

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

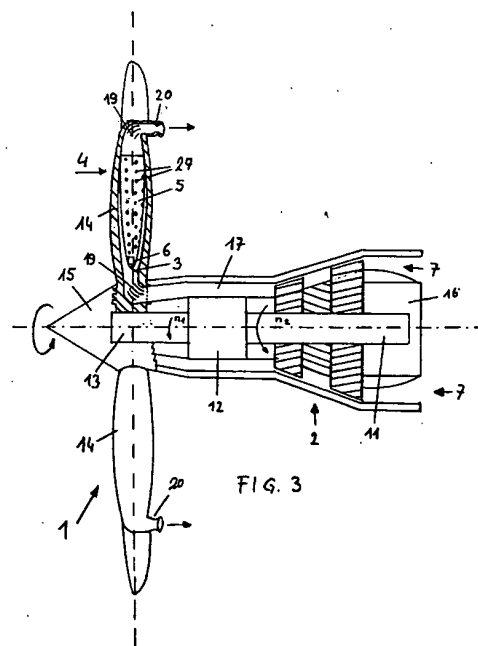
(21) Anmeldenummer: GM 166/07 (51) Int. Cl.⁸: F02K 7/00
(22) Anmeldetag: 2007-03-16 F02C 3/16
(42) Beginn der Schutzdauer: 2007-06-15
(45) Ausgabetag: 2007-08-15

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
ARNOLD GOTTFRIED DIPL.ING.
A-2371 HINTERBRÜHL,
NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
ARNOLD GOTTFRIED DIPL.ING.
HINTERBRÜHL, NIEDERÖSTERREICH
(AT).

(54) **TURBOPROPELLERTRIEBWERK**

(57) Die Erfindung betrifft ein Turbopropellertriebwerk (1) mit zumindest einem drehbar auf einer Welle (11) angeordneten Verdichter (2) zum Verdichten von über Lufteinlässe (7) angesaugter Luft, zumindest einer Brennkammer (5) zum Zünden und Verbrennen der mit einem über Einspritzdüsen (6) zugeführten Brennstoff vermischten verdichteten Luft, mit zumindest einem Auspuff (10) zum Ausstoßen der bei der Verbrennung gebildeten Abgase, und mit einem Propeller (4) mit mehreren auf einer drehbaren Welle (13) angeordneten Propellerblättern (14). Zur Verbesserung des Propellertriebwerks (1) ist vorgesehen, dass die Brennkammer (5) mit Bohrungen (27) oder dgl. zur Zuführung der verdichteten Luft zumindest teilweise im hohl ausgebildeten Propellerblatt (14) angeordnet ist, und dass jeder Auspuff (10) am Propellerblatt (14) durch eine Auslassdüse (20), beispielsweise eine Laval-Düse, gebildet ist, so dass die Drehbewegung des Propellers direkt durch die Verbrennung und den Ausstoß des Luft/Brennstoffgemisches durch die Auslassdüsen (20) an jedem hohl ausgebildeten Propellerblatt (14) verursacht wird.



Die Erfindung betrifft ein Turbopropellertriebwerk mit zumindest einem drehbar auf einer Welle angeordneten Verdichter zum Verdichten von über Lufteinlässe angesaugter Luft, zumindest einer Brennkammer zum Zünden und Verbrennen der mit einem über Einspritzdüsen zugeführten Brennstoff vermischt verdichteten Luft, mit zumindest einem Auspuff zum Ausstoßen der bei der Verbrennung gebildeten Gase, und mit einem Propeller mit mehreren auf einer drehbaren Welle angeordneten Propellerblättern, wobei die Welle des Propellers über ein Getriebe mit der Welle des zumindest einen Verdichters verbunden ist und zumindest ein Propellerblatt zur Führung der Gase hohl ausgebildet ist mit daran angeordnetem Auspuff.

Das gegenständliche Triebwerk ist insbesondere für Flächen-, Rotor- oder sogenannte VTOL (Vertical Take-off and Landing)-Luftfahrzeuge aber auch für andere Fahrzeuge, welche mit einem Propeller in Bewegung versetzt werden sollen, anwendbar.

Obgleich das Turbopropellertriebwerk gemäß der vorliegenden Beschreibung hauptsächlich als Antrieb für Flugzeuge beschrieben wird, ist eine Anwendung auch für Wasserfahrzeuge denkbar. Dabei kann das Turbopropellertriebwerk sowohl über Wasser als auch unter Wasser angeordnet sein.

Der Antrieb eines Propellers, insbesondere für Flugzeuge kleinerer Bauart, erfolgte früher mit Kolbenmotoren. Dabei wurde die Linearbewegung des Kolbens auf eine Drehbewegung des Propellers umgesetzt. Beim Turbopropellertriebwerk wird der Propeller im Gegensatz zu einem Kolbenmotor durch eine Turbine angetrieben. Diese Antriebsart wird auch als Turboprop bezeichnet. Turbopropellertriebwerke bestehen aus einer Gasturbine, die als Wellentriebwerk einen Propeller über ein Getriebe antreibt. Der Schub wird nahezu ausschließlich vom Propeller erzeugt, auf den die erzeugte Energie der Turbine übertragen wird. Um den Schub zu erzeugen, werden vom Propeller sehr große Luftmengen angesaugt und beschleunigt. Die Gasturbine saugt Luft ein, die in einem axialen oder radialen ein- oder mehrstufigen Kompressor verdichtet wird. Anschließend gelangt die verdichtete Luft in die Brennkammer, wo sie mit dem Treibstoff vermischt und verbrannt wird und sich dabei stark ausdehnt. Das energiereiche Gasgemisch strömt durch die meist axial aufgebaute und ein- oder mehrstufige Turbine und wird dabei entspannt. Die auf die Turbine übertragene Energie treibt über eine Welle den Verdichter und über ein allfälliges Getriebe den Propeller an. Die Abgase werden über einen entsprechenden Auspuff ausgestoßen.

Gegenüber Antrieben mit Kolbenmotoren haben Propellerturbinen den Vorteil eines geringeren Gewichts bei gleicher Leistung, eine kleinere Stirnfläche und eine höhere Maximalleistung pro Triebwerk.

Nachteilig bei Turbopropellertriebwerken sind die hohen Drehzahlen und die extremen Temperaturen, so dass zur Kühlung der heißen Teile des Triebwerks, der so genannten „Hot Section“, Maßnahmen erforderlich sind, welche die Komplexität des Triebwerks und auch dessen Gewicht erhöhen. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die rotierende Turbine des Triebwerks besonders genau und aus teuren Materialien gefertigt sein muss, da wärmebedingte Ausdehnungen nur in sehr geringen Bereichen zulässig sind. Da die gesamte Antriebsenergie über die Welle des Triebwerks und somit über das allfällige Getriebe zum Herabsetzen der Drehzahl des Propellers übertragen werden muss, sind die Welle und das Getriebe entsprechend groß zu dimensionieren. Dies führt wieder zu einem höheren Gewicht und auch zu höheren Kosten für das Triebwerk.

Turbopropellertriebwerke sind beispielsweise in der US 4 815 273 und der US 4 817 382 A sowie der US 6 928 822 B2 beschrieben.

Zur Vermeidung der Nachteile von Turbopropellertriebwerken wurden verschiedene Konstruktionen entwickelt, welche sich in der Praxis jedoch nicht bewährt haben.

Beispielsweise beschreibt die US 3 930 625 A einen Antrieb für einen Hubschrauber, wobei mittels Dampf, der über die Rotorblätter nach außen gestrahlt wird, dieser in Bewegung versetzt wird. Der Dampf wird durch Erhitzen von Wasser in einem Boiler erzeugt und dann entsprechend in die hohl ausgebildeten Rotorblätter geleitet. Über Drosselelemente kann der Einlass des Dampfes in die Rotorblätter geregelt werden. Das im Rotor entstehende Kondenswasser wird wieder in den Wasserbehälter rückgeführt. Die Konstruktion ist besonders aufwendig und für den Antrieb von Flugzeugen nicht anwendbar.

Aus der WO 84/03480 A1 ist ebenfalls ein Antrieb eines Hubschraubers bekannt, bei dem die Abluft einer Turbine über die Rotorblätter nach außen geleitet wird. Die Verbrennung des Treibstoff/Luftgemisches erfolgt in herkömmlicher Weise in einer entsprechenden Brennkammer. Dabei wird die ganze rotierende Einheit wegen der heißen Gase stark erhitzt. Auch diese Konstruktion ist relativ aufwendig und für den Antrieb eines Flugzeugs nicht geeignet.

