

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Januar 2022 (27.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/017629 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60V 1/02 (2006.01) *B64C 39/06* (2006.01)
B60V 1/10 (2006.01) *B64C 39/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/071020

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juli 2020 (24.07.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: **KMTC VORTIFER PROJEKTGESELLSCHAFT MBH** [DE/DE]; Daimlerstr. 2, 70736 Fellbach (DE).

(72) Erfinder: **OBERMOSER, Karl**; Untere Hauptstr. 2, 92364 Deining (DE).

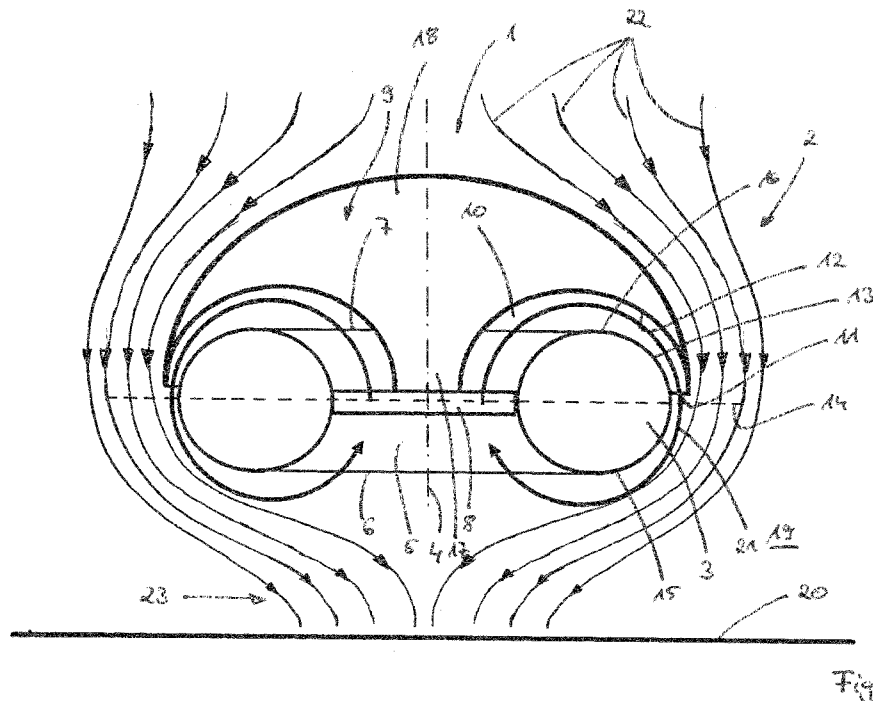
(74) **Anwalt: DIETZ, Christopher** et al.; Gleiss Große Schrell und Partner mbB, Leitzstr. 45, 70469 Stuttgart (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) **Title:** ENGINE FOR AN AIRCRAFT, METHOD FOR OPERATING AN ENGINE FOR AN AIRCRAFT, AND AIRCRAFT HAVING AT LEAST ONE ENGINE

(54) **Bezeichnung:** TRIEBWERK FÜR EINEN FLUGKÖRPER, VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES TRIEBWERKS FÜR EINEN FLUGKÖRPER SOWIE FLUGKÖRPER MIT WENIGSTENS EINEM TRIEBWERK



(57) **Abstract:** The invention relates to an engine (2) for an aircraft (1), comprising a ring-shaped vortex guide element (3) which has, in a sectional view, an air inlet opening (6) which is located centrally in relation to a longitudinal center axis (4) of the engine (2), and an air outlet opening (7) which is located centrally in relation to the longitudinal center axis (4) and is spaced apart from the air inlet opening (6), which openings are fluidically interconnected via an intake channel (5) which is delimited by the vortex guide element (3) and accommodates an air conveying device (8), wherein an air deflecting element (9), which is located geodetically above the vortex

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2022/017629 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

guide element (3) during operation of the engine (2) as intended, extends over the air outlet opening (7), which air deflecting element extends radially outward from the air outlet opening (7) so as to delimit, together with the vortex guide element (3), an air exit gap (11) which is in flow connection with the air outlet opening (7). According to the invention, the vortex guide element (3) is provided as a rotary body which is formed by the rotation of a closed cam about an axis of rotation, which cam has a continuous course at least on its radially outer side, and the air inlet opening (6) opens directly into the outer surroundings (19) of the engine (2), so that, during operation of the engine (2) as intended, air is conveyed from the side of the engine (2) which is remote from the air deflecting element (9) through the air inlet opening (6) and into the intake channel (5). The invention also relates to a method for operating an engine (2) for an aircraft (1) and to an aircraft (1) having at least one engine (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Triebwerk (2) für einen Flugkörper (1), mit einem ringförmigen Wirbelführungselement (3), das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse (4) des Triebwerks (2) zentral angeordnete Lufteinlassöffnung (6) und beabstandet von der Lufteinlassöffnung (6) eine bezüglich der Längsmittelachse (4) zentral angeordnete Luftauslassöffnung (7) aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement (3) begrenzten und eine Luftfördereinrichtung (8) aufnehmenden Ansaugkanal (5) strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung (7) von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements (3) angeordneten Luftumlenkelement (9) Übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung (7) in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement (3) einen mit der Luftauslassöffnung (7) in Strömungs Verbindung stehenden Luftaustrittsspalt (11) begrenzt. Dabei ist vorgesehen, dass das Wirbelführungselement (3) als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung (6) unmittelbar in eine Außenumgebung (19) des Triebwerks (2) einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) Luft von der dem Luftumlenkelement (9) abgewandten Seite des Triebwerks (2) durch die Lufteinlassöffnung (6) in den Ansaugkanal (5) gefördert wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Triebwerks (2) für einen Flugkörper (1) sowie einen Flugkörper (1) mit wenigstens einem Triebwerk (2).

BESCHREIBUNG

**Triebwerk für einen Flugkörper, Verfahren zum Betreiben eines Triebwerks
für einen Flugkörper sowie Flugkörper mit wenigstens einem Triebwerk**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Triebwerk für einen Flugkörper, mit einem ringförmigen Wirbelführungselement, das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse des Triebwerks zentral angeordnete Lufteinlassöffnung und beabstandet von der Lufteinlassöffnung eine bezüglich der Längsmittelachse zentral angeordnete Luftauslassöffnung aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement begrenzten und eine Luftfördereinrichtung aufnehmenden Ansaugkanal strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements angeordneten Luftumlenkelement übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement einen mit der Luftauslassöffnung in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt begrenzt. Die Erfindung
- 10
- 15 betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Triebwerks für einen Flugkörper sowie einen Flugkörper mit wenigstens einem Triebwerk.

Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Druckschrift DE 20 2018 104 722 U1 bekannt. Diese beschreibt ein Fluggerät mit einer Rahmenstruktur und mehreren an der Rahmenstruktur angeordneten Hubrotoren, mittels derer ein vertikal nach oben gerichteter Primärauftrieb sowie

20 Vortriebskräfte erzeugbar sind. Dabei ist vorgesehen, dass darüber hinaus eine Strahltriebmaschine vorgesehen ist, deren Schubstrahl so ausrichtbar ist, dass ein im Wesentlichen parallel zum Primärauftrieb gerichteter Sekundärauftrieb erzeugbar ist, der dem Primärauftrieb überlagerbar ist.

Weiterhin zeigt die Druckschrift US 5,203,521 ein Flugzeug mit einem ringförmigen Körper, der einen zentralen Durchgang definiert, mit einem oberen Deflektor, mit einem unteren Kollektor und mit einem Fluidantrieb im Durchgang. Luft wird mittels eines Antriebs beschleunigt und um

25 den Ringkörper zirkuliert. Der Kollektor teilt die zirkulierende Luft auf und leitet einen Teil der Luft in den Durchgang und einen Teil der Luft unter das Flugzeug, um Schub bereitzustellen. Weitere Flugzeuge sind aus den Druckschriften US 3,747,726 und US 2,997,254 bekannt. Die Druckschrift US 3,215,218 zeigt zudem eine Kraftfahrzeugeinrichtung zur Traktionserhöhung.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Triebwerk vorzuschlagen, welches gegenüber bekannten Triebwerken Vorteile aufweist, insbesondere hinsichtlich des von ihm bereitgestellten Schubs in weitem Rahmen skalierbar ist und zudem einen besonders effizienten Betrieb ermöglicht.

5 Dies wird erfindungsgemäß mit einem Triebwerk für einen Flugkörper mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass das Wirbelführungselement als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung unmittelbar in eine Außenumgebung des Triebwerks einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks Luft von der dem Luftumlenkelement abgewandten
10 Seite des Triebwerks durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert wird.

