bezug zu dem Verstellring befestigt werden, wird keine Mutter auf dem Leitschaufelschaft benötigt, sodass eine Teileanzahl verringert wird und eine Bauhöhe beziehungsweise Länge des Schaufelschafts verringert wird. Dadurch kann der gesamte Radius des Leitschaufelkranzes verringert werden, da sich ein Bauraum der Hebeleinrichtung verringert. Da kein Splint auf dem Schaufelschaft notwendig ist, um eine Sicherungsmutter gegen ungewolltes Öffnen zu sichern, kann die Anzahl der notwendigen Teile weiter verringert werden, eine Hebeleinrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln und deren Montage vereinfacht und zugehörige Kosten können verringert werden. Da weniger Teile verbaut sind, kann zudem eine Zuverlässigkeit verbessert werden und die Konstruktion vereinfacht werden.

[0013] Die Erfindung weist zudem weitere vorteilhafte Ausgestaltungen auf, durch die sich weitere, zusätzliche Vorteile ergeben.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Schaufelverstellarm in der offenen Stellung an dem Schaufelschaft der Strömungsmaschine anbringbar beziehungsweise montierbar ist. Das bedeutet, dass der Schaufelverstellarm in der offenen Stellung zu der dafür vorgesehenen Position auf dem Schaufelschaft gebracht werden kann, da der Schaufelverstellarm in der offenen Stellung eine ausreichende Öffnungsbreite, das heißt einen ausreichenden Öffnungswinkel aufweist, sodass die Klemmverbindung den Schaufelschaft aufnehmen beziehungsweise freigeben kann,

bzw. der Schaufelschaft aus der Klemmverbindung herausgenommen werden kann. Dies kann beispielsweise bedeuten, dass der Schaufelverstellarm in axialer Richtung des Schaufelschafts von dem Schaufelschaft entfernt werden kann oder in einer Richtung senkrecht zu der Verschwenkachse und weg von der Verschwenkachse entfernt werden kann. Somit weist diese Ausgestaltung den Vorteil auf, dass der Schaufelverstellarm in der offenen Stellung auf dem Leitschaufelschaft in einfacher Weise montiert werden kann.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können Verschwenkachse und Klemmfläche jeweils auf einer Hälfte jedes Schenkels angeordnet sein und der Befestigungsabschnitt kann auf einer gegenüberliegenden Hälfte des jeweiligen Schenkels angeordnet sein. In anderen Worten kann ein Abstand von Befestigungsabschnitt zu Verschwenkachse in Schenkellängsrichtung gesehen größer sein als ein Abstand von Klemmabschnitt zu Verschwenkachse. Hierdurch lassen sich günstige Hebelverhältnisse zum Aufbringen einer Klemmkraft erzielen.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass eine Klemmfläche auf einem ersten Schenkel der zwei Schenkel und eine Klemmfläche auf einem zweiten Schenkel der zwei Schenkel einander zugewandt sind, wobei der erste und der zweite Schenkel verschiedene Schenkel sind, und diese beiden Klemmflächen der Verschwenkachse zugewandt sind. Das bedeutet, dass die beiden Klemmflächen jeweils einen Normalenvektor aufweisen, der beispielsweise von der Mitte der jeweiligen Klemmfläche aus zumindest teilweise in Richtung der Verschwenkachse gerichtet ist, beziehungsweise die beiden Klemmflächen der beiden Schenkel einen Winkel einschließen, der in Richtung der Verschwenkachse geöffnet ist. Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass durch eine Presskraft auf die Klemmflächen der Schaufelschaft in Richtung der Verschwenkachse gedrückt wird, und somit diese Ausgestaltung spielfrei gestaltet werden kann. Dadurch kann der Schaufelverstellarm weiter verbessert werden, und es kann eine einfachere Montage ermöglicht werden. Zudem ist so eine einfache Herstellung des Schaufelverstellarms möglich, da Toleranzen größer vorgegeben als beispielsweise in dem Fall sein können, dass die Klemmflächen parallel sind.

[0017] Zudem ist zu bemerken, dass für jede Klemmfläche die Drehachse des Schaufelschafts parallel zu einer Richtung sein sollte, die in dieser Klemmfläche liegt, um in der geschlossenen Stellung keine Kraft auf den Leitschaufelschaft in Richtung des Schaufelschafts zu erzeugen.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Schaufelverstellarm einstückig ausgebildet ist, und eine Verschwenkbarkeit des Schaufelverstellarms mittels zum indet einem Festkörpergelenk erreicht wird. Als Festkörpergelenk werden hierbei Bereiche eines Bauteils bezeichnet, die eine Relativbewegung (Drehung) zwischen zwei Starrkörperbereichen

durch eine Biegung erlauben. Die Funktion eines Gelenks wird hierbei durch einen Bereich erreicht, der eine geringere Biegesteifigkeit als zwei angrenzende Bereiche aufweist. Die verminderte Biegesteifigkeit kann hierbei durch eine lokale Querschnittsverringerung erzeugt werden. Ein Festkörpergelenk kann mit einem konventionellen Drehgelenk verglichen werden, dessen Drehbereich eingeschränkt ist. Durch eine Ausbildung eines Festkörpergelenkes kann eine preiswerte Alternative zu einem echten Gelenk geschaffen werden, da hierfür weniger Bauteile notwendig sind. Ferner ist eine reibungsfreie Relativbewegung des linken Schenkels und des rechten Schenkels ermöglicht, und es entstehen keine Partikel durch Reibung in dem Festkörpergelenk. Eine geringere Dauerfunktionssicherheit des Festkörpergelenks im Vergleich zu einem konventionellen Gelenk ist unkritisch, da der Schaufelverstellarm nur bei einer Montage beziehungsweise Demontage bewegt wird. Diese Ausgestaltung weist daher den Vorteil auf, dass bei gleicher Funktionalität weniger Bauteile benötigt werden und eine Montage erleichtert wird.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in der geschlossenen Stellung eine gemeinsame Mittelachse der beiden Öffnungen parallel zu einer Drehachse des Schaufelschafts gelegen ist. Das bedeutet, dass die beiden Öffnungen in der geschlossenen Stellung ein Durchstecken eines Durchsteckbolzens ermöglichen, und eine Achse des Durchsteckbolzens beziehungsweise die Durchsteckrichtung im Wesentlichen parallel zu einer Drehachse des Schaufelschafts gelegen ist. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der radialen Symmetrie des Leitschaufelkranzes bei einer Bewegung des Einstellrings sich eine geringe Winkelabweichung des Durchsteckbolzens ergeben kann, so dass es unter Umständen notwendig sein kann, den Durchsteckbolzen auf dem Verstellring beziehungsweise den Durchsteckbolzen in der Öffnung drehbar zu lagern bzw. zu halten, beziehungsweise Toleranzen vorzusehen, die eine solche Bewegung ermöglichen.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in der geschlossenen Stellung eine Längsrichtung jedes Schenkels, das heißt eine Richtung von der Verschwenkachse zu der jeweiligen Öffnung in dem Schenkel, im Wesentlichen senkrecht zu der Drehachse des Schaufelschafts ist. Dadurch wird erreicht, dass der Schaufelverstellarm im Wesentlichen senkrecht zu dem Schaufelschaft angebracht ist, und somit ist eine optimale Kraftübertragung ermöglicht.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass für jeden Schenkel eine Entfernung (d1) von der Verschwenkachse zu der jeweiligen Klemmfläche kleiner als eine Entfernung (d2) von der Verschwenkachse zu der jeweiligen Öffnung ist und/oder eine Entfernung (d1) von der Verschwenkachse zu der jeweiligen Klemmfläche kleiner als eine Entfernung (d3) von der jeweiligen Klemmfläche zu der jeweiligen Öffnung ist. Das bedeutet, dass in der geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelverstellarm der Leitschau-

felschaft zwischen der Verschwenkachse und den Öffnungen gelegen ist, beziehungsweise dass in der geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelverstellarm die Verschwenkachse zwischen dem Leitschaufelschaft und der Öffnung gelegen ist. Ferner ist der Abstand zwischen der Klemmfläche und dem Schaufelschaft kleiner als die Entfernung von der Verschwenkachse beziehungsweise dem Leitschaufelschaft zu einer der Öffnungen, so dass ein Hebelarm in der Weise ausgebildet ist, dass durch eine geringe Kraft auf die Schenkel an der Position der Öffnungen eine große Kraft auf die Klemmflächen an der Position des Schaufelschafts erzielt werden kann. Das bedeutet zudem, dass eine Anordnung, bei der der Schaufelschaft näher zu den Öffnungen als zu der Verschwenkachse gelegen wäre, ungünstig wäre und daher vermieden werden sollte.