Turbopropellertriebwerke, bei denen zumindest eine Brennkammer in zumindest einem hohl ausgebildeten Propellerblatt angeordnet ist, sind aus einigen Dokumenten bereits bekannt. Durchsetzen konnten sich derartige Antriebe jedoch nicht, da vermutlich keine akzeptablen Wirkungsgrade erzielt werden konnten.

Beispielsweise beschreibt die GB 227 151 A ein Propellertriebwerk, bei dem die hohl ausgebildeten Propellerblätter als Brennkammer dienen. Das dabei erzielte Übersetzungsverhältnis des Getriebes sowie die Geometrie der Brennkammer und Auslässe lässt jedoch keinen akzeptablen Wirkungsgrad zu, da keine vernünftige Ausströmungsgeschwindigkeit erzielt werden kann.

Die US 2 490 623 A1 zeigt eine andere Konstruktion eines Propellertriebwerks, bei dem jedoch ebenfalls keine Verdichtung erzielt werden kann, die ausreichen würde, um eine brauchbare Verbrennung zustande zu bringen und das Triebwerk mit einem akzeptablen Wirkungsgrad betreiben zu können.

Die US 2 508 673 A1 zeigt eine weitere Konstruktion eines Propellertriebwerks mit hohl ausgebildeten Propellerblättern, welche als Brennkammern dienen, welche ebenfalls nicht in der Lage wäre, die gewünschten Verdichtungsgrade und somit einen akzeptablen Wirkungsgrad zu erreichen. Zusätzlich würden die hohlen Propellerblätter ohne spezieller Brenn- und Abschirmkammer der Temperatur der Flammen nicht standhalten können.

Das Triebwerk gemäß der US 2 612 021 A zeigt einen rotierenden Ventilverdichter, der aufgrund der in der Praxis geforderten hohen Drehzahlen nicht lauffähig wäre.

Schließlich zeigt die GB 614 676 A ein Propellertriebwerk mit relativ langen und dünnen Rohrleitungen, über welche der notwendige Luftdurchsatz nicht zu bewerkstelligen wäre.

Sämtlichen Dokumenten des Standes der Technik ist gemeinsam, dass die Konstruktion der Auspuffe zum Ausstoßen der bei der Verbrennung in den Propellerblättern gebildeten Gase keine vernünftige thermodynamische Energieumsetzung und Abströmungsgeschwindigkeit zulassen.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist daher die Schaffung eines oben genannten Turbopropellertriebwerks, welches möglichst einfach aufgebaut ist und einen hohen Wirkungsgrad aufweist. Nachteile bekannter Turbopropellertriebwerke sollen vermieden oder zumindest reduziert werden.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein oben genanntes Turbopropellertriebwerk, wobei die Brennkammer mit Bohrungen oder dgl. zur Zuführung der verdichteten Luft zumindest teilweise im hohl ausgebildeten Propellerblatt angeordnet ist, und jeder Auspuff am Propellerblatt durch eine Auslassdüse gebildet ist, so dass die Drehbewegung des Propellers direkt

durch die Verbrennung und den Ausstoß des Luft/Brennstoffgemisches, durch die Auslassdüsen an jedem hohl ausgebildeten Propellerblatt verursacht wird. Das erfindungsgemäße Triebwerk zeichnet sich dadurch aus, dass die Brennkammern zumindest teilweise in die Propellerblätter verlegt werden. Prinzipiell braucht nur ein Propellerblatt des Propellers hohl ausgeführt sein und als Brennkammer dienen. Aufgrund der Asymmetrie würde gegenüber dieses einzelnen Propellerblatts ein entsprechendes Gegengewicht angeordnet. Bevorzugt sind jedoch Ausführungsformen, wo zumindest zwei gegenüberliegende Propellerblätter hohl ausgebildet sind und als Brennkammern des Triebwerks fungieren bzw. alle Propellerblätter des Propellers als Brennkammern ausgebildet sind. Über die Bohrungen oder dgl. in der Brennkammer strömt die verdichtete Luft in die Brennkammer und führt der Flamme den notwendigen Sauerstoff zu und kühlt gleichzeitig die Brennkammer. Die in die Brennkammer einströmende Luft hält dabei die Flamme in der Brennkammer in ihrer Position und hält die Hitze von der Brennkammer fern. Die Brennkammer wird so dimensioniert, dass die Verbrennung in allen Lastzuständen vor Austritt aus der Auslassdüse abgeschlossen ist, resultierend in einem hohen Ausbrand-Wirkungsgrad. Anstelle von Bohrungen können auch Schlitze oder Düsen oder Ähnliches in der Brennkammer angeordnet sein. An der Blattwurzel der Propellerblätter können entsprechend gestaltete Führungsschaufeln auch zu einer weiteren Verdichtung der Luft, bevor diese mit dem Brennstoff vermischt wird, eingesetzt werden. Die erfindungsgemäße Konstruktion zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest ein Teil, die so genannte „Hot Section“ des Triebwerks, vorzugsweise die gesamte „Hot Section“ des Triebwerks in die Propellerblätter des Propellers verlagert wird. Nachdem der Propeller während des Betriebs ständig mit Luft umströmt wird, wird somit automatisch eine Kühlung der heißen Teile des Triebwerks erzielt, ohne dass dafür zusätzliche Maßnahmen notwendig sind. Dadurch können Kosten und Gewicht eingespart werden. Bei der erfindungsgemäßen Konstruktion wird die im Verdichter vorverdichtete Luft in die hohl ausgebildeten Propellerblätter geleitet und durch die Fliehkräfte noch weiter verdichtet, bevor der Brennstoff über die Einspritzdüsen beigemischt und schließlich gezündet und verbrannt wird. Die bei der Verbrennung stattfindende Energieumwandlung beschleunigt die Gase, bis diese aus den Luftauslässen ausgestoßen werden, wodurch ein Drehmoment auf den Propeller wirkt. Der Vortrieb wird hauptsächlich durch die Geometrie und den Anstellwinkel der Propellerblätter bewirkt. Die Rotation des Propellers überträgt sich hier entgegengesetzt dem Kraftfluss bei herkömmlichen Turbopropellertriebwerken vom Propeller auf den Verdichter, so dass diesem ein Teil der Energie zur Verdichtung weiterer angesaugter Luft zugeführt werden kann. Weiters ist für die vorliegende Erfindung wesentlich, dass jeder Auspuff am Propellerblatt durch eine Auslassdüse gebildet ist. Durch eine derartige Auslassdüse wird der Gasstrom stark beschleunigt und der thermodynamische Druck beim Abströmen abgebaut, wodurch der Gesamtwirkungsgrad stark verbessert wird.

Vorteilhafterweise sind die Auslassdüsen als so genannte Laval-Düsen ausgebildet, deren Querschnitt sich verengt und bis zum Gasaustritt wieder aufweitet, wodurch bei einem durchströmenden, erhitzten Gas die innere thermodynamische Energie so umgesetzt wird, dass dieses Gas zum Zweck des Rückstoßes stark beschleunigt werden kann, ohne dass es zu starken Verlusten kommt. Abgesehen von derartigen Laval-Düsen sind auch andere Düsen gleicher Funktionsart und -eigenschaften verwendbar.

Die vorliegende Konstruktion ist besonders kostengünstig aufbaubar und vielseitig für verschiedenste Arten von Fahrzeugen anwendbar. Auch an den Brennstoff werden keine besonderen Anforderungen gestellt, so dass auch billigere Treibstoffe verwendet werden können und trotzdem eine erhöhte Flugsicherheit geboten wird. Dadurch, dass die Lagerungen der Wellen und rotierenden Teile außerhalb der heißen Teile des Triebwerks, der so genannten „Hot Section“, stattfindet, ist auch die Schmierung dieser Lagerungen weniger kritisch und eine thermische Lagerbelastung geringer.