Das Triebwerk ist zum Antreiben des Flugkörpers vorgesehen und ausgebildet. Es kann daher auch als Luftfahrtantrieb bezeichnet werden. Selbstverständlich kann das Triebwerk auch separat von dem Flugkörper vorliegen. Der von dem Triebwerk angetriebene beziehungsweise antreibbare Flugkörper kann grundsätzlich beliebig ausgestaltet sein, beispielsweise liegt er als unbenanntes
15 Fluggerät, beispielsweise als Drohne, oder – bevorzugt – als Luftfahrzeug vor. Unter dem Luftfahrzeug ist ein Fahrzeug zu verstehen, das innerhalb der Erdatmosphäre fliegt. Es stellt ein mobiles Verkehrsmittel dar, dass dem Transport von Personen, Gütern oder dergleichen dient. Das Luftfahrzeug ist also für den Personenverkehr und/oder den Güterverkehr vorgesehen und ausgebildet.

20 Das Luftfahrzeug ist vorzugsweise schwerer als Luft und verfügt über eine Antriebseinrichtung beziehungsweise einen Kraftantrieb, sodass der Flugkörper insgesamt als Flugzeug bezeichnet werden kann. Ein Flugzeug ist ganz allgemein ausgedrückt ein Luftfahrzeug, das schwerer als Luft ist und den zu seinem Fliegen nötigen dynamischen Auftrieb mit nicht-rotierenden Auftriebsflächen erzeugt. Das Luftfahrzeug, insbesondere das Triebwerk, kann auch insgesamt leichter als
25 Luft sein. Hierzu weist das Luftfahrzeug beziehungsweise das Triebwerk beispielsweise Auftrieb erzeugende Mittel auf.

Der Flugkörper kann selbstverständlich auch eine andere Ausgestaltung aufweisen, beispielsweise liegt er in Form eines flugfähigen Kraftfahrzeugs vor. Ein solches Kraftfahrzeug ist beispielsweise dazu vorgesehen und ausgestaltet, zumindest zeitweise am Boden beziehungsweise mit Boden-
30 kontakt bewegt zu werden, insbesondere auf Rädern des Kraftfahrzeugs, und zeitweise bestandet von dem Boden zu fliegen, nämlich angetrieben mittels des Triebwerks. Das Triebwerk

wird also zumindest während des Flugbetriebs des Kraftfahrzeugs zu dessen Antreiben verwendet. Es kann jedoch auch zur Erzeugung von Vortrieb verwendet werden, während das Kraftfahrzeug sich über seine Räder an dem Boden abstützt.

Das Triebwerk verfügt als wesentliche Elemente über das Wirbelführungselement und das
5 Luftumlenkelement. Das Wirbelführungselement und das Luftumlenkelement wirken zusammen, um Schub zu erzeugen, welcher dem Antreiben des Flugkörpers dient und in eine bestimmte Richtung gerichtet ist. Vorzugsweise ist der Schub des Triebwerks zumindest zeitweise derart ausgerichtet, dass er einen Auftrieb des Flugkörpers bewirkt. Hierzu ist der Schub üblicherweise geodätisch gesehen nach unten gerichtet, also ausgehend von dem Flugkörper in Richtung eines Untergrunds beziehungsweise Bodens. Als besonders wesentlich soll bereits an dieser Stelle hervor-
10 gehoben werden, dass das Triebwerk Luft aus der Umgebung von derselben Seite des Triebwerks fördert beziehungsweise ansaugt, auf welcher nachfolgend der Schub beziehungsweise ein von dem Triebwerk erzeugter Schubstrahl vorliegt. In anderen Worten wird die Luft bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks vorzugsweise von geodätisch unterhalb des Triebwerks beziehungsweise des Flugkörpers angesaugt.
15

Das Wirbelführungselement ist grundsätzlich ringförmig ausgestaltet und umgreift hierbei die Längsmittelachse des Triebwerks in Umfangsrichtung vollständig und durchgehend. Eine Längsmittelachse des Wirbelführungselements entspricht bevorzugt der Längsmittelachse des Triebwerks. Beispielsweise ist das Wirbelführungselement bezüglich einer Symmetrieachse rotations-
20 symmetrisch. In diesem Fall fällt vorzugsweise die Symmetrieachse mit der Längsmittelachse des Triebwerks zusammen. Unter dem vorstehend erwähnten Schnitt ist insbesondere ein Längsschnitt bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements oder bezüglich der Längsmittelachse des Triebwerks zu verstehen. Vorzugsweise liegt der von dem Triebwerk bereitgestellte Schub parallel zu der Längsmittelachse des Triebwerks und/oder der Längsmittelachse des Wirbelfüh-
25 rungselements vor. In anderen Worten ist ein Schubvektor des Triebwerks parallel zu einer der genannten Längsmittelachsen. Dies gilt zumindest in wenigstens einer Stellung von Wirbelführungselement und Luftumlenkelement zueinander, falls diese gegeneinander verlagerbar sind.

Das Wirbelführungselement weist vorzugsweise im Schnitt beziehungsweise Halbschnitt gesehen einen stetigen Außenumfang auf. Das bedeutet, dass – wiederum im Schnitt, insbesondere im
30 Längsschnitt bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements – der Außenumfang des Wirbelführungselements keine Unstetigkeiten beziehungsweise Sprünge aufweist, sondern gleichmäßig verläuft. Beispielsweise ist das Wirbelführungselement im Halbschnitt gesehen oval,

insbesondere kreisförmig oder elliptisch. Unter dem Halbschnitt ist ein Schnitt durch eine Schnittebene zu verstehen, bei welchem lediglich eine Seite einer senkrecht auf der Schnittebene stehenden weiteren Ebene betrachtet wird. Beispielsweise nehmen hierbei sowohl die Schnittebene als auch die weitere Ebene die Längsmittelachse des Wirbelführungselements auf. In anderen Worten wird bei dem Halbschnitt nur eine Hälfte des eigentlichen Schnitts herangezogen.

Es ist vorgesehen, dass das Wirbelführungselement als Rotationskörper vorliegt. Unter dem Rotationskörper ist ein Körper zu verstehen, der durch Rotation einer geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse beziehungsweise Figurenachse gebildet ist. Die Rotationsachse entspricht der Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Sie fällt vorzugsweise mit der Längsmittelachse des Triebwerks und/oder einer Längsmittelachse des Flugkörpers zusammen. In zumindest einer Stellung von Wirbelführungselement und Luftumlenkelement kann sie zudem mit der Längsmittelachse des Luftumlenkelements zusammenfallen. Die Kurve ist hierbei besonders bevorzugt durchgehend von der Rotationsachse beabstandet, um den Ansaugkanal zu bilden, der dann zentral bezüglich der Rotationsachse vorliegt. Die Kurve weist zumindest bereichsweise einen stetigen Verlauf auf, nämlich zumindest auf ihrer in radialer Richtung bezüglich der Rotationsachse außen liegenden Seite, besonders bevorzugt durchgehend. Das bedeutet, dass auf einer in radialer Richtung liegenden Außenseite des Wirbelführungselements keine Kante, insbesondere keine Randkante, vorliegt, sondern dass vielmehr Unstetigkeiten vermieden werden. Hierdurch werden besonders geringe Strömungsverluste erzielt.

Beispielsweise erstreckt sich der stetige Verlauf der Kurve in radialer Richtung nach innen, insbesondere im Schnitt beziehungsweise Halbschnitt durch das Triebwerk gesehen, über wenigstens 10 %, wenigstens 15 %, wenigstens 20 % oder wenigstens 25 % der Erstreckung der Kurve in radialer Richtung, ausgehend von einer in radialer Richtung äußersten Stelle der Kurve. Die Kurve verläuft beidseitig der äußersten Stelle in radialer Richtung nach innen, sodass eine erste Profilfläche und eine zweite Profilfläche des Wirbelführungselements gebildet sind, die das Wirbelführungselement in axialer Richtung auf gegenüberliegenden Seiten begrenzen. Auf beiden Seiten der äußersten Stelle verläuft die Kurve stetig in radialer Richtung nach innen, nämlich jeweils über einen der genannten Anteile der Kurve. Besonders bevorzugt weist die Kurve zwei Bereiche auf, die auf gegenüberliegenden Seiten einer gedachten Ebene liegen, die parallel zu der Rotationsachse liegt und die Kurve schneidet.