[0022] Diese Ausgestaltung weist daher den Vorteil auf, dass durch die Ausbildung des Hebelarms eine einfachere Montage möglich ist, und durch eine geringe Kraft auf die Öffnungen eine große Haltekraft bzw. Presskraft auf den Schaufelschaft erzielt werden kann. Durch die geringe Kraft auf die Öffnungen ist eine Reibung an der Stelle der Öffnungen vermindert und somit ist eine Haltbarkeit des Schaufelverstellarms verbessert.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass zum indet eine der Klemmflächen ein Aufnahmeelement zum formschlüssigen Verbinden mit einer an dem Schaufelschaft vorgesehenen Verbindungseinrichtung, das heißt eine Nut, eine Vertiefung, einen Aufnahmeraum oder auch einen Vorsprung, aufweist, wobei in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms das Aufnahmeelement der zumindest einen Klemmfläche mit der an dem Schaufelschaft vorgesehenen Verbindungseinrichtung in Eingriff steht. Das bedeutet, dass der Schaufelschaft eine Form aufweisen kann, die mehrere Klemmflächen aufweisen kann, die zueinander einen Winkel aufweisen, sodass eine höhere Kraftübertragung von dem Schaufelverstellarm auf den Schaufelschaft möglich wird. Es ist zu bemerken, dass bei einer derartigen Ausbildung des Schaufelschafts die Klemmflächen in entsprechender Weise ausgebildet sein können, um ein formschlüssiges Verbinden zwischen Klemmflächen und Schaufelschaft zu ermöglichen. Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass höhere Kräfte zwischen Schaufelverstellarm und Schaufelschaft übertragen werden können und der Schaufelschaft in der Klemmverbindung verdrehsicher gehalten werden kann.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit einem Schaufelverstellarm nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest eine Leitschaukel zur radialen Begrenzung eines Strömungskanals der Strömungsmaschine angebracht ist, bei der mittels des Schaufelverstellarms, der mit einem Verstellring der Strömungsmaschine verbunden ist, eine Einstellung der Leitschaukel vorgenommen werden kann. Hierdurch können die vorstehend beschriebenen Vorteile der weiteren Aus-

gestaltungen und insbesondere ein verringerter Durchmesser der Strömungsmaschine und eine geringere Teileanzahl der Strömungsmaschine erreicht werden.

[0025] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage eines Schaufelverstellarms für eine Strömungsmaschine, wobei der Schaufelverstellarm zwei Schenkel aufweist, die gegeneinander zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung verschwenkt werden können und die eine Klemmeinrichtung ausbilden, welche an jedem der Schenkel zumindest eine Klemmfläche aufweist, und jeder der Schenkel eine Öffnung aufweist, wobei der Schaufelverstellarm in der offenen Stellung auf einen zum Verstellen einer verstellbaren Leitschaukel der Strömungsmaschine vorgesehenen Schaufelschaft der verstellbaren Leitschaukel aufgesetzt wird und in die geschlossene Stellung gebracht wird, in der die Schenkel mittels der beiden Klemmflächen eine Klemmverbindung ausbilden, die den Schaufelschaft zwischen den zwei Schenkeln über die beiden Klemmflächen kraftschlüssig hält, und in der die beiden Öffnungen der Schenkel einander überlappen, um einen Durchsteckbolzen durch die Öffnungen aufzunehmen, der mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts verbunden wird.

[0026] Das bedeutet, dass das Verfahren ein vereinfachtes Montageverfahren für den erfindungsgemäßen Schaufelverstellarm bereitstellt, und dass dieses Verfahren einfacher durchzuführen ist und somit kostengünstiger als bisher bekannte Verfahren ist.

[0027] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und den Ausführungsbeispielen. Die in der vorangegangenen Beschreibung erwähnten Merkmale und Kombinationen von Merkmalen sowie die in den folgenden Beispielen genannten Merkmalskombinationen können nicht nur in den jeweils angegebenen Kombinationen verwendet werden, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind daher auch Ausführungen der Erfindung als mitumfasst und offenbart anzusehen, die in den Beispielen nicht ausdrücklich gezeigt und erläutert werden. Es sind auch Ausführungen und Kombinationen von Merkmalen als offenbart anzusehen, die nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Dieselben Bauelemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms im Stand der Technik;

Fig. 2A eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer geschlossenen Stellung;

Fig. 2B eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer offenen Stellung;

- spiel der Erfindung in einer offenen Stellung;
- Fig. 2C eine Draufsicht auf einen Schaufelverstellarm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der geschlossenen Stellung;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer geschlossenen Stellung;
- Fig. 4A eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer geschlossenen Stellung;
- Fig. 4B eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer offenen Stellung;
- Fig. 4C eine Draufsicht auf einen Schaufelverstellarm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der geschlossenen Stellung;
- Fig. 5A eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms; und
- Fig. 5B eine weitere perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms.

[0028] FIG. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms im Stand der Technik. Hierbei ist ein Schaufelverstellarm 910 eines Leitschaufelkranzes einer Strömungsmaschine gezeigt, wobei der Schaufelverstellarm 910 auf dem Leitschaufelschaft 920 angebracht ist. Der Leitschaufelschaft 920 weist eine Fase beziehungsweise Abflachung beziehungsweise Nut auf, in die ein Vorsprung des Schaufelverstellarms 910 eingreift. Der Schaufelverstellarm 910 ist mit einer Mutter 980 gegen ein Abfallen gesichert, wobei diese wiederum mit einem Splint 990 gegen ungewolltes Öffnen gesichert ist. An der von dem Schaufelschaft abgewandten Seite ist der Schaufelverstellarm 910 mit einer Öffnung versehen, die einen Durchsteckbolzen 950 beherbergt. Der Durchsteckbolzen 950 wiederum ist an einem Verstellring 940 befestigt, mittels dem alle Leitschaufeln des gezeigten Leitschaufelkranzes der gezeigten Stufe der Strömungsmaschine gemeinsam eingestellt werden können. Der Leitschaufelschaft 920 ist in einer Durchführung 970 beziehungsweise Lager gehalten, und erstreckt sich auf der Innenseite der Strömungsmaschine, um dort eine Leitschaufel zu halten beziehungsweise auszubilden. Der Leitschaufelschaft 920 kann einstückig mit der Leitschaufel ausgebildet sein.

[0029] FIG. 2A zeigt eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelschaft. Hierbei weist der

Schaufelverstellarm 10 zwei Schenkel 12 auf, die mittels einer Verschwenkachse 32 gegeneinander zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung verschwenkbar sind. Die zwei Schenkel bilden eine Klemmeinrichtung aus, mit der ein Schaufelschaft 20 mit einer Drehachse 22 zu halten ist. Die Klemmeinrichtung weist an jedem der Schenkel 12 zumindest eine Klemmfläche 14 auf, über welche in der geschlossenen Stellung gemäß FIG. 1 ein zum Verstellen einer Leitschaufel der Strömungsmaschine vorgesehener Schaufelschaft 20 zwischen den zwei Schenkeln 12 über die beiden Klemmflächen 14 unter Ausbildung einer Klemmverbindung 16 Bewegung der Öffnungen 50 mittels der Klemmflächen 14 eine große Kraft auszuüben, die den Schaufelschaft 20 in der geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelverstellarm 10 halten kraftschlüssig beziehungsweise formschlüssig und damit verdrehsicher beziehungsweise drehfest zu halten ist. Ferner weist jeder der Schenkel 12 an einer von der Verschwenkachse 32 entfernten beziehungsweise abgewandten Seite des Schenkels 12 eine Öffnung 50 auf, wobei in der geschlossenen Stellung die beiden Öffnungen 50 der beiden Schenkel 12 des Schaufelverstellarms 10 einander derart überlappen, dass ein Durchsteckbolzen durch die Öffnungen 50 durchsteckbar ist, der mit einem Einstellelement beziehungsweise einem Verstellring der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts 20 um die Drehachse 22 verbindbar ist. Wird der Verstellring um die Welle der Strömungsmaschine gedreht, nimmt dieser über den Durchsteckbolzen in den Öffnungen 50 den Schaufelverstellarm 10 mit, und es kann erreicht werden, dass alle Schaufelschäfte 20 der betreffenden Leitschaufeln des betrachteten Leitschaufelkranzes gemeinsam eingestellt werden können. Ferner ist in FIG. 2A eine Durchführung 70 gezeigt, die den Schaufelverstellarm 10 drehbar hält und die mit einem Gehäuse der Strömungsmaschine verbindbar ist.