Dadurch, dass die herkömmlichen rotierenden Teile der Turbine wegfallen, kann das Triebwerk gemäß der vorliegenden Beschreibung kostengünstiger und leichter hergestellt werden. Die üblicherweise sehr präzise und somit teuer hergestellten Treibräder der Turbine sind nicht

unbedingt erforderlich, weshalb die Kosten noch weiter gesenkt werden können. Das gegenständliche Triebwerk zeichnet sich zudem dadurch aus, dass weniger bewegliche Teile vorgesehen sind und weniger Toleranzprobleme auftreten. Die Bedienung eines solchen Triebwerks kann über eine Ein- oder Drei-Hebelsteuerung erfolgen, so dass ein Umstieg den Piloten und Anwendern keine Probleme bereitet.

Aufgrund der ständigen Kühlung der Brennkammern ist es auch möglich, das Triebwerk kurzfristig mit höherer Leistung zu betreiben, da die dabei auftretenden thermischen Belastungen nicht gleich zum Betrieb an oder über der Belastungsgrenze führen. Dies kann in Notsituationen von erheblicher Bedeutung sein.

Dadurch, dass sich die Brennkammern im Sichtbereich der Piloten befinden, kann eine Kontrolle des Startes und Laufes über den Auslass der Abgase am Ende der Propellerblätter erfolgen. So genannte Hotstarts würden durch sichtbaren Ausstoß von Flammen an den Luftauslässen sofort erkannt. Darüber hinaus sind derartige Hotstarts beim gegenständlichen Triebwerk nahezu ausgeschlossen, da durch mehrere Umdrehungen des Propellers nur mit Luftdurchsatz ohne Brennstoff das Triebwerk bereits komplett entlüftet ist. Unverbrannter Brennstoff würde durch die Schwerkraft und die Zentrifugalkraft austreten, wenn das Propellerblatt entsprechend bewegt wird.

Dadurch, dass der als Brennkammer ausgebildete Propeller während des Betriebs erwärmt wird, sind auch keine Maßnahmen, welche ein Vereisen des Propellers verhindern, zu setzen. Dies bringt wiederum Kostenersparnis und Gewichtersparnis sowie erhöhte Sicherheit mit sich. Aber auch andere Komponenten des mit dem Triebwerk angetriebenen Fahrzeugs, wie z.B. der Rumpf und die Windschutzscheibe sowie innenliegende Tragflächenteile, werden durch die heißen Abgase teilweise vor einer Vereisung geschützt.

Dadurch, dass vorteilhafterweise die gesamte „Hot Section“ des Triebwerks außenliegend angeordnet ist, wird der Austausch bzw. die Wartung dieser Teile erleichtert. Im Gegensatz dazu mussten bei herkömmlichen Triebwerken zeit- und kostenaufwendige Schritte zum Ausbau der „Hot Section“ der Triebwerke unternommen werden.

Die innen liegenden Teile des gegenständlichen Triebwerks werden gegenüber herkömmlichen Bauweisen nicht stark erwärmt, so dass die Brandgefahr des Triebwerks reduziert werden kann. Dadurch können herkömmliche Maßnahmen, welche eine Brandgefahr bei herkömmlichen Triebwerken anzeigen und bzw. oder verhindern, entfallen.

Jedes hohl ausgebildete Propellerblatt ist vorzugsweise aus Metall, beispielsweise Stahl bzw. einer entsprechenden Stahllegierung gebildet. Aber auch Kunststoff-Verbundmaterialien mit entsprechenden Eigenschaften sind theoretisch einsetzbar.

Von Vorteil ist weiters, wenn die Auslassdüsen beweglich angeordnet sind. So kann die Abströmrichtung an die jeweiligen Betriebsbedingungen angepasst und somit ein optimaler Wirkungsgrad erzielt werden.

Dabei sind die beweglich angeordneten Auslassdüsen mit einer Verstelleinrichtung, wie z.B. Servomotoren oder piezoelektrische Antriebe, und einer Steuerungseinrichtung verbunden.

Weitere Vorteile werden dadurch erzielt, dass der Querschnitt der Auslassdüsen verstellbar ist. Dadurch kann der Durchsatz an Gasen eingestellt und an die jeweiligen Betriebsbedingungen optimal angepasst werden. Weiters kann die Geometrie der Auslassdüsen verstellbar sein.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass das Propellerblatt des Turbopropellertriebwerks in Längsrichtung mehrteilig ausgebildet ist, und dass das äußere Segment des Propellerblatts um die Längsachse drehbar ausgebildet ist. Dadurch kann der

Anstellwinkel des äußeren Teils des Propellerblatts noch besser angepasst werden. Zur Verstellung des äußeren Teils des Propellerblatts können entsprechende Servomotoren, welche mit einer Steuerungseinrichtung verbunden sind, vorgesehen sein.

5 Um die volle Länge des Propellerblattes als Brennkammer auszunützen, wäre es von Vorteil, wenn die Auslassdüse jedes hohl ausgebildeten Propellerblattes am freien Ende des Propellerblattes angeordnet ist. Da am freien Ende die höchsten Umfangsgeschwindigkeiten auftreten, ist es jedoch von Vorteil, wenn die Auslassdüsen nicht am freien Ende, sondern im Bereich der äußeren Hälfte der Länge des Propellerblatts angeordnet ist.

10 Vorteilhafterweise sind in den hohl ausgebildeten Propellerblättern Elemente zum Leiten der Gase vorgesehen, um die Gase in den hohl ausgebildeten Propellerblättern strömungstechnisch optimal führen zu können. Derartige Leitelemente können einerseits zum Umlenken der Gase eingesetzt werden aber auch zum gezielten Kühlen der Strukturen.

15 Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Brennkammer in jedem hohl ausgebildeten Propellerblatt als Umkehrbrennkammer ausgebildet. Dadurch wird die aktive Brennlänge größer, und die Abströmung findet nicht am freien Ende des Propellerblatts statt.

20 Um eine hohe Stabilität der Propellerblätter bei gleichzeitig geringen Materialdicken und somit niedrigerem Gewicht zu erzielen, können in den hohl ausgebildeten Propellerblättern Stützelemente zur Verstärkung angeordnet sein. Bei entsprechender Anordnung der Stützelemente können diese gleichzeitig zur Strömungsführung und Stabilisierung eingesetzt werden.

25 Vorteilhafterweise ist die Propellerwelle über ein Getriebe mit einer Übersetzung von mindestens 1:10 mit der Welle des zumindest einen Verdichters des Triebwerks verbunden. Erst durch derartige Übersetzungsverhältnisse können die notwendigen Drehzahlen und damit Verdichtungswerte für einen akzeptablen Wirkungsgrad erzielt werden.

30 Dabei kann das Getriebe beispielsweise durch ein mehrstufiges Zahnradgetriebe, Planetengetriebe oder ein Zykloidengetriebe gebildet sein. Das Getriebe kann auch durch mehrere parallel geschaltete mehrstufige kleinere Einzelgetriebe gebildet sein, die durch gegenüberliegende Anordnung oder im Dreieck die Biegebelastungen der Welle kompensieren. Weitere Ausführungsformen des Getriebes können durch eine elektrische Zwischenstufe mit verschiedenen hoch drehenden Generatoren und Motoren oder durch ein hydraulisches Strömungsgetriebe gebildet werden.

35 Die Einspritzdüsen zur Einbringung des Brennstoffs in die Brennkammer sind vorteilhafterweise in der Brennkammer der hohl ausgeführten Propellerblätter angeordnet. Die Einspritzdüsen können durch Zerstäuber, Hakenrohre etc. realisiert werden.

40 Alternativ dazu können auch außerhalb der hohl ausgeführten Propellerblätter Brennkammern und in diesen die Einspritzdüsen angeordnet sein. Bei einer derartigen Ausführungsform würden die in den Propellerblättern angeordneten Brennkammern zu einem Nachbrennen herangezogen werden. Nachteilig dabei ist jedoch, dass zumindest ein Teil der „Hot Section“ des Triebwerks wiederum innenliegend angeordnet ist.

45 Der Brennstoff kann zu den Einspritzdüsen über Zuleitungen, welche beispielsweise durch eine hohl ausgebildete Welle geführt werden, transportiert werden. Ebenso ist es möglich, dass auf der Welle eine Pumpe zur Förderung des Brennstoffs angeordnet ist.

Die hohl ausgeführten Propellerblätter werden in an sich bekannter Weise zur Verstellung des Anstellwinkels um ihre Längsachse verdrehbar angeordnet.