Einer erster der Bereiche liegt in radialer Richtung außen und ein zweiter der Bereiche in radialer Richtung innen. Bezogen auf einen Abstand in radialer Richtung zwischen der in radialer Richtung

äußersten Stelle und einem in radialer Richtung innersten Stelle der Kurve ist die Ebene beispielsweise mindestens 10 %, mindestens 20 %, mindestens 30 %, mindestens 40 % oder mindestens 50 % von der äußersten Stelle beabstandet. Besonders bevorzugt ist sie jedoch mindestens 60 %, mindestens 70 %, mindestens 80 % oder mindestens 90 % von ihr beabstandet. Besonders bevorzugt sind hierbei die Werte von mindestens 80 % und mehr. In dem ersten Bereich verläuft die Kurve durchgehend stetig. In dem zweiten Bereich kann sie ebenfalls stetig sein oder alternativ zumindest bereichsweise unstetig sein. Besonders bevorzugt grenzt der erste Bereich unmittelbar an wenigstens eine Unstetigkeit, insbesondere unmittelbar an mehrere Unstetigkeiten, der Kurve an, die in dem zweiten Bereich vorliegen. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Kurve auf ihrer bezüglich der Rotationsachse radial innen liegenden Seite einen Bereich aufweist, in welchem sie unstetig ist. Abseits dieses Bereichs, der auch als Unstetigkeitsbereich bezeichnet werden kann, ist die Kurve durchgehend stetig. Beispielsweise weist die Kurve in dem Unstetigkeitsbereich einen geraden Abschnitt auf, von welchem Kurve an wenigstens einer Seite unter Ausbildung einer Unstetigkeitsstelle ausgeht. Der gerade Abschnitt erstreckt sich zum Beispiel zwischen der Lufteinlassöffnung und der Luftauslassöffnung und begrenzt insoweit den Ansaugkanal in radialer Richtung nach außen. Vorzugsweise erstreckt sich der gerade Abschnitt von der Lufteinlassöffnung bis hin zu der Luftauslassöffnung.

Beispielsweise ist es vorgesehen, dass das Wirbelführungselement im Halbschnitt in axialer Richtung gesehen Abmessungen aufweist, die mindestens 25 % oder mindestens 50 % seiner Abmessungen in radialer Richtung entsprechen. Alternativ können die Abmessungen in axialer Richtung auch größer sein und mindestens 75 % oder mindestens 100 % der Abmessungen in radialer Richtung entsprechen. Die Abmessungen einer von der vorstehend erläuterten Kurve eingeschlossenen Fläche in axialer Richtung entsprechen also mindestens einem der genannten Anteile an ihren Abmessungen in radialer Richtung.

Das Wirbelführungselement ist von dem Ansaugkanal durchgriffen, welcher vorzugsweise zentral in dem Wirbelführungselement angeordnet ist, also coaxial des Wirbelführungselements vorliegt. Der Ansaugkanal ist besonders bevorzugt durchgehend gerade. Der Ansaugkanal erstreckt sich von der Lufteinlassöffnung bis hin zu der Luftauslassöffnung. In dem Ansaugkanal ist die Luftförderereinrichtung angeordnet, welche dem Fördern der Luft durch den Ansaugkanal aus Richtung der Lufteinlassöffnung in Richtung der Luftauslassöffnung dient. Die Luftförderereinrichtung ist beispielsweise mithilfe einer Antriebseinrichtung antreibbar. Die Antriebseinrichtung liegt beispielsweise in Form eines Elektromotors, einer Turbine oder einer Brennkraftmaschine vor oder

weist eine solche zumindest auf. Die Luftfördereinrichtung ist beispielsweise ein Propeller, der aufgrund seiner Anordnung in dem Ansaugkanal auch als Impeller bezeichnet werden kann, da er von dem Wirbelführungselement umgriffen ist. Auch andere Ausgestaltungen der Luftfördereinrichtung sind grundsätzlich realisierbar, solange sie zur Förderung der Luft durch den Ansaugkanal dienen können.

Unter der Lufteinlassöffnung ist vorzugsweise eine in Umfangsrichtung bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements durchgehend von dem Wirbelführungselement begrenzte Öffnung zu verstehen, welche durchgehend in einer gedachten Ebene liegt. Die gedachte Ebene schneidet in Umfangsrichtung durchgehend das Wirbelführungselement oder liegt zumindest tangential an diesem an. Besonders bevorzugt liegt die gedachte Ebene in Umfangsrichtung durchgehend tangential an dem Wirbelführungselement an. Die gedachte Ebene steht beispielsweise senkrecht auf der Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Für die Luftauslassöffnung gilt analog das gleiche. Auch die Luftauslassöffnung ist also in Umfangsrichtung durchgehend von dem Wirbelführungselement begrenzt. Bevorzugt liegt auch sie durchgehend in einer (weiteren) gedachten Ebene, die in Umfangsrichtung durchgehend das Wirbelführungselement schneidet oder tangential an diesem anliegt, besonders bevorzugt in Umfangsrichtung durchgehend tangential an dem Wirbelführungselement anliegt. Auch diese gedachte Ebene kann senkrecht auf der Längsmittelachse des Wirbelführungselements stehen.

Zusätzlich zu dem Wirbelführungselement verfügt das Triebwerk über das Luftumlenkelement. Das Luftumlenkelement ist bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks beziehungsweise des Flugkörpers geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements angeordnet, zumindest teilweise, insbesondere größtenteils oder vollständig. Anders ausgedrückt ist eine dem Luftumlenkelement zugewandte Seite des Wirbelführungselements geodätisch oberhalb einer dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements angeordnet. Geodätisch gesehen liegt also das Wirbelführungselements bei dem bestimmungsgemäßen Betrieb zwischen dem Luftumlenkelement und dem Boden vor. Auch eine andere geodätische Ausrichtung von Luftumlenkelement und Wirbelführungselement kann grundsätzlich vorgesehen sein. Es ist jedoch wesentlich, dass die Luft durch die Lufteinlassöffnung in eine andere Richtung eingesaugt wird als sie durch den Luftaustrittsspalt ausgebracht wird.

Insbesondere unterscheiden sich die axialen Geschwindigkeitskomponenten eines jeweiligen Geschwindigkeitsvektors – bei gleichem Bezugssystem – hinsichtlich ihres Vorzeichens voneinander. Ist also die axiale Geschwindigkeitskomponente eines der Geschwindigkeitsvektoren kleiner

als Null, so beträgt die axiale Geschwindigkeitskomponente eines anderen der Geschwindigkeitsvektoren mindestens gleich Null, ist insbesondere genau gleich Null oder größer als Null, beziehungsweise umgekehrt. Es ist grundsätzlich vorgesehen, die Luft durch die Lufteinlassöffnung unmittelbar aus der Außenumgebung anzusaugen und durch den Luftaustrittsspalt unmittelbar in
5 die Außenumgebung auszubringen. Die Luft strömt also durch die Lufteinlassöffnung in das Triebwerk, insbesondere in den Flugkörper, ein und durch den Luftaustrittsspalt aus dem Triebwerk, insbesondere aus dem Flugkörper, aus.

Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Lufteinlassöffnung und der Luftaustrittsspalt derart ausgerichtet sind, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks die Luft in einer Richtung
10 durch die Lufteinlassöffnung einströmt, die in axialer Richtung einer Richtung entgegengerichtet ist oder senkrecht auf dieser steht, durch die Luft aus dem Luftaustrittsspalt austritt. Die Luft aus der Außenumgebung tritt in einer ersten Richtung beziehungsweise mit einem ersten Geschwindigkeitsvektor durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal ein. Aus dem Luftaustrittsspalt tritt sie hingegen in einer zweiten Richtung beziehungsweise mit einem zweiten Geschwindigkeitsvektor aus dem Radialkanal aus. Die erste Richtung und die zweite Richtung stehen beispielsweise senkrecht aufeinander oder sind einander in axialer Richtung bezüglich der Längsmittelachse des Triebwerks entgegengerichtet. Beispielsweise kann es also vorgesehen sein, dass der
15 erste Geschwindigkeitsvektor lediglich eine axiale Geschwindigkeitskomponente und der zweite Geschwindigkeitsvektor lediglich eine radiale Geschwindigkeitskomponente aufweist, wohingegen die jeweils anderen Geschwindigkeitskomponenten gleich Null sind. Sofern sowohl der erste Geschwindigkeitsvektor als auch der zweite Geschwindigkeitsvektor jeweils eine axiale Geschwindigkeitskomponente aufweisen, sind diese einander entgegengerichtet. Bei gleichem Bezugssystem ist also eine der Geschwindigkeitskomponenten positiv und die jeweils andere negativ.

Das Luftumlenkelement übergreift das Wirbelführungselement zumindest bereichsweise. Hierbei
25 ist es auf der die Luftauslassöffnung aufweisenden Seite des Wirbelführungselements angeordnet. Bevorzugt ist eine Längsmittelachse des Luftumlenkelements zumindest zeitweise parallel zu der Längsmittelachse des Wirbelführungselements und/oder der Längsmittelachse des Triebwerks angeordnet. Bevorzugt entspricht die Längsmittelachse des Luftumlenkelements einer der genannten Längsmittelachsen, insbesondere in wenigstens einer Stellung von Wirbelführungselement und
30 Luftumlenkelement zueinander. In anderen Worten ist das Luftumlenkelement vorteilhafterweise koaxial zu dem Wirbelführungselement angeordnet.