[0030] FIG. 2B zeigt den Schaufelverstellarm 10 in der offenen Stellung, wobei eine Nut 24 beziehungsweise Klemmfläche des Schaufelschafts 20 sichtbar wird. Die Nut 24 weist eine Breite in Richtung der Drehachse 22 entlang des Schaufelschafts 20 auf, wobei die Breite derart gewählt ist, dass der Schaufelverstellarm 10 in der geschlossenen Stellung gegen axiales Verrutschen auf dem Schaufelschaft 20 gesichert ist.

[0031] In der offenen Stellung des Schaufelverstellarms 10 kann der Schaufelverstellarm 10 von dem Schaufelschaft 20 entfernt werden beziehungsweise angebracht werden. Die Nut 24 des Schaufelverstellarms 10 und die Klemmflächen 14 des Schaufelverstellarms sind derart ausgebildet, dass sie in dem montierten Zustand beziehungsweise in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms einander flächig berühren, so dass eine Relativdrehung des Schafts in Bezug auf den Schaufelverstellarm verhindert wird.

[0032] FIG. 2C zeigt eine Draufsicht auf den Schaufelverstellarm 10 in der geschlossenen Stellung und zeigt

insbesondere die Klemmverbindung 16. Es ist ersichtlich, dass in der geschlossenen Stellung die Klemmflächen 14 die Nuten 24 flächig berühren. Hierbei müssen die Flächen nicht eben ausgeführt sein, sondern können gekrümmt ausgeführt sein beziehungsweise können Vorsprünge aufweisen, um beispielsweise eine größere Kraftübertragung zwischen Schaufelverstellarm 10 und Schaufelschaft 20 zu ermöglichen.

[0033] Hierbei kann zumindest eine der Klemmflächen 14 ein Aufnahmeelement für ein formschlüssiges Verbinden mit einer an dem Schaufelschaft vorgesehenen Verbindungseinrichtung aufweisen, wobei in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms 10 das Aufnahmeelement der zumindest einen Klemmfläche 14 mit der an dem Schaufelschaft 20 vorgesehenen Verbindungseinrichtung in Eingriff stehen kann.

[0034] FIG. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms 10 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer geschlossenen Stellung. Während bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den FIG. 2A bis 2C der Schaufelverstellarm in einer ersten Form ausgeführt ist, bei der sich die Klemmflächen 14 zwischen der Verschwenkachse und den Öffnungen befinden, ist im Fall des Ausführungsbeispiels gemäß FIG. 3 der Schaufelverstellarm in einer zweiten Form ausgeführt, bei der sich die Verschwenkachse zwischen den Klemmflächen 14 und den Öffnungen befindet. Das heißt, bei dem Ausführungsbeispiel gemäß FIG. 3 ist die Verschwenkachse zwischen den Öffnungen 50 der Schenkel 12 und den Klemmflächen 14 gelegen, wohingegen bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den FIG. 2A bis 2C die Klemmflächen 14 zwischen der Verschwenkachse 32 und den Öffnungen 50 gelegen sind. Hierbei ist bei beiden Ausführungsbeispielen eine Entfernung von der Verschwenkachse 32 zu den jeweiligen Klemmflächen 14 kleiner als eine Entfernung von der jeweiligen Öffnung 50 zu der jeweiligen Klemmfläche 14 und /oder der Verschwenkachse 32.

[0035] FIG. 4A zeigt gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel einen Schaufelverstellarm 10 in der geschlossenen Stellung. Der Schaufelverstellarm 10 ist bei diesem Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet. Eine Verschwenkbarkeit des Schaufelverstellarms 10, das heißt eine Verschwenkbarkeit des einen Schenkels 12 in Bezug zu dem anderen Schenkel 12 wird mittels zumindest einem Festkörpergelenk erreicht. Als Festkörpergelenk wird hierbei ein Bereich eines Bauteils bezeichnet, der eine Relativbewegung beziehungsweise eine Verschwenkung oder Drehung zwischen zwei Starrkörperbereichen durch eine Biegung erlaubt. Die Funktion eines Gelenkes wird hierbei durch einen Bereich erreicht, der eine geringere Biegesteifigkeit als zwei angrenzende Bereiche aufweist. Die verminderte Biegesteifigkeit wird meist durch eine lokale Querschnittsverringerung erzeugt. Ein Festkörpergelenk kann daher mit einem konventionellen Drehgelenk verglichen werden, dessen Drehbereich eingeschränkt ist. Festkörpergelenke bilden eine preiswerte Alternative zu echten Gelenken,

da sie weniger Bauteile aufweisen. Eine geringere Dauerfunktionssicherheit ist unkritisch, da der Schaufelverstellarm nur bei der Montage bewegt wird. Da Festkörpergelenke im Unterschied zu Wälzlager oder Kugellagern eine reibungsfreie Relativbewegung ermöglichen, entstehen daher keine Partikel durch Reibung in dem Gelenk. Zudem weist das Ausführungsbeispiel den Vorteil auf, dass es einstückig ausgebildet ist, und somit eine Anzahl von Teilen verringert ist und eine Kostenverringerung ermöglicht ist.

[0036] FIG. 4B zeigt eine perspektivische Ansicht des Schaufelverstellarms gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der offenen Stellung. Während in der geschlossenen Stellung wie zuvor eine gemeinsame Durchgangsachse der beiden Öffnungen 50 parallel zu einer Drehachse 22 des Schaufelschafts 20 gelegen ist, beziehungsweise die Öffnungen 50 in der geschlossenen Stellung derart überlappen, dass ein Durchsteckbolzen durch die Öffnungen 50 durchsteckbar ist, der mit einem Einstellelement beziehungsweise Verstellring der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts 20 verbindbar ist, ist in der offenen Stellung kein Überlapp beziehungsweise nur ein geringer Überlapp der Öffnungen 50 vorhanden. Indem die beiden Schenkel 12 von der offenen in die geschlossene Stellung gemäß FIG. 4A gebracht werden, wird eine Presskraft auf den Schaufelschaft 20 beziehungsweise auf die Klemmflächen 14 und die Nuten 24 des Schaufelschafts 20 ausgeübt. Die Presskraft ermöglicht ein formschlüssiges Verbinden und ermöglicht den Schaufelverstellarm 10 gegenüber dem Schaufelschaft 20 verdrehsicher zu halten.

[0037] FIG. 4C zeigt eine Draufsicht auf den Schaufelverstellarm gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der geschlossenen Stellung und insbesondere die Klemmverbindung 16 bei diesem Ausführungsbeispiel. In dem Fall des Ausführungsbeispiels gemäß FIG. 4C sind zwischen den beiden Schenkeln des Schaufelverstellarms 10 zwei Festkörpergelenke 18 angeordnet, zwischen denen sich ein Berührungspunkt 15 bzw. Anschlag befindet. Der Berührungspunkt 15 berührt in der geschlossenen Stellung den Schaufelschaft 20, um ein Verrutschen des Schaufelverstellarms 10 in der geschlossenen Stellung in Bezug auf den Schaufelschaft 20 zu verhindern. Ferner ist erkennbar, dass sich die zwei Klemmflächen 14 in Eingriff mit den Nuten 24 des Schaufelschafts 20 befinden. Werden die zwei Öffnungen 50 des Schaufelverstellarms 10 durch eine Kraft auf die Öffnungen 50 voneinander wegbewegt, so werden die zwei Schenkel 12 auseinandergebogen, wobei sich die Biegung des Schaufelverstellarms 10 im Wesentlichen auf die zwei Festkörpergelenke 18 konzentriert und der Schaufelschaft 20 wird freigegeben. Dies ermöglicht ein Montieren des Schaufelverstellarms 10 auf dem Schaufelschaft 20 beziehungsweise ein entsprechendes Demontieren.