55 Dabei kann diese verdrehbare Anordnung über einen mechanischen oder elektrischen Dreh-

zählregler bzw. „Governor“, wie nach dem Stand der Technik üblich, erfolgen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird der Verdichter durch Axial- oder Radialverdichter mit einer Verdichtung von mindestens 1:3 gebildet. Zusätzlich können axiale oder radiale Vorverdichter angeordnet werden.

Eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse und eine Lärmreduktion kann dadurch erzielt werden, dass um den Propeller eine zylinderförmige Ummantelung angeordnet ist. Somit wird der Propeller von einem strömungsleitenden Zylinder umgeben, wodurch sich die Geräuschentwicklung reduziert und die Strömungsführung verbessert wird. Die Ummantelung wird mit umströmten Stegen am Triebwerk befestigt. Für eine möglichst hohe Lärmreduktion sollen bei optimiertem Wirkungsgrad die Gase möglichst hoch verdichtet werden und ein möglichst hoher Luftdurchsatz bei, niedriger Abströmgeschwindigkeit erreicht werden.

Zusätzlich können an der Ummantelung vor und bzw. oder hinter dem Propeller Leitschaufeln zur Stabilisierung und Orientierung der Strömung angeordnet sein.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann ein zweiter Propeller mit mehreren auf einer drehbaren Welle angeordneten Propellerblättern vorgesehen sein, wobei eine Brennkammer in zumindest einem hohl ausgebildeten Propellerblatt des zweiten Propellers angeordnet ist, wobei der Auspuff durch zumindest eine Auslassdüse am hohl ausgebildeten Propellerblatt gebildet ist und die Drehrichtung des zweiten Propellers entgegengesetzt zur Drehrichtung des ersten Propellers ist, wobei die Welle des zweiten Propellers über ein Getriebe mit der Welle des ersten Propellers verbunden ist. Durch zwei über ein Getriebe verbundene gegenläufige Propeller, kann der Reaktionsgrad der Propellerstufe und damit der Wirkungsgrad der Umsetzung der mechanischen Leistung auf die Luftströmung erhöht werden. Die beiden Propeller können eine gemeinsame Drehachse oder verschiedene in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnete Drehachsen besitzen.

Jeder Propeller kann zwischen den hohl ausgebildeten und als Brennkammern fungierenden Propellerblättern auch Zwischenblätter aufweisen, die zu einer Verbesserung des Vortriebs beitragen.

Um das Triebwerk vor Verschmutzung zu schützen, können vor den Lufteinlässen entsprechende Filter, Gitter oder dgl. angeordnet sein.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Figuren, welche Ausführungsformen der Erfindung zeigen, näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht eines herkömmlichen Turbopropellertriebwerks;

Fig. 2 eine Ansicht auf das Triebwerk gemäß Fig. 1 von vorne;

Fig. 3 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turbopropellertriebwerks;

Fig. 4 eine Ansicht auf das Triebwerk gemäß Fig. 3 von vorne;

Fig. 5 einen Schnitt durch den Propeller gemäß Fig. 4 entlang der Schnittlinie V-V in einer abgewandelten Form;

Fig. 6 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht eines Teils einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Triebwerks;

Fig. 7 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht eines Teils einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Triebwerks;

Fig. 8 einen Schnitt durch einen Teil eines hohl ausgeführten Propellerblatts mit darin angeordneter Brennkammer;

Fig. 9 ein Schnitt durch ein Propellerblatt im Bereich der Auslassdüse mit der Möglichkeit einer Verstellung der Düsengeometrie; und

Fig. 10 ein schematisches Schnittbild durch eine weitere Ausführungsform des Turbopropellertriebwerks mit einer Ummantelung.

Fig. 1 zeigt eine schematische, teilweise geschnittene Prinzipskizze eines herkömmlichen Turbopropellertriebwerks 1. Standardmäßig besteht das Triebwerk 1 aus einem Verdichter 2 bzw. Kompressor und einem Propeller 4, welche von Treibrädern 8 einer Turbine angetrieben wird. Über Lufteinlässe 7 gelangt Frischluft in den Verdichter 2. Verunreinigungen in der angesaugten Luft können mit Hilfe von Filtern oder Sieben (nicht dargestellt) an einem Eindringen in das Triebwerk 1 gehindert werden. Darüber hinaus können Einrichtungen zur Verhinderung des Vereisens des Triebwerks 1 angeordnet sein (nicht dargestellt). Im Verdichter 2, der axial, radial oder mehrstufig aufgebaut sein kann, wird die angesaugte Luft verdichtet bzw. komprimiert. Der Verdichter 2 wird auch als so genannte „Cold Section“ bezeichnet. Danach durchläuft die verdichtete Luft zumindest eine Brennkammer 5. Über Einspritzdüsen 6 wird Treibstoff zugeführt und in der bzw. den Brennkammer(n) 5 mit dem Luftstrom vermengt. Nach der Zündung erfolgt in der bzw. den Brennkammern 5 die Verbrennung des Treibstoff/Luftgemisches und dadurch eine Expansion, Erhitzung und Beschleunigung der Gase. Zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades ist es wichtig, dass die Verbrennung in der bzw. den Brennkammer(n) 5 abgeschlossen ist. Die Gase werden dann den Treibrädern 8 zugeführt, in denen die Energie aus dem Gasstrom in Rotationsenergie umgewandelt wird. Dadurch wird die mit den Treibrädern 8 verbundene Welle 9 in Drehung versetzt. Ein Satz Treibräder 8 kann aus einer oder mehreren Scheiben bestehen und radial oder axial ausgeführt sein. Über entsprechend angeordnete Auspuffe 10 werden die Abgase ausgestoßen. Da in der bzw. den Brennkammer(n) 5 und den Treibrädern 8 sowie im Auspuff 10 höhere Temperaturen herrschen, werden diese Komponenten auch „Hot Section“ genannt.

Ein Teil der in den Treibrädern 8 gewonnenen Rotationsenergie wird über die Welle 11 in den Verdichter 2 geleitet, welcher die über den Lufteinlass 7 nachströmende Luft verdichtet. Der Rest der Rotationsenergie der Treibräder 8 treibt den Propeller 4 an.

Die relativ hohe Drehzahl n_2 der Welle 9, 11 wird durch ein Getriebe 12 auf eine niedrigere Drehzahl n_1 umgesetzt, so dass die Abtriebswelle 13 den Propeller 4 mit einer entsprechend niedrigeren Drehzahl n_1 antreibt. Der Propeller 4 kann aus zwei oder mehreren Propellerblättern 14 bestehen und ist meist als so genannter „Constant Speed“-Propeller ausgeführt und besitzt einen mechanischen Drehzahlregler 15. Durch die Rotation der Propellerblätter 14, welche durch den Anstellwinkel die Luft in die gewünschte Richtung beschleunigen und damit den nötigen Vortrieb herbeiführen, wird das mit dem Triebwerk 1 ausgestattete Flugzeug oder dgl. angetrieben. Der Vortrieb wird durch Verstellung des Anstellwinkels der Propellerblätter 14 geregelt. Zu diesem Zweck sind die Propellerblätter 14 im Drehzahlregler 15 bzw. „Governor“ drehbar gelagert. Je nach benötigtem Vor- oder Rücktrieb (Brems- bzw. Reverserbetrieb) wird der Anstellwinkel der Propellerblätter 14 über den Drehzahlregler 15 verändert.

Um den Wirkungsgrad möglichst hoch zu halten, wird bei dieser Art des Triebwerks 1 die Restenergie des Abgasstrahls, welcher aus dem bzw. den Auspuff(en) 10 abgegeben wird, möglichst gering gehalten. Um diesen Restschub auszunützen, wird der Abgasstrom in die entgegengesetzte Richtung zur gewünschten Fortbewegungsrichtung geleitet. Dieser Anteil trägt jedoch nur minimal zum Antrieb bei.

Im dargestellten Aggregat 16 befinden sich die restlichen, für den Betrieb des Triebwerks 1 notwendigen Komponenten, wie Starter, Generator für die Stromversorgung, etc. (nicht dargestellt).

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, umfasst der dargestellte Propeller 4 zwei Propellerblätter 14. Es können prinzipiell beliebig viele Propellerblätter 14 angeordnet sein. In der Praxis sind 2, 3 und 4 Propellerblätter am häufigsten.