Das Luftumlenkelement erstreckt sich in radialer Richtung nach außen, insbesondere ausgehend von seiner Längsmittelachse und/oder der Längsmittelachse des Triebwerks, wobei es die Luftauslassöffnung in radialer Richtung vollständig übergreift. Das Luftumlenkelement weist in radialer Richtung größere Abmessungen auf als die Luftauslassöffnung, sodass im Schnitt gesehen das

5 Luftumlenkelement in radialer Richtung weiter nach außen ragt als die Luftauslassöffnung. Das Luftumlenkelement begrenzt abseits der Luftauslassöffnung, nämlich in radialer Richtung außen von der Luftauslassöffnung, den Luftaustrittsspalt gemeinsam mit dem Wirbelführungselement. Der Luftaustrittsspalt ist über einen ebenfalls von dem Wirbelführungselement und dem Luftumlenkelement gemeinsam begrenzten Radialkanal strömungstechnisch an die Luftauslassöffnung

10 angeschlossen. Der Radialkanal erstreckt sich somit strömungstechnisch ausgehend von der Luftauslassöffnung bis hin zu dem Luftaustrittsspalt.

Während eines Betriebs des Triebwerks wird die durch die Luftauslassöffnung aus dem Ansaugkanal austretende Luft von dem Luftumlenkelement in radialer Richtung nach außen umgelenkt, sodass es in Richtung des Luftaustrittsspalts strömt und nachfolgend aus diesem in die Außenum-

15 gebung des Triebwerks eintritt. Der Luftaustrittsspalt liegt beispielsweise auf derselben Seite einer gedachten Ebene vor wie die Lufteinlassöffnung, wohingegen die Luftauslassöffnung auf einer dieser Seite entgegengesetzten Seite der gedachten Ebene angeordnet ist. Die gedachte Ebene steht beispielsweise senkrecht auf der Längsmittelachse des Wirbelführungselements.

Die aus dem Luftaustrittsspalt austretende Luft strömt entlang des Wirbelelements weiter und trägt

20 nachfolgend zur Erzeugung des Schubs des Triebwerks bei. Beispielsweise ist während eines bestimmungsgemäßen Betriebs des Triebwerks das Luftumlenkelement geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements angeordnet. In anderen Worten soll das Wirbelführungselement zwischen dem Luftumlenkelement und dem Boden vorliegen. Das bedeutet wiederum, dass das Triebwerk Luft von geodätisch unterhalb des Triebwerks beziehungsweise des Flugkörpers ansaugt,

25 also schlussendlich – geodätisch gesehen – Luft aus der Außenumgebung von der Unterseite des Triebwerks beziehungsweise des Flugkörpers ansaugt und zunächst in Richtung der Oberseite des Triebwerks fördert. Nachfolgend gelangt die Luft zumindest teilweise wieder auf die Unterseite, um dort den Schub zu erzeugen.

Die Lufteinlassöffnung ist auf der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements angeordnet. Um eine effektive Bereitstellung des Schubs zu gewährleisten, mündet

30 sie unmittelbar in die Außenumgebung des Triebwerks ein. Das bedeutet, dass zwischen der Lufteinlassöffnung und der Außenumgebung kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des

Flugkörpers angeordnet ist. Vielmehr ist eine gedachte Verlängerung des Ansaugkanals auf Seiten der Lufteinlassöffnung bis in die Außenumgebung versperrungsfrei ausgebildet. In der gedachten Verlängerung ist also kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des Flugkörpers angeordnet. Hierdurch wird bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks Luft von der dem Luftumlen-
5 kelement abgewandten Seite des Triebwerks durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert.

Das bedeutet, dass während des bestimmungsgemäßen Betriebs des Triebwerks Luft aus der Außenumgebung in die dem Schubvektor des Triebwerks entgegengerichtete Richtung angesaugt wird. Während das Triebwerk also den Schub mit dem Schubvektor bereitstellt, saugt es die zur
10 Bereitstellung des Schubs verwendete Luft in der entgegengesetzten Richtung an, nämlich unmittelbar aus der Außenumgebung. Vorstehend wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Lufteinlassöffnung unmittelbar in die Außenumgebung des Triebwerks einmündet, sodass auch das Ansaugen der Luft unmittelbar aus der Außenumgebung erfolgt. Anders ausgedrückt ist die Lufteinlassöffnung überdeckungsfrei ausgestaltet, sodass ein unterhalb der Lufteinlassöffnung angeord-
15 neter freier Luftraum in der Außenumgebung des Triebwerks vorliegt. Unter dem freien Luftraum ist ein Luftraum zu verstehen, welcher vollständig mit Luft gefüllt ist und in dem entsprechend kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des Flugkörpers vorliegt.

Der freie Luftraum erstreckt sich unterhalb der Lufteinlassöffnung, insbesondere geht er unmittelbar von der Lufteinlassöffnung aus. Beispielsweise liegt der freie Luftraum als gedachte Verlän-
20 gerung des Ansaugkanals vor, nämlich ausgehend von der Lufteinlassöffnung. Hierbei ist es beispielsweise vorgesehen, dass der Luftraum eine Erstreckung in axialer Richtung bezüglich der Längsmittelachse des Triebwerks aufweist, die mindestens eine Erstreckung des Wirbelführungselements und/oder einer Erstreckung des Luftumlenkelements in derselben Richtung entspricht. Der Luftraum weist somit bestimmte Abmessungen auf, nämlich zumindest in axialer Richtung.
25 Das bedeutet, dass ausgehend von der Lufteinlassöffnung über zumindest die genannte Erstreckung kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des Flugkörpers auf der die Lufteinlassöffnung aufweisenden Seite des Wirbelführungselements vorliegt.

Vorzugsweise ist die Erstreckung des Luftraums um einen Faktor von mindestens 2, mindestens 3, mindestens 4 oder mindestens 5 größer als die Erstreckung des Wirbelführungselements, als die
30 Erstreckung des Luftumlenkelements oder einer gemeinsamen Erstreckung des Wirbelführungselements und des Luftumlenkelements in derselben Richtung. Diese Betrachtungen gelten selbstverständlich lediglich während eines Flugbetriebs des Triebwerks beziehungsweise des

Flugkörpers. Befindet sich der Flugkörper in Bodennähe, so kann der freie Luftraum von dem Boden begrenzt sein. In diesem Fall liegt jedoch ebenfalls kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des Flugkörpers zwischen der Lufteinlassöffnung und dem Boden vor.

5 Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass ein in axialer Richtung bezüglich der Längsmittelachse des Triebwerks einerseits von der Lufteinlassöffnung und andererseits von der Luftförderereinrichtung und in radialer Richtung nach außen von dem Wirbelführungselement begrenzter Luftraum vollständig mit Luft gefüllt ist. Auch dieser Luftraum, welcher Teil des Ansaugkanals ist und insoweit von dem Wirbelführungselement begrenzt wird, ist als freier Luftraum ausgestaltet. In ihm ist also kein weiteres Element des Triebwerks und/oder des Flugkörpers angeordnet, 10 sodass er vollständig luftgefüllt ist. Der Luftraum erstreckt sich in axialer Richtung von der Lufteinlassöffnung bis hin zu der Luftförderereinrichtung. In radialer Richtung nach außen wird er von dem Wirbelführungselement begrenzt.

Diese Ausführungen machen deutlich, dass eine möglichst ungehinderte Umströmung des Wirbelführungselements realisiert ist, sodass Luft aus der Außenumgebung ungehindert durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal eintreten kann. Hierdurch wird ein effizienter Betrieb des Triebwerks erzielt. Das Triebwerk und insbesondere das Wirbelführungselement liegen hierbei 15 vorzugsweise als Außenteil des Flugkörpers vor. Sie bilden somit als ein äußerstes Element des Flugkörpers und liegen entsprechend auf seiner Außenseite vor. Anders ausgedrückt werden das Triebwerk und insbesondere auch der Flugkörper von dem Wirbelführungselement in Richtung 20 der Außenumgebung begrenzt, sodass sich die Außenumgebung des Flugkörpers unmittelbar bis hin zu dem Wirbelführungselement erstreckt.

Während eines Betriebs des Triebwerks wird Luft aus der Außenumgebung durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert. Aus diesem tritt sie nachfolgend durch die Luftauslassöffnung in den Radialkanal aus und strömt durch diesen zu dem Luftaustrittsspalt. Der Luftaustrittsspalt umgreift das Wirbelführungselement ringförmig, nämlich vorzugsweise in Umfangsrichtung 25 bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements und/oder der Längsmittelachse des Triebwerks vollständig und durchgehend. Die aus dem Luftaustrittsspalt austretende Luft strömt im Schnitt gesehen weiter entlang des Wirbelführungselements beziehungsweise einer Außenkontur des Wirbelführungselements, nämlich zumindest zum Teil aufgrund des Coandă-Effekts. 30

Es kann vorgesehen sein, dass die Luft im Schnitt gesehen entlang des Wirbelführungselements bis hin zu der Lufteinlassöffnung strömt, sodass zumindest ein Teil der Luft, welche aus dem Luftaustrittsspalt austritt, erneut durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert wird. In jedem Fall wird das Triebwerk derart betrieben, dass sich eine Umströmung des Wirbelelements
5 einstellt, sodass schlussendlich ein das Wirbelführungselement umgreifender Wirbel vorliegt, welcher bevorzugt rotationskörperförmig, insbesondere rotationstorusförmig, ist. Der mithilfe des Triebwerks erzeugte Wirbel, welcher auch als Tragwirbel bezeichnet werden kann, umgreift das Wirbelführungselement im Schnitt gesehen vollständig. Ebenso umgreift er das Wirbelführungselement in Umfangsrichtung, vorzugsweise durchgehend und ununterbrochen. In anderen Worten
10 hüllt der Tragwirbel das Wirbelführungselement ein.