[0038] FIG. 5A zeigt eine weitere perspektivische Ansicht des Schaufelverstellarms 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ohne Darstellung eines

Schaufelschafts 20. Zur Veranschaulichung ist in **FIG. 5A** eine Mittelachse 52 der Öffnung 50 eingezeichnet, wobei beide Öffnungen 50 der beiden Schenkel 12 in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms 10 übereinanderliegen. Ferner ist eine Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 auf einem der Schenkel 12 eingezeichnet, um eine übersichtlichere Darstellung zu ermöglichen. Jedoch ist die genaue Lage der Mittellinie 13 ungefähr in der Mitte der Klemmfläche 14 nicht wichtig, und es ist lediglich zu beachten, dass die Mittellinie 13 in einer Ebene der Klemmfläche 14 liegt und parallel zu der Verschwenkachse 32 ist. Eine Entfernung zwischen der Verschwenkachse 32 und der Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 ist mit d1 bezeichnet. Ferner ist eine Entfernung zwischen der Verschwenkachse 32 und der Mittelachse 52 der Öffnung 50 mit d2 bezeichnet und eine Entfernung von der Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 zu der Mittelachse 52 der Öffnung 50 ist mit d3 bezeichnet. Werden die Entfernungen in dieser Weise bezeichnet, ist für jeden Schenkel die Entfernung d1 kleiner als die Entfernung d2. Zudem ist die Entfernung d1 kleiner als die Entfernung d3. Somit ist ein Hebelarm ausgebildet, der es ermöglicht, durch eine geringe Bewegung der Öffnungen 50 mittels der Klemmflächen 14 eine große Kraft auszuüben, die den Schaufelschaft 20 in der geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelverstellarm 10 halten. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Drehsicherheit des Schaufelverstellarms 10 in Bezug auf den Schaufelschaft 20.

[0039] FIG. 5B zeigt eine weitere perspektivische Ansicht eines Schaufelverstellarms 10 gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung in der geschlossenen Stellung ohne Darstellung des Schaufelschafts 20. Zur Veranschaulichung ist in **FIG. 5B** eine Mittelachse 52 der Öffnung 50 eingezeichnet, wobei beide Öffnungen 50 der beiden Schenkel 12 in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms 10 übereinanderliegen. Ferner ist nur eine Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 auf einem der Schenkel 12 eingezeichnet, um eine übersichtlichere Darstellung zu ermöglichen. Jedoch ist die genaue Lage der Mittellinie 13 ungefähr in der Mitte der Klemmfläche 14 nicht wichtig, und es ist lediglich zu beachten, dass die Mittellinie 13 in einer Ebene der Klemmfläche 14 liegt und parallel zu der Verschwenkachse 32 ist. Eine Entfernung zwischen der Verschwenkachse 32 und der Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 ist wie zuvor mit d1 bezeichnet. Ferner ist eine Entfernung zwischen der Verschwenkachse 32 und der Mittelachse 52 der Öffnung 50 mit d2 bezeichnet und eine Entfernung von der Mittellinie 13 der Klemmfläche 14 zu der Mittelachse 52 der Öffnung 50 ist mit d3 bezeichnet. Werden die Entfernungen in dieser Weise bezeichnet, ist für jeden Schenkel die Entfernung d1 kleiner als die Entfernung d2. Zudem ist die Entfernung d1 kleiner als die Entfernung d3. Somit ist auch bei dieser Ausgestaltung ein Hebelarm ausgebildet, der es ermöglicht, durch eine geringe Bewegung der Öffnungen 50 mittels der Klemmflächen 14 eine große Kraft auszuüben, die den

Schaufelschaft 20 in der geschlossenen Stellung bei montiertem Schaufelverstellarm 10 halten. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Drehsicherheit des Schaufelverstellarms 10 in Bezug auf den Schaufelschaft 20.

Bezugszeichenliste:

[0040]

10	10	Schaufelverstellarm
	12	Schenkel
	13	Mittellinie
	14	Klemmfläche
	15	Berührungspunkt
	16	Klemmverbindung
	18	Festkörpergelenk
	20	Schaufelschaft
	22	Drehachse
	24	Nut
20	32	Verschwenkachse
	50	Öffnung
	52	Mittelachse
	70	Durchführung
	910	Schaufelverstellarm
25	920	Leitschaufelschaft
	940	Einstellring
	950	Durchsteckbolzen
	970	Durchführung
	980	Mutter
30	990	Splint
	d1	Entfernung Verschwenkachse zu Mittellinie der Klemmfläche
	d2	Entfernung Verschwenkachse zu Mittelachse der Öffnung
35	d3	Entfernung Verschwenkachse zu Mittellinie der Klemmfläche

Patentansprüche

1. Schaufelverstellarm (10) für eine Strömungsmaschine mit zwei Schenkeln (12), die gegeneinander um eine Verschwenkachse (32) zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung verschwenkbar sind und die eine Klemmeinrichtung ausbilden, welche an jedem der Schenkel (12) zumindest eine Klemmfläche (14) aufweist, über welche in der geschlossenen Stellung ein zum Verstellen einer Leitschaufel der Strömungsmaschine vorgesehener Schaufelschaft (20) zwischen den zwei Schenkeln (12) über die beiden Klemmflächen (14) unter Ausbildung einer Klemmverbindung (16) kraftschlüssig zu halten ist; wobei jeder der Schenkel (12) einen, insbesondere als Öffnung oder Vorsprung ausgebildeten, Befestigungsabschnitt (50) aufweist, der dazu ausgebildet ist, lösbar, kraft- und/oder formschlüssig mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des

Schaufelschafts (20) verbunden zu werden.

2. Schaufelverstellarm (10) nach Anspruch 1, wobei jeder der Schenkel (12) eine Öffnung (50) aufweist, die einander in der geschlossenen Stellung derart überlappen, dass ein Durchsteckbolzen durch die Öffnungen (50) durchsteckbar ist, der mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts (20) verbindbar ist. 5
3. Schaufelverstellarm (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schaufelverstellarm (10) in der offenen Stellung an dem Schaufelschaft (20) der Strömungsmaschine anbringbar ist. 10
4. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Verschwenkachse (32) und Klemmfläche (14) jeweils auf einer Hälfte jedes Schenkels (12) angeordnet sind und der Befestigungsabschnitt (50) auf einer gegenüberliegend Hälfte des jeweiligen Schenkels (12) angeordnet ist. 15
5. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Klemmfläche (14) auf einem ersten Schenkel (12) der zwei Schenkel (12) und eine Klemmfläche (14) auf einem zweiten Schenkel (12) der zwei Schenkel (12) einander zugewandt sind, wobei der erste und der zweite Schenkel (12) verschiedene Schenkel (12) sind, und diese beiden Klemmflächen (14) der Verschwenkachse (32) zugewandt sind. 20 25 30
6. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schaufelverstellarm (10) einstückig ausgebildet ist und eine Verschwenkbarkeit des Schaufelverstellarm (10) mittels zumindest einem Festkörpergelenk (18) erreicht wird. 35
7. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der geschlossenen Stellung eine gemeinsame Mittelachse (52) der beiden Öffnungen (50) parallel zu einer Drehachse (22) des Schaufelschafts (20) gelegen ist. 40 45
8. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der geschlossenen Stellung eine Längsrichtung jedes Schenkels (12) senkrecht zu einer Drehachse (22) des Schaufelschafts (20) ist. 50
9. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für jeden Schenkel (12) eine Entfernung (d1) von der Verschwenkachse (32) zu der jeweiligen Klemmfläche (14) kleiner als eine Entfernung (d2) von der Verschwenkachse (32) zu der jeweiligen Öffnung (50) ist und/oder eine Entfernung (d1) von der Verschwenkachse (32) zu

der jeweiligen Klemmfläche (14) kleiner als eine Entfernung (d3) von der jeweiligen Klemmfläche (14) zu der jeweiligen Öffnung (50) ist.

10. Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Klemmflächen (14) ein Aufnahmeelement zum formschlüssigen Verbinden mit einer an dem Schaufelschaft (20) vorgesehenen Verbindungseinrichtung aufweist, wobei in der geschlossenen Stellung des Schaufelverstellarms (10) das Aufnahmeelement der zumindest einen Klemmfläche (14) mit der an dem Schaufelschaft (20) vorgesehenen Verbindungseinrichtung in Eingriff steht. 5 10 15
11. Strömungsmaschine mit einem Schaufelverstellarm (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Verfahren zur Montage eines Schaufelverstellarms (10) für eine Strömungsmaschine, wobei
 - der Schaufelverstellarm (10) zwei Schenkel (12) aufweist, die gegeneinander zwischen zumindest einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung verschwenkbar sind und die eine Klemmeinrichtung ausbilden, welche an jedem der Schenkel (12) zumindest eine Klemmfläche (14) aufweist, und jeder der Schenkel (12) eine Befestigungsabschnitt (50) aufweist, der dazu ausgebildet ist, lösbar, kraft- und/oder formschlüssig mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts (20) verbunden zu werden;
 - wobei der Schaufelverstellarm (10) in der offenen Stellung auf einen zum Verstellen einer verstellbaren Leitschaufel der Strömungsmaschine vorgesehenen Schaufelschaft (20) der verstellbaren Leitschaufel aufgesetzt wird;
 - wobei der Schaufelverstellarm (10) anschließend in die geschlossene Stellung gebracht wird, in der die Schenkel (12) mittels der beiden Klemmflächen (14) eine Klemmverbindung (16) ausbilden, die den Schaufelschaft (20) zwischen den zwei Schenkeln (12) über die beiden Klemmflächen (14) kraftschlüssig hält, und
 - wobei die Befestigungsabschnitte (50) in der geschlossenen Stellung mit einem Einstellelement der Strömungsmaschine zum Einstellen eines Drehwinkels des Schaufelschafts (20) lösbar, kraft- und/oder formschlüssig verbunden werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Befestigungsabschnitte als Öffnungen (50) ausgebildet sind und wobei beiden Öffnungen (50) der Schenkel (12) in der geschlossenen Stellung einander überlappen, um einen Durchsteckbolzen durch die Öff-

nungen (50) aufzunehmen, der mit einem Einstell-
element der Strömungsmaschine zum Einstellen
eines Drehwinkels des Schaufelschafts (20) verbun-
den wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

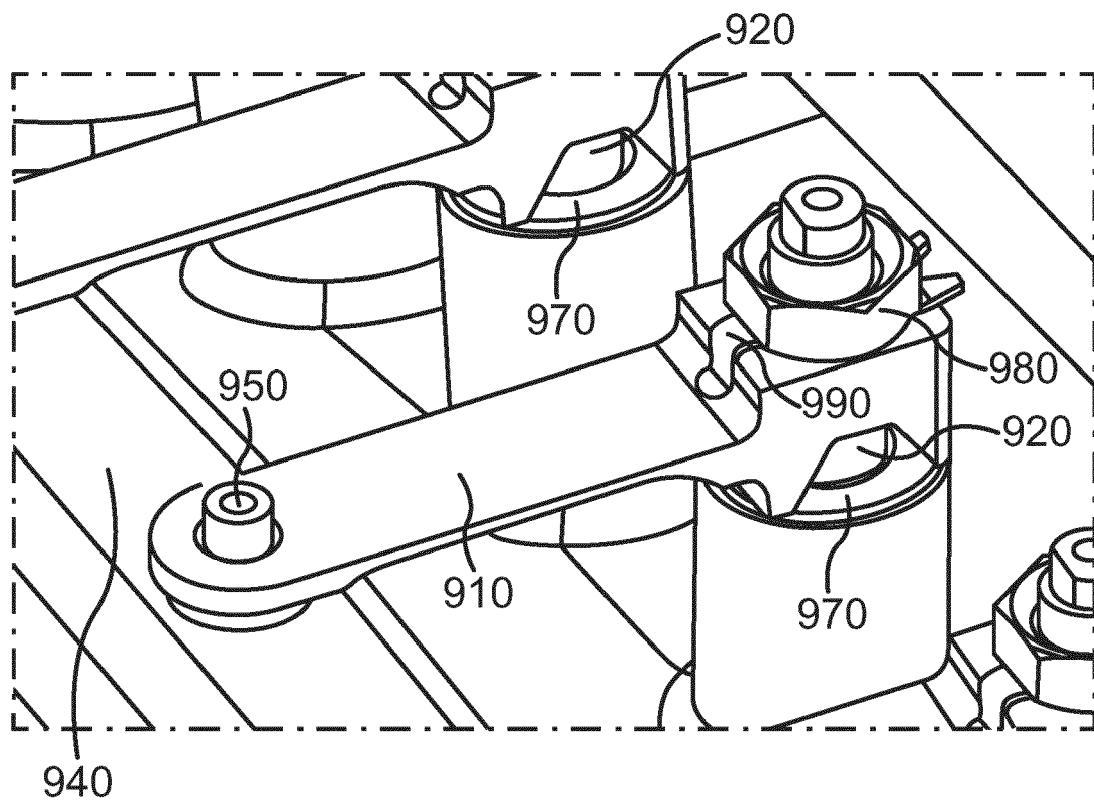


Fig.1
(Stand der Technik)