Bei herkömmlichen Turbopropellertriebwerken ist die „Hot Section“ und die „Cold Section“ beliebig umdrehbar, womit dann der Triebwerks-Luftstrom entgegengesetzt durch das Triebwerk 1 läuft. Ausführungen, die immer den gleichen Grundprinzipien folgen, mit mehreren unabhängigen, aber strömungsverkoppelten Triebwerkswellen sind auch bekannt.

5

Bei reinen Strahltriebwerken ohne Wellenabtrieb bildet der oben beschriebene Restschub den Hauptbestandteil des Vortriebs und ist daher konstruktiv möglichst hoch zu halten.

10

Die Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turbopropellertriebwerks 1 in schematischer, teilweise geschnittener Seitendarstellung und in der Ansicht von vorne. Dabei ist zumindest ein Teil der Propellerblätter 14 des Propellers 4 hohl ausgebildet und darin zumindest ein Teil der Brennkammer(n) 5 angeordnet. Die Brennkammer 5 ist durch eine Konstruktion gebildet, welche die hohen Temperaturen der Verbrennung vom Propellerblatt 14 abschirmt. Für die Zufuhr der verdichteten Luft sind entsprechende Bohrungen 27 oder dgl. in der Brennkammer 5 angeordnet. Die Brennkammer 5 im hohl ausgebildeten Propellerblatt wird anhand Fig. 8 noch näher erläutert. Über entsprechende Lufteinlässe 7 wird wieder Frischluft angesaugt. Als Verdichter 2 kommen alle klassischen Ausführungen in Frage, die funktional verfügbar sind. Der Verdichter 2 kann axial, diagonal oder radial sowie ein- oder mehrstufig ausgeführt sein. Auch sind, wie aus dem Stand der Technik bekannt, diverse Mischformen möglich und hier anwendbar. Nachdem die Luft im Verdichter 2 verdichtet wurde, strömt der Frischgasstrom durch den Zuleitungskanal 17 weiter in die hohl ausgeführten Propellerblätter 14 und in die darin angeordnete Brennkammer 5. Die Umlenkung der Gase kann mit einfachen Leitschaufeln oder konstruktiv gleich wie ein Radialverdichter ausgeführt werden, um eine weitere Verdichtung herbeizuführen (nicht dargestellt). Über die über eine Treibstoffleitung 3 mit dem Tank (nicht dargestellt) verbundenen Einspritzdüsen 6 wird der Treibstoff in die Brennkammer 5 eingespritzt. Die Zündung ist an einer geeigneten Stelle angeordnet und vorzugsweise ebenfalls in den Propellerblättern 14 integriert. Die Brennkammer 5 ist im hohl ausgebildeten Propellerblatt 14 angeordnet und weist eine für den verbrennenden Gasstrom maßgeblichen Querschnitt auf.

15

20

25

30

Die Verbrennung kann in den Propellerblättern 14 linear nach außen gerichtet ohne starke Verwirbelungen und Umlenkungen wie bei Umlenkbrennkammern und platzbedingt gefalteten Brennkammern erfolgen. Durch die üblichen großen Dimensionen eines Propellerblattes 14 hat die Verbrennung ausreichend Zeit um einen guten Ausbrand-Wirkungsgrad zu erreichen. Im Bereich der äußeren Hälfte der Länge der Propellerblätter 14 wird die radiale Gasströmung in entsprechenden Auslassdüsen 20 gerichtet. Dabei können zur Umlenkung der Gasströmung Luftleitelemente 19 vorgesehen sein. Durch die entsprechend angeordneten Auslassdüsen 20 wird der Abgasstrom in die gewünschte tangentielle Richtung gezwungen und es entsteht einerseits eine Komponente für ein starkes Drehmoment zum Rotationsantrieb des Propellers 4 und Triebwerks 1 und zweitens auch eine definierbare Komponente für einen Vortrieb. Der restliche Vortrieb des Triebwerks 1 findet durch die um die Abtriebswelle 13 rotierenden Propellerblätter 14 des Propellers 4 statt, welche im entsprechenden Anstellwinkel im Drehzahlregler 15 gelagert sind.

35

40

45

Die sonstigen, zum Betrieb des Triebwerks 1 notwendigen Komponenten sind wiederum im Aggregat 16 zusammengefasst. Dazu gehören Komponenten, welche das Starten, den Betrieb und die Überwachung des Triebwerks 1 sicherstellen. Auch der Generator für eine weitere Stromversorgung und ein Frischgas-Nutzluftablass („bleedair“) aus dem komprimierten und damit schon vorgewärmten Luftstrom sind möglich.

50

55

Beim erfindungsgemäßen Triebwerk 1 findet die Umwandlung der heißen Gase in Rotationsenergie auf sehr einfache und effektive Weise statt. Dabei gibt es im Gegensatz zu üblichen Triebwerken mit extremer Passgenauigkeit und den evidenten Ausdehnungsproblemen in der „Hot Section“ keine großen Toleranzprobleme. Diesbezüglich kommt es in der „Hot Section“ herkömmlicher Turboproptriebwerke 1 durch die Ausdehnung der Treibräder häufig zu Beschä-

digungen der Treibräder (meist bedingt durch Materialermüdung, Überhitzung, Überlastung, etc.).

5 Der rotierende Propeller 4 treibt über die Abtriebswelle 13 und ein Getriebe 12 mit entsprechend höherer Drehzahl wieder den Verdichter 2 an, der die nachströmende Luft verdichtet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Triebwerken 1 kann das Getriebe 12 beim erfindungsgemäßen Triebwerk 1 viel schwächer ausgeführt werden, da nur die notwendige Energie für den Verdichter 2 übertragen werden muss und nicht die gesamte Antriebsenergie. Dies reduziert auch gleichzeitig das Gesamtgewicht des Triebwerks 1, was wiederum zu Treibstoffersparnis führt.

10 Durch die hohe Umströmung der im Propellerblatt 14 befindlichen Brennkammern 5 mit Kaltluft erfolgt auch eine gute Kühlung der tragenden und strömungsleitenden Strukturen um die inneren Verbrennungsvorgänge in den Propellerblättern 14. Bei thermischen Problemen im Inneren des Propellerblatts 14 könnte auch durch Leit- und Kühlbleche (oder sogar Kühleinlässe) Kühlluft im Inneren der Brennkammern 5 zugemischt werden. Andererseits sind beim erfindungsgemäßen Triebwerk nicht zwingend Maßnahmen zur Verhinderung einer Vereisung des Propellers 4 notwendig, da die Propellerblätter 14 immer „gewärmt“ werden.

20 Selbstverständlich müssen bei der erfindungsgemäßen Konstruktion des Triebwerks 1 die Leitungszuführung zu den rotierenden Brennkammern 5 entsprechend ausgeführt werden. Für die Zündung kann eine Flammeneinbringung in den Zuleitungskanal 17 so erfolgen, dass diese Flammen bis in die Brennkammern 5 in den Propellerblättern 14 durchzünden und dort eine stabile Verbrennung bestehen bleibt. Auch ist über induktive Wege oder Schleifringe eine klassische Zündung direkt in den Brennkammern 5 der rotierenden Propellerblätter 14 möglich. Gleiches gilt für die gesamte Sensorik zur optischen, thermischen und mechanischen Datenerfassung der Betriebszustände.

30 Wie der Figur 4 entnommen werden kann, weist der Propeller 4 dieses Ausführungsbeispiels zwei Propellerblätter 14 auf. Es können jedoch auch mehrere Propellerblätter 14 vorgesehen sein. Der Antrieb des Triebwerks 1 wird durch die Dreh- und Vortriebskomponente des Austritts der Gase über die Auslassdüsen 20 und durch den Anstellwinkel der Propellerblätter 14, durch welche die Luft in die gewünschte Richtung beschleunigt wird, erzielt. Je nach benötigtem Vor- oder Rücktrieb (Brems- bzw. Reverserbetrieb) wird der Anstellwinkel der Propellerblätter 14 durch den Drehzahlregler 15 geändert.

35 Fig. 5 zeigt ein Schnittbild durch ein Propellerblatt 14 entlang der Schnittlinie V-V aus Fig. 4. Im Propellerblatt 14 ist die Brennkammer 5 angeordnet. Nötigenfalls können entsprechende Stützelemente 18 vorgesehen werden, um die erforderliche Festigkeit, Verwindungssteifigkeit und Vibrationsdämpfung zu erreichen.