Der von dem Triebwerk erzeugte Schub wird durch unterschiedliche Wirkmechanismen erzielt. Zum einen liegt auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite des Wirbelführungselements, also in dem Radialkanal, eine höhere Strömungsgeschwindigkeit vor als auf der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements, also in der Außenumgebung. Aufgrund
15 der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten wird nach der Bernoulli-Gleichung ein Unterdruck auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite des Wirbelführungselements im Vergleich zu der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements bewirkt. Da nämlich die Strömungsgeschwindigkeit der Luft auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite größer ist als die Strömungsgeschwindigkeit der Luft auf der dem Luftumlenkelement abge-
20 wandten Seite, ist der auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite vorliegende Druck kleiner als der auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite. Die Druckdifferenz zwischen den Drücken auf den gegenüberliegenden Seiten des Wirbelführungselements bewirkt einen Teil des von dem Triebwerk erzeugten Schubs.

Ein weiterer Teil des Schubs wird durch den Tragwirbel indirekt bereitgestellt, sobald dieser vor-
25 liegt. Der Tragwirbel fördert Luft aus der Außenumgebung von der dem Wirbelführungselement abgewandten Seite des Luftumlenkelements hin auf die dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements. Beispielsweise wird ein Teil der Luft dem Tragwirbel zugeschlagen und auf die dem Luftumlenkelement abgewandte Seite des Wirbelführungselements gedrängt, also insbesondere auf die dem Boden zugewandte Seite des Triebwerks. Hierdurch wird
30 Schub bereitgestellt, der nicht unmittelbar durch die Strömung des Tragwirbels selbst bewirkt wird, sondern durch die von dem Tragwirbel zusätzlich geförderte Luft aus der Außenumgebung. Ganz grundsätzlich kann hierzu festgehalten werden, dass das Triebwerk den Schub auf derjenigen

Seite bereitstellt, von welcher es auch die Luft aus der Außenumgebung ansaugt. Ein von dem Triebwerk bewirkter Schubstrahl liegt entsprechend auf der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements vor. Auf dieser Seite ist auch die Lufteinlassöffnung angeordnet, durch welche das Triebwerk die Luft aus der Außenumgebung ansaugt.

- 5 Es ist einsichtig, dass der Tragwirbel erst dann ausgebildet werden kann, wenn ein hinreichender Abstand des Triebwerks von dem Boden vorliegt. Um den von dem Tragwirbel erzeugten Auftrieb zu nutzen, ist es also zunächst notwendig, das Triebwerk beziehungsweise den Flugkörper von dem Boden zu beabstanden. Beispielsweise erfolgt dies mithilfe einer mechanischen Hebevorrichtung, welche den Flugkörper und damit das Triebwerk gegenüber dem Boden anhebt. Auch kann
10 selbstverständlich der Flugkörper mit einem weiteren Triebwerk gestartet werden und erst anschließend das Triebwerk in Betrieb genommen werden.

- Die Verwendung des Tragwirbels zum zumindest teilweisen Bereitstellen des Schubs des Triebwerks ermöglicht ein besonders energieeffizientes Betreiben des Triebwerks, weil das Erzeugen und Erhalten des Tragwirbels mit einem vergleichsweise geringen Energieaufwand möglich ist,
15 der deutlich geringer ist als der Energieaufwand, welcher zum unmittelbaren Erzeugen des Schubs notwendig wäre. Der Tragwirbel hat zudem eine besonders hohe Stabilität des Triebwerks und damit des Flugkörpers in der Luft zur Folge, weil der Tragwirbel ein großes Luftvolumen einnimmt beziehungsweise ein voluminöses Luftpolster für das Triebwerk beziehungsweise den Flugkörper schafft. Das Triebwerk und entsprechend der Flugkörper sind hinsichtlich der Tragfähigkeit nahezu beliebig skalierbar, weil auch der Tragwirbel grundsätzlich im Wesentlichen beliebig skalierbar ist, da er nach Art eines Potentialwirbels ausgebildet wird.
20

- Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Wirbelführungselement im Schnitt gesehen einerseits von einer ersten Profilfläche und andererseits von einer zweiten Profilfläche begrenzt ist, wobei die beiden Profilflächen beidseitig unmittelbar und stetig ineinander übergehen, insbesondere in einer senkrecht auf der Mittelachse stehenden gedachten Ebene. Die erste Profilfläche und die zweite Profilfläche liegen auf gegenüberliegenden Seiten einer gedachten Ebene vor, welche das Wirbelführungselement schneidet. Diese gedachte Ebene steht bevorzugt senkrecht auf der Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Beispielsweise durchgreift die gedachte Ebene das Wirbelführungselement in axialer Richtung bezüglich der Längsmittelachse mittig, teilt das
30 Wirbelführungselement also in zwei Teile auf, welche in axialer Richtung dieselbe Erstreckung aufweisen. Die beiden Teile des Wirbelführungselements können bezüglich der gedachten Ebene symmetrisch zueinander ausgestaltet sein. Die erste Profilfläche liegt auf der dem

Luftumlenkelement abgewandten Seite des Wirbelführungselements und die zweite Profilfläche auf der dem Luftumlenkelement zugewandten Seite des Wirbelführungselements vor. Die beiden Profilflächen gehen auf jeder Seite stetig ineinander über, also ohne Unstetigkeit beziehungsweise ohne Sprung. Hierdurch wird eine Oberfläche des Wirbelführungselements geschaffen, die von
5 der Luft besonders verlustarm überströmt wird, sodass sich eine hohe Effizienz ergibt.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass im Schnitt gesehen ein Krümmungsradius der ersten Profilfläche und/oder ein Krümmungsradius der zweiten Profilfläche jeweils durchgehend vorzeichen-
gleich ist/sind. Die erste Profilfläche wird im Schnitt von einer ersten Profillinie und die zweite
10 Profilfläche von einer zweiten Profillinie definiert. Die Profilflächen beziehungsweise die Profillinien weisen jeweils einen Krümmungsradius auf, welcher sich über ihre Erstreckung ändern oder aber auch konstant bleiben kann. Zumindest ist es jedoch vorgesehen, dass einer der Krümmungsradien oder beide Krümmungsradien durchgehend vorzeichengleich sind, dass sich also das Vorzeichen des jeweiligen Krümmungsradius über die Erstreckung der jeweiligen Profilfläche nicht ändert, sondern gleichbleibt.

Beispielsweise ist also der Krümmungsradius der ersten Profilfläche im Schnitt gesehen über die
15 gesamte Erstreckung der ersten Profilfläche mit demselben Vorzeichen gewählt. Analog hierzu kann zusätzlich oder alternativ der Krümmungsradius der zweiten Profilfläche im Schnitt gesehen über die gesamte Erstreckung der zweiten Profilfläche hinweg das gleiche Vorzeichen aufweisen. Bevorzugt weisen hierbei die erste Profilfläche und die zweite Profilfläche Krümmungsradien mit
20 dem gleichen Vorzeichen auf. Besonders bevorzugt sind zudem die Krümmungsradien der ersten Profilfläche und der zweiten Profilfläche identisch, sodass das Wirbelführungselement im Schnitt gesehen, insbesondere im Halbschnitt gesehen, kreisförmig ist. Hierdurch wird eine besonders strömungsgünstige Ausgestaltung des Wirbelführungselements realisiert.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Wirbelführungselement als Rotationskörper,
25 insbesondere als Rotationstorus, ausgebildet ist. Der Rotationskörper ist ein Körper, der durch Rotation einer geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist. Beispielsweise ist die Kurve zumindest bereichsweise gekrümmt, insbesondere durchgehend gekrümmt. Vorzugsweise weist ein Krümmungsradius der Kurve über die gesamte Kurve hinweg das gleiche Vorzeichen auf. Es kann also vorgesehen sein, dass der Krümmungsradius durchgehend mindestens Null oder
30 durchgehend höchstens Null beträgt oder – falls die Kurve durchgehend gekrümmt ist – durchgehend größer als Null oder durchgehend kleiner als Null ist. Unter dem Rotationstorus ist wiederum ein Rotationskörper zu verstehen, der durch Rotation eines Kreises um eine in der Kreisebene