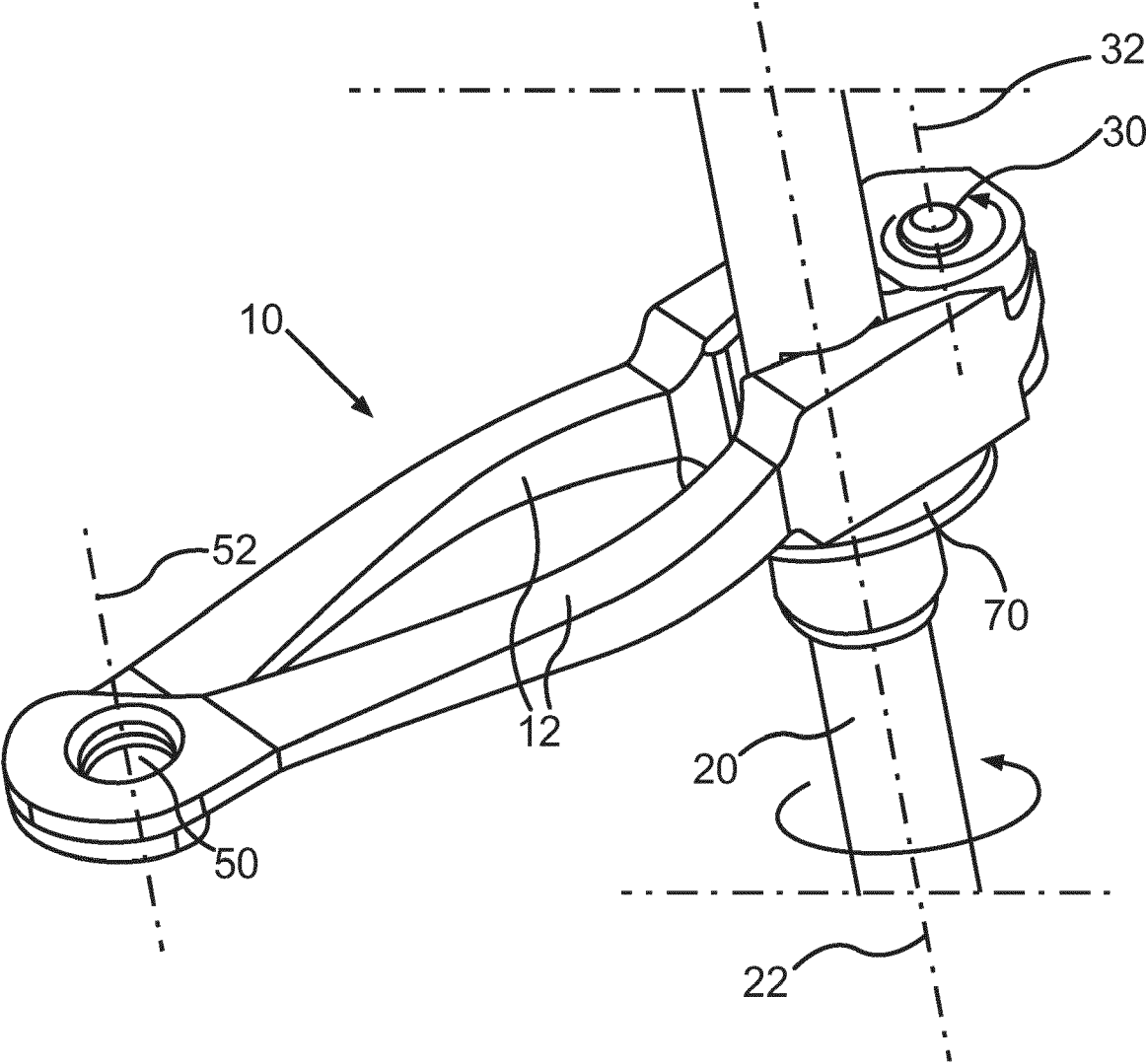


Fig.2a

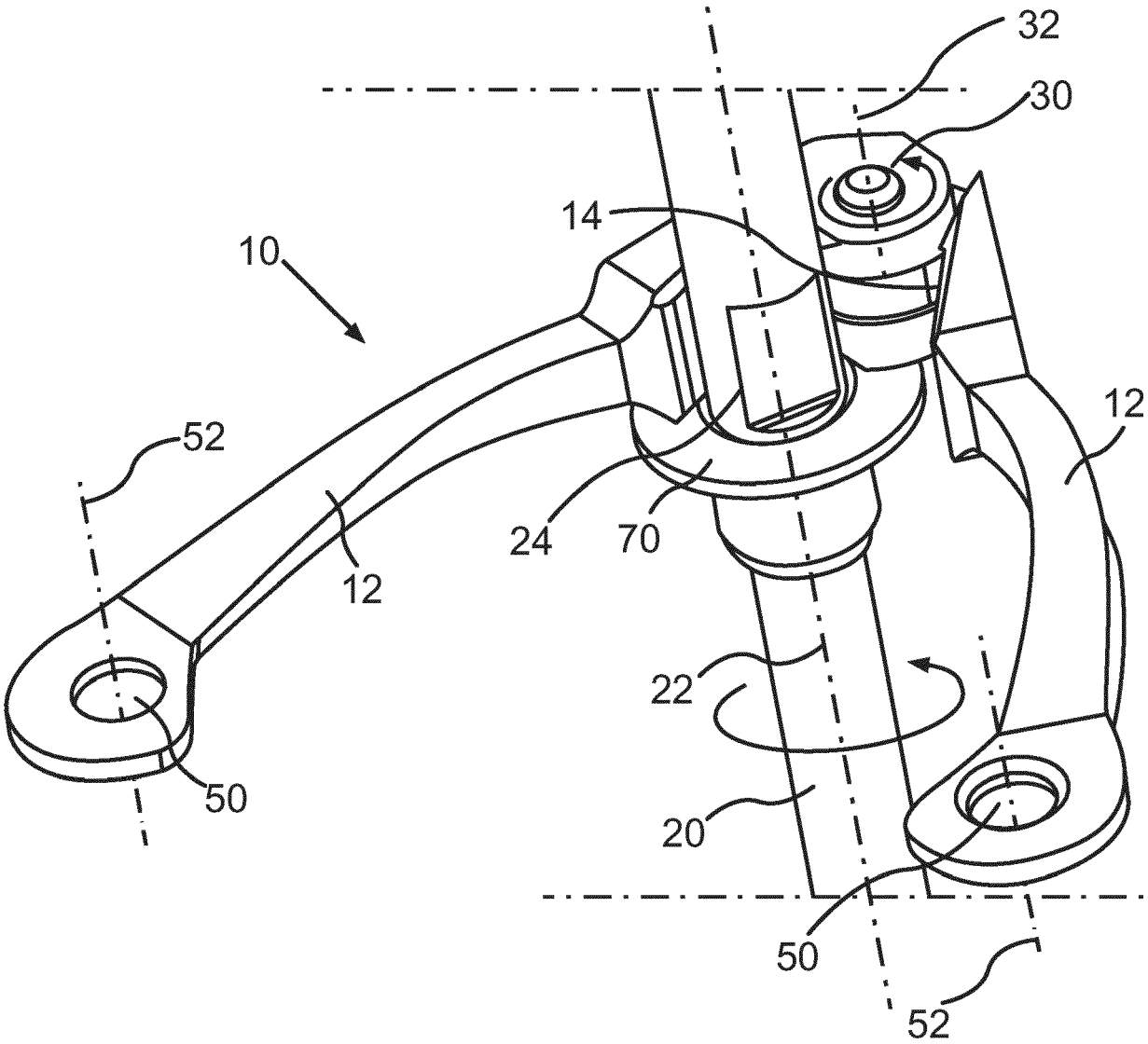


Fig.2b

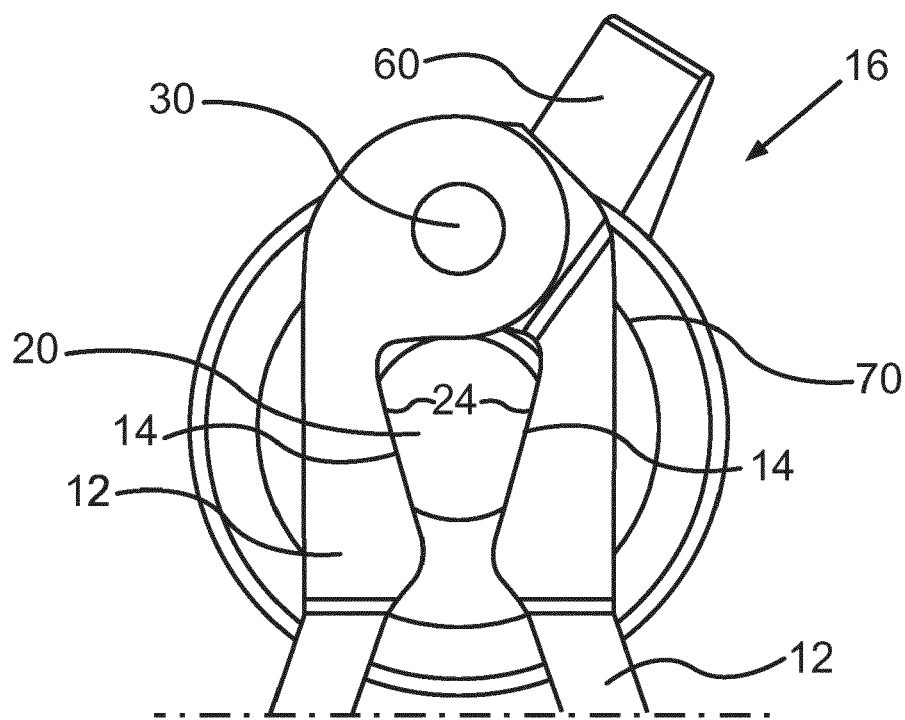


Fig.2c

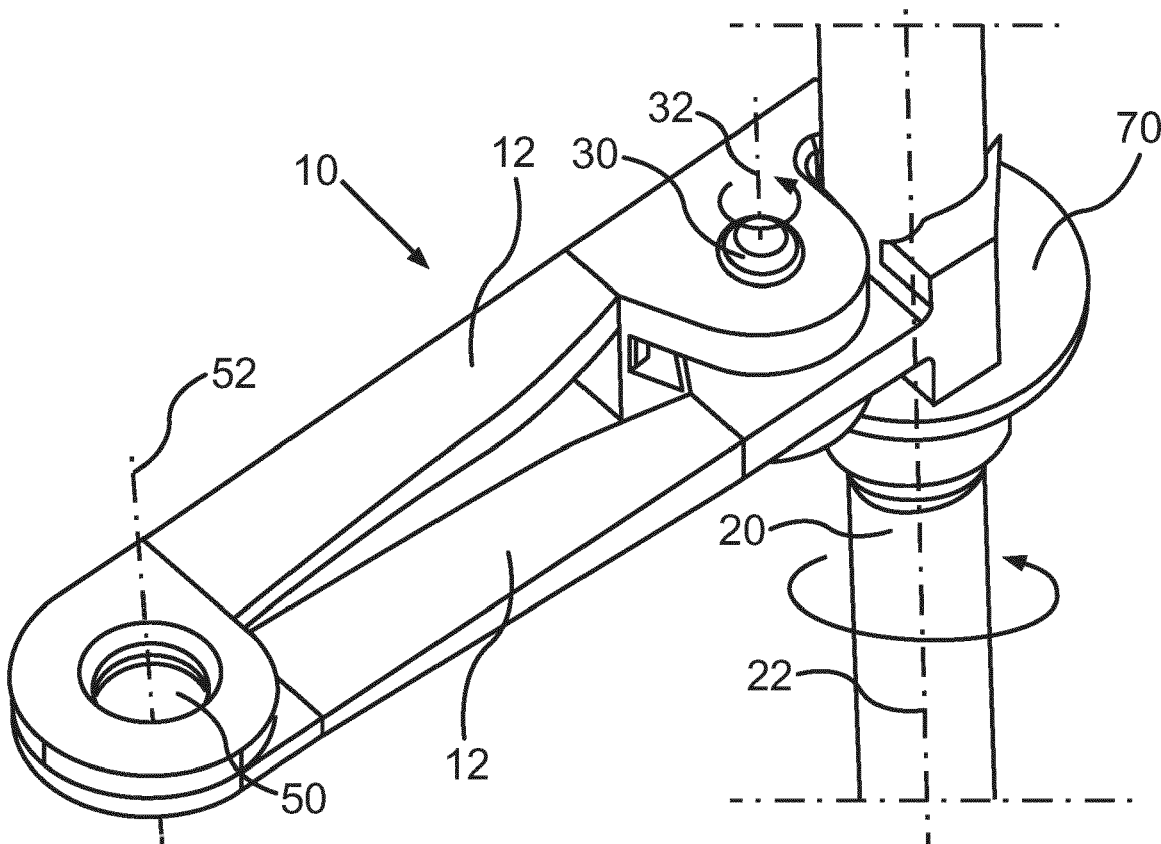


Fig.3

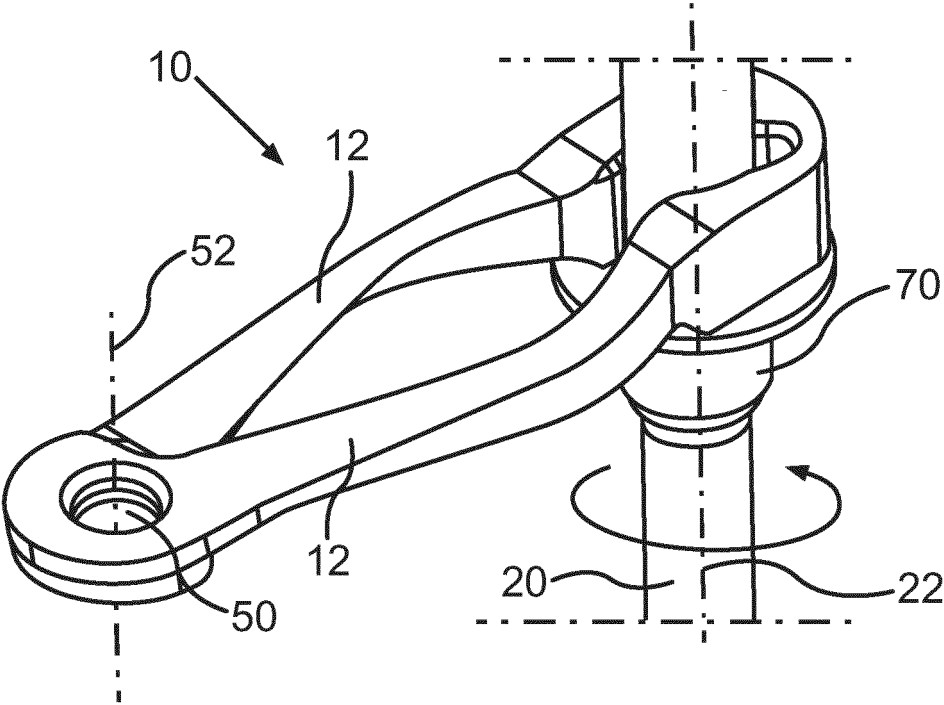


Fig.4a

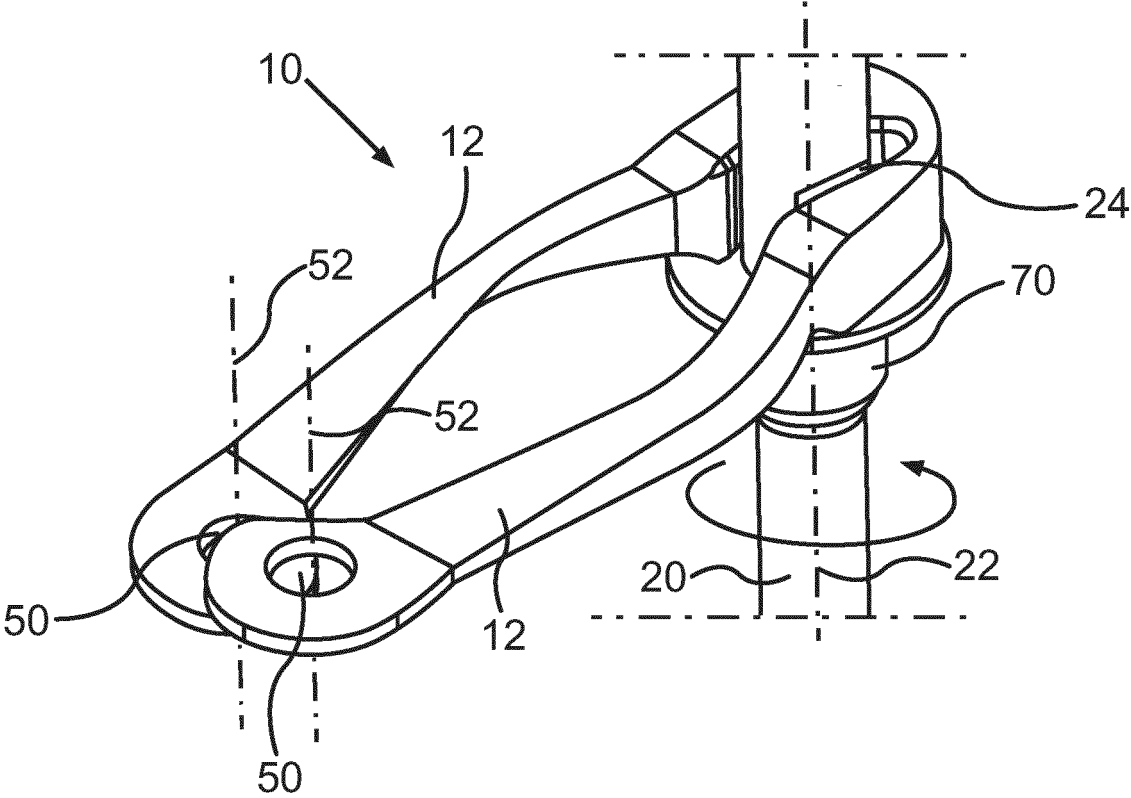


Fig.4b

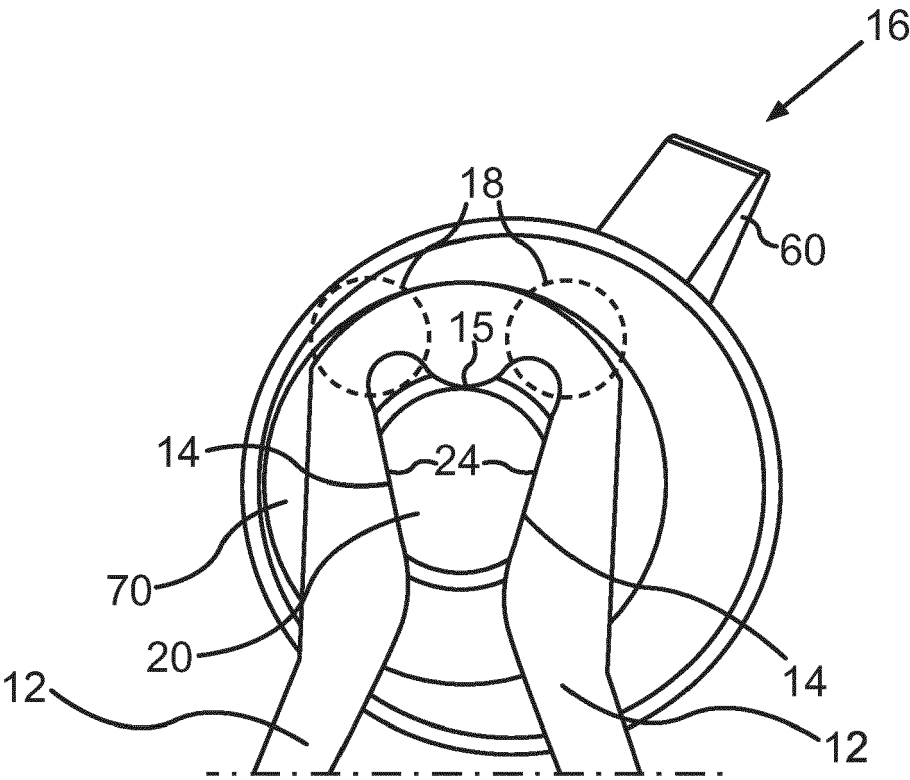


Fig.4c

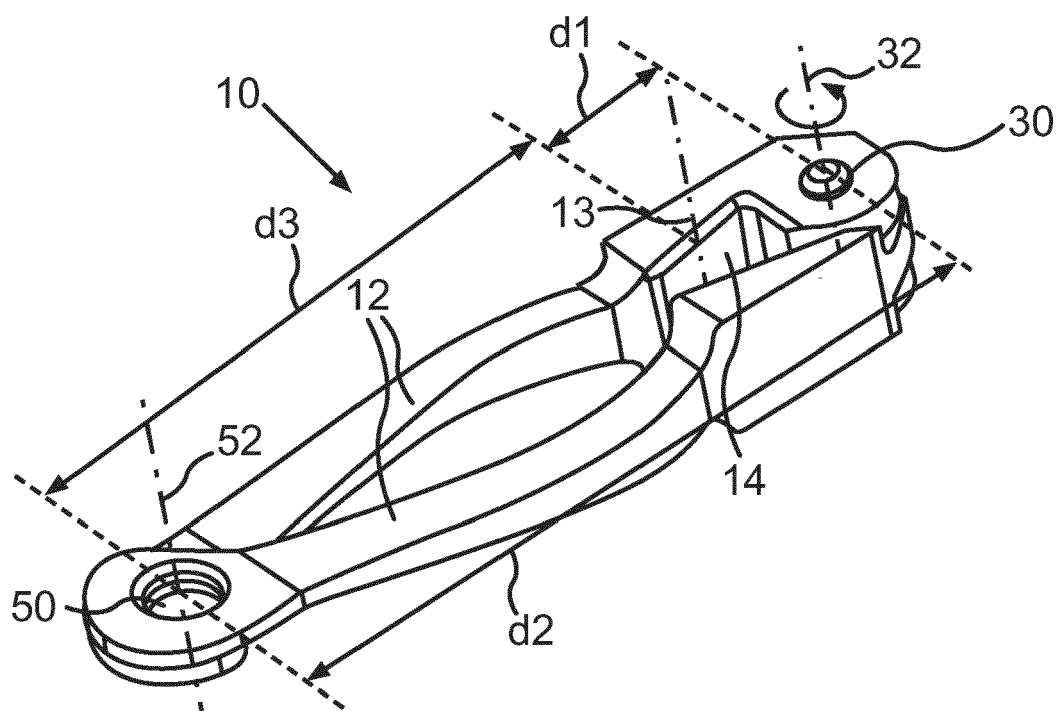


Fig.5a

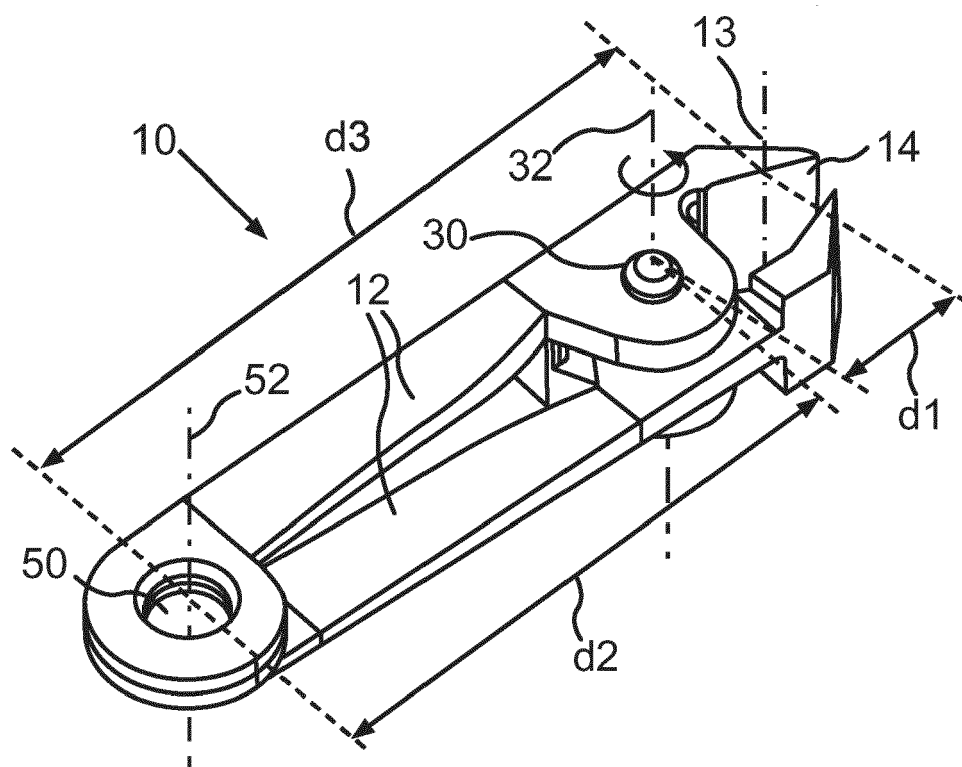


Fig.5b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 6419

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	US 4 307 994 A (BREWER DONALD F) 29. Dezember 1981 (1981-12-29) * Abbildungen *	1-13	INV. F01D17/16
X	DE 100 13 335 A1 (ABB TURBO SYSTEMS AG BADEN [CH]) 20. September 2001 (2001-09-20) * Abbildung 3 *	1-13	