40 Fig. 6 zeigt eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht eines Teils einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Triebwerks 1. Dabei wird eine Förderpumpe 23 als Zusatzpumpe für den Treibstoff in Form eines auf der Welle 11 angeordneten Radialverdichters eingesetzt. Mit Hilfe der Förderpumpe 23 wird der über eine Zuleitung 24 von einem Tank (nicht (dargestellt) zugeführte Brennstoff über die Treibstoffleitung 3 mit hohem Einspritzdruck zu den Einspritzdüsen 6 gepumpt. Bei dieser Ausführungsform des Triebwerks 1 befindet sich der Lufteinlass 7 an der Vorderseite. Die Frischluft wird über ein entsprechend gestaltetes Ansaug-
45 element 21, dem so genannten „Spinner“ mit einem nicht unerwünschten „Ram Air“-Effekt angesaugt und über einen Radialverdichter 22 mit etwaig vorgeschaltetem, ein- oder mehrstufigem, axialen oder radialen Vorverdichter 26 in der Drehebene des Propellers 4 geführt und dann in die Brennkammern 5 in den Propellerblättern 14 geleitet.

50 Fig. 7 zeigt eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht eines Teils einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Triebwerks 1. Bei dieser Ausführungsform des Triebwerks 1 befindet sich innerhalb der Drehebene des Propellers 4 der Radialverdichter 22.

Dieser saugt die Luft über die Lufteinlässe 7 an und führt diese dem Radialverdichter 22 allenfalls mit einer Vorverdichtung (nicht dargestellt) zu. Es ist auch denkbar, dass die Luft sowohl von vorne (wie in Fig. 6) als auch von hinten angesaugt wird (wie in Fig. 7). Dies ist nicht extra dargestellt, ist aber durch doppelflutige Verdichter realisierbar. Die Abströmung aus dem Radialverdichter 22 erfolgt jedenfalls bei allen Varianten geradlinig in die Propellerblätter 14. Durch die Fliehkräfte kommt es zu einer weiteren Verdichtung bevor das Frischgas mit dem Brennstoff im unteren Teil der Brennkammern 5 in den Propellerblätter 14 vermischt, gezündet und verbrannt wird. Die Zufuhr des Brennstoffs zu den Einspritzdüsen 6 kann über eine Hohlwelle oder über eine auf der Welle 11 gelagerte Förderpumpe 23 erfolgen. Die bei der Verbrennung stattfindende Energieumwandlung beschleunigt die Gase in dieser neu gestalteten und konstruktiv bedingt sehr langen Brennkammer 5 innerhalb der Propellerblätter 14, was den Gasen relativ viel Zeit für eine im Wesentlichen vollständige Verbrennung gibt. Die heißen Gase strömen durch die Propellerblätter 14 zu den Auslassdüsen 20. Durch die tangential Umlenkung der Gase vor den Auslassdüsen 20, was mit entsprechenden Leitelementen 19 unterstützt wird, bewirkt der austretende Gasstrom einerseits ein starkes Moment, welches zur Rotation des Propellers 4 beiträgt. Zusätzlich führt der austretende Gasstrom bereits zu einer Vortriebskomponente.

Fig. 8 zeigt das Schnittbild durch einen Teil eines Propellerblatts 14 mit darin angeordneter Brennkammer 5. Die Brennkammer 5 schirmt die hohen Temperaturen der Verbrennung vom Propellerblatt 14 ab. Der Treibstoff wird über Treibstoffleitungen 3 den Einspritzdüsen 6, welche beispielsweise als Hakenröhrchen ausgebildet sein können, zugeführt und mit einer Initialzündung (nicht dargestellt) gezündet. In dem zwischen Brennkammer 5 und Propellerblatt 14 gebildeten Raum strömt die verdichtete Luft durch entsprechende Bohrungen 27 oder dgl. in die Brennkammer 5 und führt der Flamme den notwendigen Sauerstoff zu und kühlt gleichzeitig die Brennkammer 5. Die in die Brennkammer 5 einströmende Luft hält dabei die Flamme in der Brennkammer 5 in ihrer Position und hält die Hitze von der Brennkammer 5 fern. Die Brennkammer 5 wird so dimensioniert, dass die Verbrennung in allen Lastzuständen vor Austritt aus der Auslassdüse 20 abgeschlossen ist, resultierend in einem hohen Ausbrand-Wirkungsgrad. Anstelle von Bohrungen 27 können auch Schlitze oder Düsen oder Ähnliches in den Brennkammern 5 angeordnet sein.

Fig. 9 zeigt ein Schnittbild durch einen Teil eines Propellerblatts 14 im Bereich der Auslassdüse 20, deren Querschnitt verstellbar ist. Zu diesem Zweck wird im Bereich der Verengung der als Laval-Düse ausgebildeten Auslassdüse 20 ein Verengungszapfen 25 angeordnet, der in Richtung der Öffnung der Auslassdüse 20 verstellbar angeordnet ist, so dass der Ringraum zwischen Verengungszapfen 25 und der Innenwand der Auslassdüse 20 verstellbar werden kann. Weiters kann die Auslassdüse 20 in Form von Segmenten 28 ausgeführt sein, wobei diese Segmente 28 verstellbar sind, so dass die Geometrie der Öffnung der Auslassdüse 20 verstellbar ist, was durch die Pfeile angedeutet wird. Diese Verstellung der Segmente 28 der Auslassdüse 20 kann auch dazu genutzt werden, die Auslassdüse 20 nur einseitig in ihrer Geometrie einzuengen, wodurch eine vektorielle also richtungsveränderte Abströmung ermöglicht wird. Schließlich kann auch durch eine gelenkig gelagerte Halterung der Auslassdüse 20 (nicht dargestellt) die Auslassdüse 20 verschwenkt werden und damit die Strömungsrichtung verändert werden.

Fig. 10 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Turbopropellertriebwerks 1, bei dem um den rotierenden Propeller 4 eine im Wesentlichen zylinderförmige Ummantelung 29 angeordnet ist. Die zylinderförmige Ummantelung 29 verbessert die Strömungsverhältnisse und reduziert die Geräuschentwicklung. Die Ummantelung 29 wird mit Hilfe von Stegen 30 am Triebwerk 1 befestigt. Zusätzlich können an der Ummantelung 29 vor und bzw. oder hinter dem Propeller 4 Leitschaukeln zur Stabilisierung und Orientierung der Strömung angeordnet sein (nicht dargestellt). Auch die Stege 30 können zur Stabilisierung und Orientierung der Strömung entsprechend ausgebildet werden.

Ansprüche:

- 5 1. Turbopropellertriebwerk (1) mit zumindest einem drehbar auf einer Welle (11) angeordneten Verdichter (2) zum Verdichten von über Lufterlässe (7) angesaugter Luft, zumindest
10 einer Brennkammer (5) zum Zünden und Verbrennen der mit einem über Einspritzdüsen (6) zugeführten Brennstoff vermischten verdichteten Luft, mit zumindest einem Auspuff (10) zum Ausstoßen der bei der Verbrennung gebildeten Gase, und mit einem Propeller (4) mit mehreren auf einer drehbaren Welle (13) angeordneten Propellerblättern (14), wobei die Welle (13) des Propellers (4) über ein Getriebe (12) mit der Welle (11) des zumindest einen Verdichters (2) verbunden ist, und zumindest ein Propellerblatt (14) zur Führung der Gase hohl ausgebildet ist mit daran angeordnetem Auspuff (10), *dadurch gekennzeichnet*, dass die Brennkammer (5) mit Bohrungen (27), Schlitzen oder Düsen zur Zuführung der verdichteten Luft zumindest teilweise im hohl ausgebildeten Propellerblatt (14) angeordnet ist, und dass jeder Auspuff (10) am Propellerblatt (14) durch eine Auslassdüse (20) gebildet ist, so-
15 dass die Drehbewegung des Propellers (4) direkt durch die Verbrennung und den Ausstoß des Luft/Brennstoffgemisches durch die Auslassdüsen (20) an jedem hohl ausgebildeten Propellerblatt (14) verursacht wird.
- 20 2. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Auslassdüsen (20) als Laval-Düsen ausgebildet sind.
3. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Auslassdüsen (20) zur Anpassung der Abströmrichtung am Propellerblatt (14) beweglich angeordnet sind.
25
4. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die beweglich angeordneten Auslassdüsen (20) mit einer Verstelleinrichtung und einer Steuerungseinrichtung verbunden sind.
- 30 5. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Querschnitt der Auslassdüsen (20) verstellbar ist.
6. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Auslassdüsen (20) im Bereich der äußeren Hälfte der Länge des Propellerblattes (14) angeordnet ist.
35
7. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass Elemente (19) zum Leiten der Gase vorgesehen sind.
- 40 8. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass im hohl ausgebildeten Propellerblatt (14) Stützelemente (18) zur Verstärkung angeordnet sind.
9. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Getriebe (12) eine Übersetzung von mindestens 1:10 aufweist.
45
10. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Getriebe (12) durch ein mehrstufiges Zahnradgetriebe gebildet ist.
- 50 11. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Getriebe (12) durch ein mehrstufiges Planetengetriebe gebildet ist.
12. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Getriebe (12) durch ein Zykloidengetriebe gebildet ist.
55