liegende und den Kreis nicht schneidende Rotationsachse erzeugt wird. Die Rotationsachse des Rotationskörpers ist hierbei insbesondere die Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Der Rotationskörper ist in Umfangsrichtung bezüglich seiner Rotationsachse durchgehend und ununterbrochen ausgestaltet. Dies ermöglicht eine besonders effektive Führung des Tragwirbels bei gleichzeitig äußerst geringen strömungstechnischen Verlusten.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Luftaustrittsspalt mit der Luftauslassöffnung über einen Radialkanal in Strömungsverbindung steht, der einen sich in Richtung des Luftaustrittsspalts verkleinernden Durchströmungsquerschnitt aufweist, sodass er nach Art einer Düse ausgestaltet ist. Der Radialkanal ist vorzugsweise in Umfangsrichtung bezüglich der Längsmittelachse des Triebwerks durchgehend und – abgesehen von einer oder mehreren Tragstreben, die optional vorliegen – unterbrechungsfrei. In radialer Richtung erstreckt er sich ausgehend von der Luftauslassöffnung bis hin zu dem Luftaustrittsspalt, sodass die aus dem Ansaugkanal durch die Luftauslassöffnung austretende Luft durch den Radialkanal hin zu dem Luftaustrittsspalt strömt. Der Durchströmungsquerschnitt des Radialkanals verkleinert sich in Richtung des Luftaustrittsspalts. Die Gestalt des Radialkanals wird insbesondere derart gewählt, dass die Luft in dem Luftaustrittsspalt eine gewünschte Strömungsgeschwindigkeit aufweist. Diese Strömungsgeschwindigkeit liegt bevorzugt im Unterschallbereich, sodass keine negativen mechanischen Einflüsse auf das Triebwerk durch strömungstechnische Stöße oder dergleichen zu erwarten sind. Die Ausgestaltung des Radialkanals nach Art einer Düse ermöglicht einen effektiven Betrieb des Triebwerks.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Luftumlenkelement das Wirbelführungselement derart übergreift, dass die Luft in dem Radialkanal zumindest teilweise ausgehend von der Luftauslassöffnung bis hin zu der Lufteinlassöffnung strömungstechnisch ablösungsfrei an dem Wirbelführungselement anliegt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Triebwerk derart betrieben wird, dass der Tragwirbel das Wirbelführungselement umgreift. Um eine besonders verlustarme Umströmung des Wirbelführungselements zu erzielen, soll ein Ablösen der Strömung beziehungsweise des Tragwirbels von dem Wirbelführungselement soweit wie möglich vermieden werden, insbesondere vollständig. Hierzu umgreift das Luftumlenkelement das Wirbelführungselement. Das Ausmaß des Übergreifens ist dabei derart gewählt, dass die ablösungsfreie Umströmung des Wirbelführungselements durch die aus der Luftauslassöffnung austretende Luft erzielt wird. Zumindest ein Teil der aus der Luftauslassöffnung und nachfolgend aus dem Luftaustrittsspalt austretenden Luft soll hierbei derart an dem Wirbelführungselement anliegen, dass er

erneut bis hin zu der Lufteinlassöffnung strömt und durch diese erneut in den Ansaugkanal gefördert wird. Dies ermöglicht die bereits erläuterte hohe Effizienz des Triebwerks, die durch das verlustarme Erzeugen des Tragwirbels realisiert ist.

5 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Luftumlenkelement das Wirbelführungselement in radialer Richtung vollständig übergreift, insbesondere derart, dass der Luftaustrittsspalt eine Flächennormale aufweist, die parallel zu der Längsmittelachse des Triebwerks verläuft, oder dass die Flächennormale die Längsmittelachse des Wirbelführungselements unterhalb des Wirbelführungselements schneidet. In radialer Richtung nach außen ragt das Luftumlenkelement also über das Wirbelführungselement hinaus. Der von dem Luftumlenkelement und dem Wirbelführungselement definierte Luftaustrittsspalt wird in Umfangsrichtung durchgehend mittig von einer gedachten Ebene geschnitten oder liegt vollständig in dieser gedachten Ebene. Die gedachte Ebene steht senkrecht auf der Längsmittelachse des Wirbelführungselements und/oder der Längsmittelachse des Luftumlenkelements.

15 Der Luftaustrittsspalt weist eine Flächennormale auf, die beispielsweise parallel zu der Längsmittelachse des Triebwerks verläuft. In diesem Fall liegt der Luftaustrittsspalt vollständig in der gedachten Ebene. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Flächennormale die Längsmittelachse des Wirbelführungselements unterhalb des Wirbelführungselements schneidet. In diesem Fall schneidet die gedachte Ebene den Luftaustrittsspalt unter einem bestimmten Winkel. Ein derart weitgehendes Übergreifen verhindert zuverlässig das Ablösen der Luft von dem Wirbelführungselement auch außerhalb des Radialkanals, sodass zumindest ein Teil der durch den Luftaustrittsspalt austretenden Luft bis hin zu der Lufteinlassöffnung strömt und erneut durch diese in den Ansaugkanal gefördert wird.

25 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Luftumlenkelement einen in den Ansaugkanal eingreifenden Vorsprung aufweist, an welchem eine Antriebseinrichtung zum Antreiben der Luftfördereinrichtung befestigt ist. Der Vorsprung erstreckt sich ausgehend von einem Grundelement des Luftumlenkelements in den Ansaugkanal hinein. Beispielsweise liegt das Grundelement außerhalb des Ansaugkanals vor, sodass lediglich der Vorsprung in den Ansaugkanal hineinragt. Der Vorsprung ist vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich der Längsmittelachse des Luftumlenkelements ausgebildet. Zusätzlich oder alternativ entspricht eine Längsmittelachse des Vorsprungs der Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Hierdurch wird ein durch den Vorsprung bewirkter Strömungswiderstand soweit wie möglich reduziert. An dem Vorsprung ist die Antriebseinrichtung befestigt, welche zum Antreiben der Luftfördereinrichtung dient.

Beispielsweise ist die Luftfördereinrichtung, also beispielsweise ein Propeller, ein Verdichterlaufrad oder dergleichen, an dem Vorsprung drehbar gelagert. Hierdurch wird eine besonders kompakte Ausgestaltung des Triebwerks erzielt.

5 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass eine den Radialkanal begrenzende, dem Wirbel-
führungselement zugewandte Luftumlenkfläche des Luftumlenkelements im Schnitt gesehen
durchgehend gekrümmt ist, insbesondere durchgehend einen Krümmungsradius aufweist, der in
einem bestimmten Krümmungsradiusbereich liegt. Die Luftumlenkfläche erstreckt sich in radialer
Richtung gesehen ausgehend von der Luftauslassöffnung nach außen bis hin zu dem Luftaus-
trittsspalt. Sie begrenzt den Radialkanal in axialer Richtung in die von dem Wirbelführungsele-
10 ment abgewandte Richtung.

Um besonders geringe strömungstechnische Verluste innerhalb des Radialkanals zu realisieren, ist
die Luftumlenkfläche durchgehend gekrümmt. Hierbei weist sie einen Krümmungsradius auf, wel-
cher über ihre Erstreckung ausgehend von der Luftauslassöffnung bis hin zu dem Luftaustrittsspalt
konstant sein kann. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass sich der Krümmungsradius über
15 die Erstreckung der Luftumlenkfläche in radialer Richtung nach außen verändert. Vorzugsweise
bleibt er hierbei jedoch stets in dem Krümmungsradiusbereich. Insbesondere ist der Krümmungs-
radius derart gewählt, dass er sich über die gesamte Erstreckung der Luftumlenkfläche in radialer
Richtung von innen nach außen um höchstens 10 %, höchstens 5 %, höchstens 2,5 % oder höchs-
tens 1 % ändert. Falls der Krümmungsradius konstant bleibt, weist die Luftumlenkfläche im
20 Schnitt gesehen die Gestalt eines Teilkreises auf. Dies ermöglicht die Realisierung besonders ge-
ringer Strömungsverluste.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass im Schnitt gesehen der Krümmungsradius der
Luftumlenkfläche größer ist als ein Krümmungsradius einer den Radialkanal begrenzenden Luft-
führungsfläche des Wirbelführungselements. Der Radialkanal wird also im Schnitt gesehen einer-
25 seits von der Luftumlenkfläche des Luftumlenkelements und andererseits von der Luftführungs-
fläche des Wirbelführungselements begrenzt. Die Luftführungsfläche bildet hierbei die zweite
Profilfläche zumindest bereichsweise aus. Für den Krümmungsradius der Luftführungsfläche gilt
das für den Krümmungsradius der Luftumlenkfläche Gesagte analog. Bevorzugt ist der Krüm-
mungsradius über die gesamte Erstreckung der Luftumlenkfläche konstant, nämlich ausgehend
30 von der Luftauslassöffnung bis hin zu dem Luftaustrittsspalt. Hierbei ist der Krümmungsradius
der Luftumlenkfläche größer als der Krümmungsradius der Luftführungsfläche. Die dem