X	DE 69 20 792 U (MTU MUENCHEN GMBH [DE]) 9. August 1973 (1973-08-09) * Abbildung *	1-13	
X	DE 10 2015 004649 A1 (MAN DIESEL & TURBO SE [DE]) 20. Oktober 2016 (2016-10-20) * Abbildungen *	1-13	
X	RU 188 554 U1 (ODK "OB'EDINENNAYA DVIGATELESTROITEL'NAYA KORPORATSIYA") 16. April 2019 (2019-04-16) * Abbildungen *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2024	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	

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

EP 23 21 6419

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.

21-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4307994 A	29-12-1981	CA 1123343 A	11-05-1982
		GB 2060782 A	07-05-1981
		US 4307994 A	29-12-1981

DE 10013335 A1	20-09-2001	AU 3530701 A	24-09-2001
		CN 1429311 A	09-07-2003
		CZ 20023107 A3	17-03-2004
		DE 10013335 A1	20-09-2001
		EP 1264079 A1	11-12-2002
		JP 4526055 B2	18-08-2010
		JP 2003527521 A	16-09-2003
		KR 20020077535 A	11-10-2002
		TW 513516 B	11-12-2002
		US 2003049120 A1	13-03-2003
		WO 0169044 A1	20-09-2001

DE 6920792 U	09-08-1973	KEINE	

DE 102015004649 A1	20-10-2016	CN 107810311 A	16-03-2018
		DE 102015004649 A1	20-10-2016
		DK 3283733 T3	05-08-2019
		EP 3283733 A1	21-02-2018
		JP 6499314 B2	10-04-2019
		JP 2018511737 A	26-04-2018
		KR 20170135944 A	08-12-2017
		RU 2666260 C1	06-09-2018
		US 2018119566 A1	03-05-2018
		WO 2016165950 A1	20-10-2016

RU 188554 U1	16-04-2019	KEINE	

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 524781 A1 [0004]
- EP 3683408 A2 [0005]
- US 4307994 A [0006]