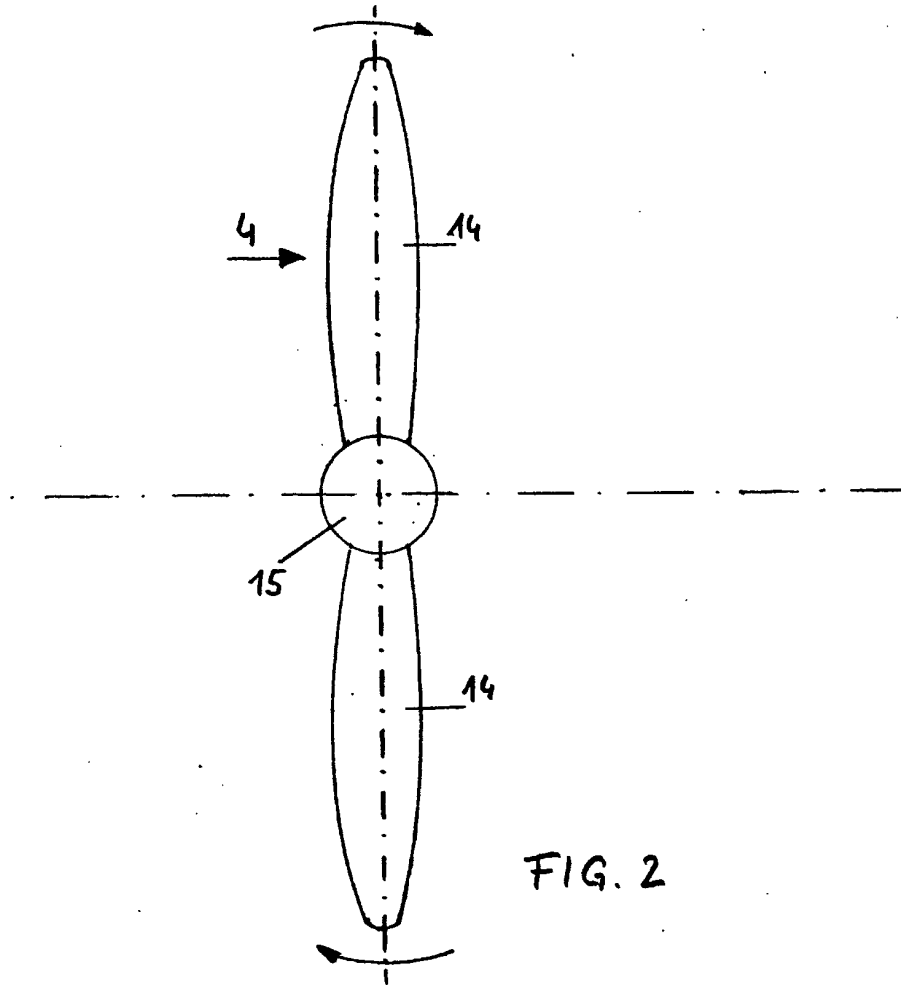
13. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Einspritzdüsen (6) in der Brennkammer (5) der hohl ausgeführten Propellerblätter (14) angeordnet sind.
- 5 14. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass auch außerhalb der hohl ausgeführten Propellerblätter (14) Brennkammern (5) angeordnet sind, und dass in diesen die Einspritzdüsen (6) angeordnet sind.
- 10 15. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass auf der Welle (11) eine Pumpe (23) zur Förderung des Brennstoffs angeordnet ist.
16. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Verdichter (2) durch Axial- oder Radialverdichter (22) mit einer Verdichtung von mindestens 1:3 gebildet ist.
- 15 17. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, *dadurch gekennzeichnet*, dass um dem Propeller (4) eine zylinderförmige Ummantelung (29) angeordnet ist.
- 20 18. Turbopropellertriebwerk (1) nach Anspruch 17, *dadurch gekennzeichnet*, dass an der Ummantelung (29) vor und bzw. oder hinter dem Propeller (4) Leitschaufeln zur Stabilisierung und Orientierung der Strömung angeordnet sind.
- 25 19. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein zweiter Propeller mit mehreren auf einer drehbaren Welle angeordneten Propellerblättern vorgesehen ist, wobei eine Brennkammer in zumindest einem hohl ausgebildeten Propellerblatt des zweiten Propellers angeordnet ist, wobei der Auspuff durch zumindest eine Auslassdüse am hohl ausgebildeten Propellerblatt gebildet ist, und dass die Drehrichtung des zweiten Propellers entgegengesetzt zur Drehrichtung des ersten Propellers ist, wobei die Welle des zweiten Propellers über ein Getriebe mit der Welle des ersten Propellers verbunden ist.
- 30 20. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, *dadurch gekennzeichnet*, dass jeder Propeller (4) zwischen den hohl ausgebildeten Propellerblättern (14) Zwischenblätter aufweist.
- 35 21. Turbopropellertriebwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 20, *dadurch gekennzeichnet*, dass vor den Lufteinlässen (7) Filter, Gitter od. dergl. angeordnet sind.