Luftumlenkelement zugewandte Seite des Wirbelführungselements kann insoweit im Schnitt ebenfalls kreisförmig sein. Auch dies dient der Realisierung geringer Strömungsverluste.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Krümmungsradius der Luftumlenkfläche und der Krümmungsradius der Luftführungsfläche derart gewählt sind, dass sich der Durchströmungsquerschnitt des Radialkanals ausgehend von der Luftauslassöffnung bis hin zu dem Luftaustrittsspalt durchgehend verkleinert. Durch die unterschiedliche Wahl der Krümmungsradien wird also auf konstruktiv einfache Art und Weise die düsenförmige Gestalt des Radialkanals realisiert.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Wirbelführungselement bezüglich des Luftumlenkelements zur globalen und/oder lokalen Veränderung eines Durchströmungsquerschnitts des Luftaustrittsspalts verlagerbar ist, insbesondere zum Einstellen eines Schubvektors des Triebwerks. Das Luftumlenkelement ist folglich bezüglich des Wirbelführungselements derart verlagerbar, insbesondere mittels eines Steuerantriebs, dass die Größe des Luftaustrittsspalt verändert wird, nämlich entweder in Umfangsrichtung global und/oder lokal. Unter der globalen Veränderung des Luftaustrittsspalts beziehungsweise der Durchströmungsquerschnittsfläche des Luftaustrittsspalts ist zu verstehen, dass die Größe des Luftaustrittsspalts beziehungsweise der Durchströmungsquerschnittsfläche gleichmäßig über die gesamte Erstreckung des Luftaustrittsspalts verändert wird, also vergrößert oder verkleinert wird. Die lokale Veränderung bedeutet hingegen eine lediglich bereichsweise Vergrößerung oder Verkleinerung des Luftaustrittsspalts beziehungsweise der Durchströmungsquerschnittsfläche. Beispielsweise wird zur lokalen Veränderung das Luftumlenkelement derart verlagert, dass der Luftaustrittsspalt bereichsweise vergrößert und bereichsweise verkleinert wird. Durch die Veränderung der Durchströmungsquerschnittsfläche des Luftaustrittsspalts lässt sich eine Steuerung des Schubvektors auf einfache Art und Weise bewerkstelligen.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zur globalen Veränderung der Durchströmungsquerschnittsfläche des Luftaustrittsspalts der Abstand des Luftumlenkelements zu dem Wirbelführungselement gleichmäßig veränderbar ist. Unter dem gleichmäßigen Verändern ist ein gleichmäßiges Vergrößern oder ein gleichmäßiges Verkleinern des Luftaustrittsspalts zu verstehen. Beispielsweise wird hierzu das Luftumlenkelement parallel zu der Längsmittelachse des Wirbelführungselements verlagert, nämlich zur Vergrößerung der Luftaustrittsfläche von dem Wirbelführungselement fort und zur Verkleinerung der Durchströmungsquerschnittsfläche auf das Wirbelführungselement zu. Dies ermöglicht ein besonders effektives Steuern des Schubvektors durch ein Einstellen der Wirbelintensität des Tragwirbels.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zur lokalen Veränderung der Durchströmungsquerschnittsfläche des Luftaustrittsspalts das Luftumlenkelement bezüglich des Wirbelführungselements verkipptbar ist. Durch das Verkippen des Luftumlenkelements wird der Luftaustrittsspalt lokal verändert, insbesondere teilweise vergrößert und teilweise verkleinert. Das Verkippen erfolgt
5 beispielsweise bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements. Bevorzugt ist das Luftumlenkelement derart ausgestaltet, dass bei einer parallelen Ausrichtung des Luftumlenkelements bezüglich der Längsmittelachse des Wirbelführungselements und insoweit einem Winkel von 0° der Luftaustrittsspalt in Umfangsrichtung bezüglich der Längsmittelachse eine durchgehend gleichbleibende Größe aufweist. Bei einer Veränderung des Winkels tritt hingegen die lokale
10 Veränderung der Durchströmungsquerschnittsfläche auf. Wiederum ermöglicht eine solche Ausgestaltung eine besonders effiziente Steuerung des Schubvektors.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in dem Radialkanal Steuerelemente drehbar gelagert sind, die jeweils eine Steuerfinne aufweisen. Die Steuerelemente dienen einer Einstellung des Schubvektors des Triebwerks, nämlich durch Beeinflussung der Richtung, in welcher die Luft
15 aus dem Luftaustrittsspalt austritt. Jedes der Steuerelemente verfügt über jeweils eine Steuerfinne, welche beispielsweise plattenartig oder tragflächenartig ausgestaltet ist. Die Steuerfinne kann in letzterem Fall bezüglich ihrer Profilsehne symmetrisch sein oder ein strömungstechnisches Profil aufweisen. Die Steuerelemente ermöglichen beispielsweise die Erzeugung eines Schubs in Umfangsrichtung, sodass sich das Triebwerk beziehungsweise der damit angetriebene Flugkörper auf
20 der Stelle um ihre Längsmittelachse drehen können.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Steuerelemente über ein gemeinsames Koppelement mit einem Steuerantrieb des Triebwerks antriebstechnisch gekoppelt sind. Der Steuerantrieb dient dem Verstellen der Steuerelemente. Er ist lediglich mittelbar über das gemeinsame Koppelement an die Steuerelemente antriebstechnisch angebunden. Hierzu greifen einerseits die
25 Steuerelemente und andererseits der Steuerantrieb an dem Koppelement an. Insbesondere greift der Steuerantrieb beabstandet von den Steuerelementen an den Koppelantrieb an. Hierdurch wird ein gleichzeitiges Verstellen der Steuerelemente mittels des Steuerantriebs realisiert. Auch das Luftumlenkelement kann zusätzlich oder alternativ an das Koppelement angebunden sein.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Koppelement jeweils über ein Kugelgelenk
30 und einen Hebelarm mit den Steuerelementen und/oder dem Steuerantrieb gekoppelt ist. Jedem Steuerelement und/oder dem Steuerantrieb ist insoweit jeweils ein Kugelelement und ein Hebelarm zugeordnet, mittels welchem sie mit dem Steuerantrieb antriebstechnisch verbunden sind. Die

Verwendung des Kugelgelenks stellt ein äußerst flexibles Einstellen der Steuerelemente mittels des Steuerantriebs sicher.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Koppelement als Steuerring ausgebildet ist. Der Steuerring umgreift vorzugsweise die Längsmittelachse des Triebwerks in Umfangsrichtung durchgehend und vollständig. Er greift an den Steuerelementen an, um diese mit dem Steuerantrieb zu koppeln. Der Steuerring ist derart angeordnet, dass er nicht lediglich eine Drehbewegung in Umfangsrichtung bezüglich der Längsmittelachse beschreiben kann, sondern dass er zusätzlich verkipptbar ist und somit nach Art einer Taumelscheibe vorliegt. Dies ermöglicht das bereits erwähnte flexible Betätigen der Steuerelemente mittels des Steuerantriebs.

- 10 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Steuerantrieb mehrere Stellantriebe aufweist, die jeweils beabstandet voneinander mit dem Koppelement antriebstechnisch gekoppelt sind. Vorzugsweise sind die Stellantriebe gleichmäßig voneinander beabstandet, sodass also im Falle von zwei Stellantrieben diese mit einem Abstand von 180° an dem Koppelement angreifen, im Falle von drei Stellantrieben mit einem Abstand von 120° und im Falle von vier Stellantrieben mit einem Abstand von 90° . Die Verwendung der mehreren Stellantriebe ermöglicht eine Verlagerung des Koppelements nicht lediglich in Umfangsrichtung bezüglich der Längsmittelachse, sondern zusätzlich in radialer Richtung, sodass das bereits beschriebene flexible Einstellen der Steuerelemente realisiert ist.

- 20 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Luftumlenkelement und/oder das Wirbelführungselement eine fluiddichte Auftriebskammer aufweist, die mit einem Gas gefüllt ist, das eine geringere Dichte aufweist als Luft. Das Wirbelführungselement und/oder das Luftumlenkelement ist folglich als Auftriebskörper ausgestaltet. Mithilfe des Gases wird ein Auftrieb erzeugt, welcher von dem eigentlichen Schub des Triebwerks entkoppelt ist oder zumindest entkoppelt sein kann. Beispielsweise ist das Triebwerk derart ausgestaltet, dass ein Großteil des zum Anheben des Flugkörpers benötigten Auftriebs bereits mithilfe des Gases erzeugt wird, welches in der Auftriebskammer vorliegt. Der restliche Auftrieb wird mithilfe des Schubs des Triebwerks bereitgestellt, wozu dessen Schubvektor entsprechend eingestellt wird. Als Gas wird beispielsweise Helium oder dergleichen verwendet. Das Gas ermöglicht einen besonders energieeffizienten Betrieb des Triebwerks beziehungsweise des Flugkörpers.