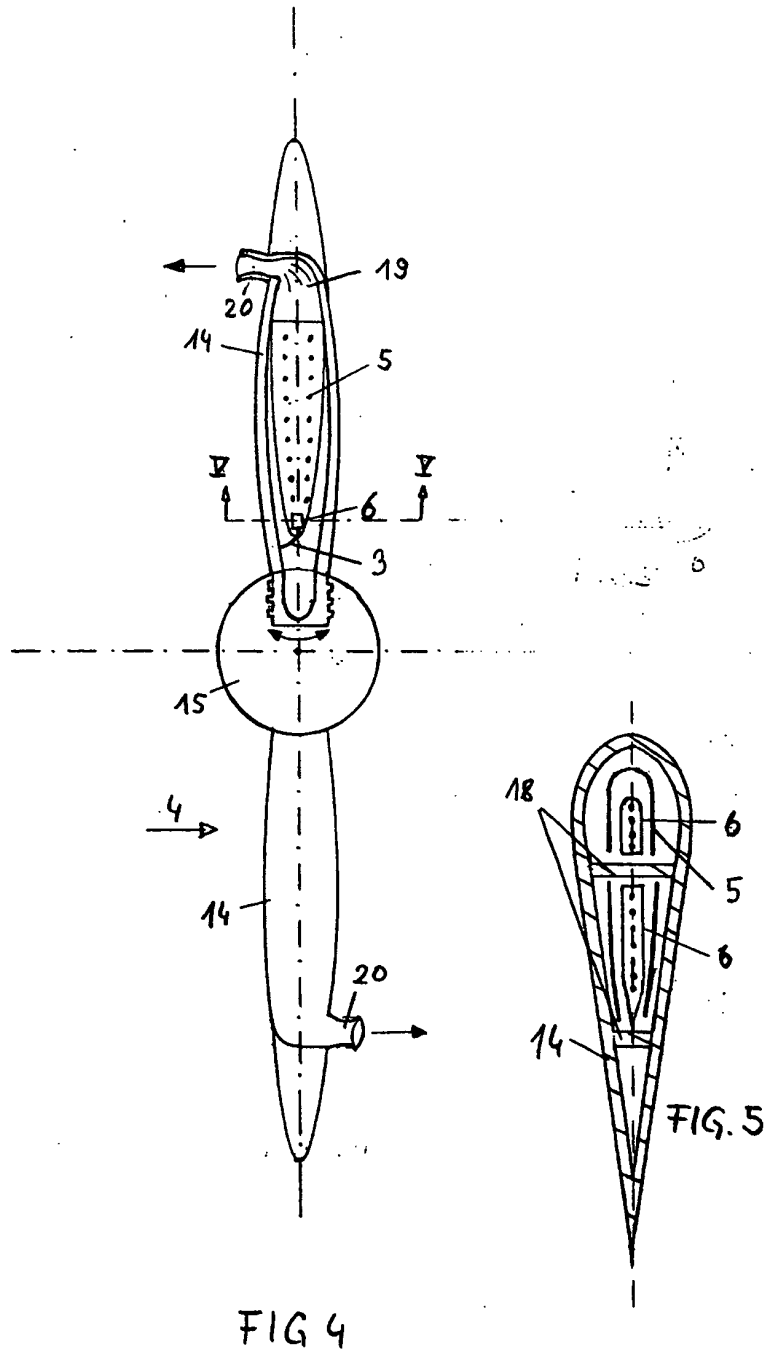
40 **Hiezu 9 Blatt Zeichnungen**

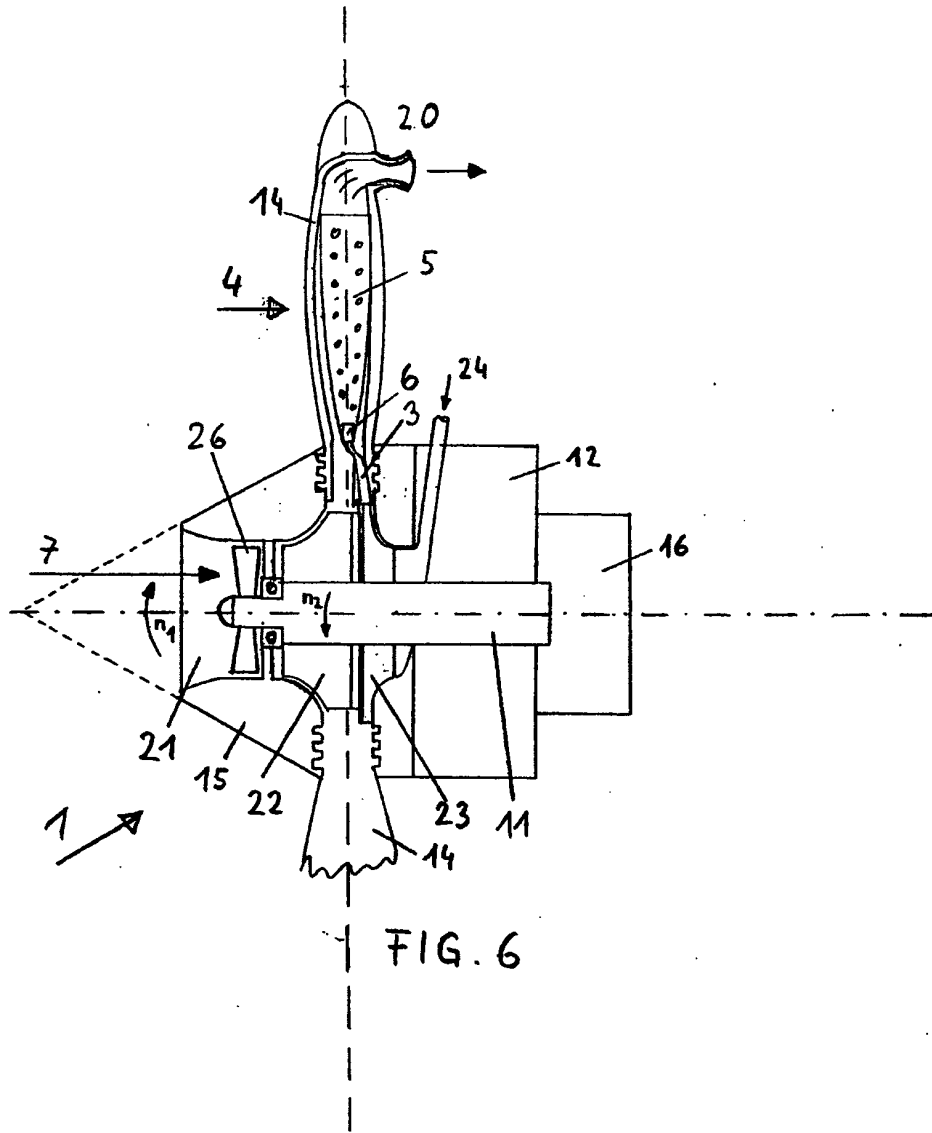
45

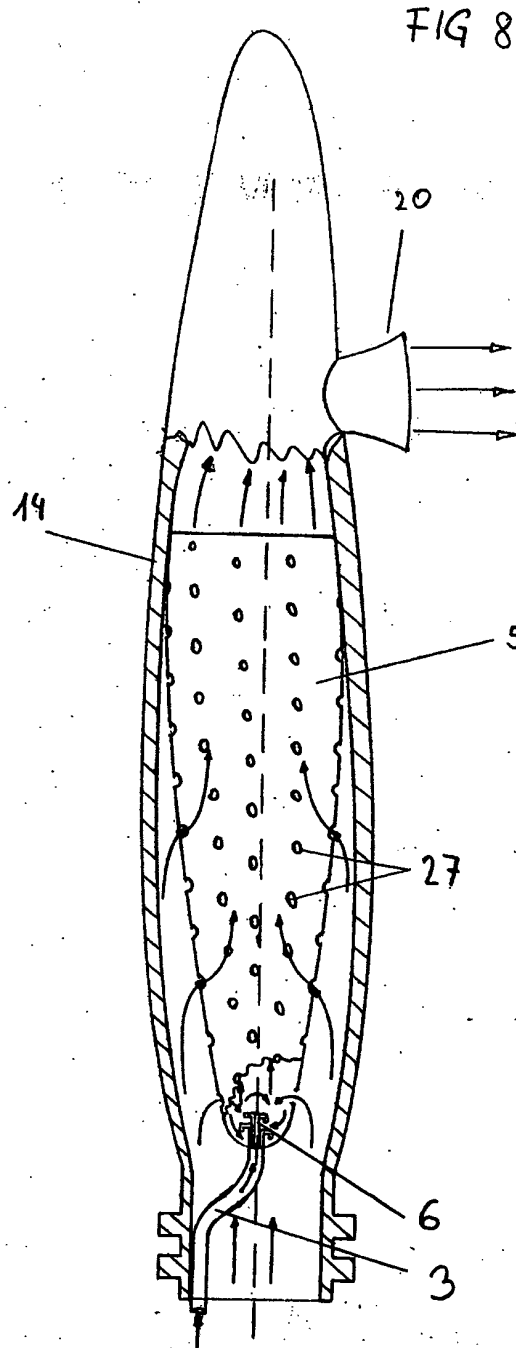
50

55









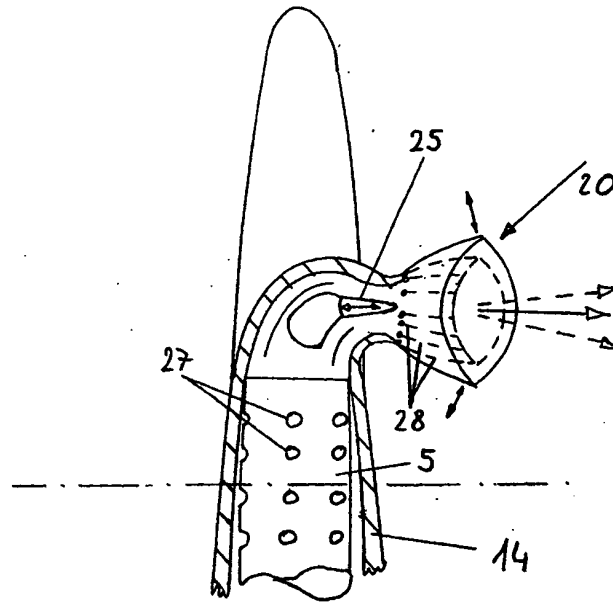


FIG. 9