- 30 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in dem Luftumlenkelement und/oder dem Wirbelführungselement (jeweils) wenigstens ein Nutzraum des Flugkörpers, insbesondere ein

Passagierraum und/oder einen Frachtraum, angeordnet ist. Hierzu sind das Luftumlenkelement und/oder das Wirbelführungselement entsprechend dimensioniert, sodass das Triebwerk eine entsprechende Größe aufweist. In dem Passagierraum ist beispielsweise wenigstens ein Passagiersitz angeordnet, insbesondere mehrere Passagiersitze, welche beispielsweise in mehreren Reihen angeordnet sind. Der Frachtraum dient zur Aufnahme von Fracht, insbesondere von Gepäck und/oder Transportgut. Auch er weist hierzu eine entsprechende Größe auf. Zum Beladen und Entladen des Nutzraums weist das Luftumlenkelement wenigstens eine reversibel verschließbare Zugangsöffnung auf, beispielsweise in Form einer Tür, eines Tors, einer Luke oder dergleichen.

In dem Nutzraum können auch ein Kraftstofftank zur Aufnahme von Kraftstoff und/oder ein Energiespeicher zur Zwischenspeicherung von elektrischer Energie angeordnet sein. Der Kraftstoff und/oder die zwischengespeicherte elektrische Energie dienen vorzugsweise zum Betreiben der Antriebseinrichtung. Hierzu ist zum Beispiel der Kraftstofftank strömungstechnisch und/oder der Energiespeicher elektrisch an die Antriebseinrichtung angeschlossen. Es kann vorgesehen sein, sowohl in dem Wirbelführungselement als auch in dem Luftumlenkelement jeweils einen Nutzraum auszubilden. In dem Nutzraum des Luftumlenkelements sind beispielsweise der Frachtraum und/oder der Kraftstofftank und/oder der Energiespeicher angeordnet. Der Nutzraum des Wirbelführungselements dient hingegen als Passagierraum. Bevorzugt ist hierbei der Nutzraum des Luftumlenkelements gegenüber der Außenumgebung drucklos, wohingegen der Nutzraum des Wirbelführungselements gegenüber der Außenumgebung einen Überdruck aufweist.

Nachfolgend werden weitere bevorzugte Ausführungsformen des Triebwerks erläutert, deren Merkmale alternativ oder zusätzlich herangezogen werden können. Beispielsweise übergreift das Luftumlenkelement das Wirbelführungselement in radialer Richtung ausgehend von seiner Längsmittelachse um wenigstens 25 %, wenigstens 50 %, wenigstens 75 % oder wenigstens 100 %. Es kann also bereits hinreichend sein, dass ein Übergreifen um höchstens 50 % realisiert ist, zum Beispiel um mindestens 25 %, mindestens 30 %, mindestens 40 % oder mindestens 50 %. Bevorzugt ist jedoch das Umgreifen über mindestens 50 % oder mehr, insbesondere über mindestens 60 % oder mindestens 75 %. Das Übergreifen kann auch über mindestens 80 %, mindestens 90 % oder mindestens 100 % erfolgen. In letzterem Fall übergreift das Luftumlenkelement das Wirbelführungselement in radialer Richtung gesehen vollständig, insbesondere genau vollständig, ragt also nicht über das Wirbelführungselement hinaus, sodass es radial außenseitig bündig mit ihm abschließt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass sich das Luftumlenkelement in radialer Richtung über das Wirbelführungselement heraus erstreckt, also in radialer Richtung größer ist als

dieses. Beispielsweise weist das Luftumlenkelement in radialer Richtung Abmessungen auf, die größer sind als Abmessungen des Wirbelführungselements in derselben Richtung. Insbesondere betragen die Abmessungen des Luftumlenkelements in radialer Richtung mindestens 105 % oder mindestens 110 % der Abmessungen des Wirbelführungselements.

- 5 Besonders bevorzugt ist das Luftumlenkelement jedoch in radialer Richtung so klein wie möglich, um Strömungsverluste zu vermeiden. Das Ausmaß des Übergreifens ist dabei vorzugsweise derart gewählt, dass gerade die ablösungsfreie Umströmung des Wirbelführungselements durch die aus der Luftauslassöffnung austretende Luft erzielt wird und idealerweise nicht größer ist. Zumindest ein Teil der aus der Luftauslassöffnung und nachfolgend aus dem Luftaustrittsspalt austretenden
- 10 Luft soll hierbei derart an dem Wirbelführungselement anliegen, dass er erneut bis hin zu der Lufteinlassöffnung strömt und durch diese erneut in den Ansaugkanal gefördert wird. Beispielsweise reicht hierzu ein Übergreifen des Wirbelführungselements durch das Luftumlenkelement in radialer Richtung um höchstens 90 %, höchstens 80 % oder höchstens 70 % aus.

- Das Luftumlenkelement weist beispielsweise ein Volumen auf, welches einem Volumen des Wirbelführungselements zumindest entspricht. Bevorzugt ist das Volumen des Luftumlenkelements größer als das Volumen des Wirbelführungselements, insbesondere ist es um einen Faktor von mindestens 1,25, mindestens 1,5, mindestens 1,75 oder mindestens 2 größer. Somit steht das Luftumlenkelement bevorzugt zur Unterbringung eines Nutzraums des Flugkörpers zur Verfügung. Der Nutzraum kann zum Beispiel einen Passagierraum und/oder einen Frachtraum aufweisen oder als ein solcher vorliegen. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Volumen des Luftumlenkelements höchstens dem Volumen des Wirbelführungselements entspricht oder kleiner ist als dieses. Zum Beispiel beträgt das Volumen des Luftumlenkelements höchstens 75 %, beispielsweise höchstens 70 %, höchstens 60 % oder höchstens 50 %, des Volumens des Wirbelführungselements. Bei einer solchen Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass der Nutzraum in
- 20
- 25 dem Wirbelführungselement angeordnet ist.

- Es kann vorgesehen sein, dass das Luftumlenkelement eine Erstreckung in axialer Richtung aufweist, die zumindest einer Erstreckung des Wirbelführungselements in derselben Richtung entspricht. Vorzugsweise ist die Erstreckung des Luftumlenkelements in axialer Richtung größer als die des Wirbelführungselements, insbesondere um einen Faktor von mindestens 1,25, mindestens 1,5, mindestens 1,75 oder mindestens 2. Hierdurch kann das vorstehend bereits beschriebene große Volumen des Luftumlenkelements auf einfache Art und Weise realisiert werden, sodass zum Beispiel der Nutzraum geräumig gestaltet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum
- 30

Betreiben eines Triebwerks für einen Flugkörper, insbesondere eines Triebwerks gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung, wobei das Triebwerk über ein ringförmiges Wirbelführungselement verfügt, das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse des Triebwerks zentral angeordnete Lufteinlassöffnung und beabstandet von der Lufteinlassöffnung eine
5 bezüglich der Längsmittelachse zentral angeordnete Luftauslassöffnung aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement begrenzten und eine Luftfördereinrichtung aufnehmenden Ansaugkanal strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements angeordneten Luftumlenkelement übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luft-
10 auslassöffnung in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement einen mit der Luftauslassöffnung in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt begrenzt.

Dabei ist vorgesehen, dass das Wirbelführungselement als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden
15 geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung unmittelbar in eine Außenumgebung des Triebwerks einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks Luft von der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Triebwerks durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert wird.

Auf die Vorteile einer derartigen Ausgestaltung des Triebwerks beziehungsweise einer derartigen
20 Vorgehensweise wurde bereits hingewiesen. Sowohl das Triebwerk als auch das Verfahren zu seinem Betreiben können gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung weitergebildet sein, sodass insoweit auf diese verwiesen wird.

Wie bereits erläutert, erfolgt das Betreiben des Triebwerks derart, dass sich um das Wirbelführungselement herum der Tragwirbel ausbildet. Dieser zieht zusätzlich Luft aus der Außenumgebung an und transportiert sie unter das Triebwerk, wo sie zur Bereitstellung des Schubs dient. Der
25 Tragwirbel dient somit schlussendlich als Fördermittel für Luft aus der Außenumgebung, welche von der dem Wirbelführungselement abgewandten Seite des Luftumlenkelements und/oder aus der Umgebung des Wirbelführungselements angesaugt und dem Tragwirbel zumindest vorübergehend zugeschlagen wird.

Die aus dem Luftaustrittsspalt austretende Luft sowie die in den Tragwirbel eingetragene Luft aus
30 der Außenumgebung werden von dem Tragwirbel auf die dem Luftumlenkelement abgewandte

Seite des Wirbelführungselements gefördert, nämlich teilweise bis hin zur Längsmittelachse. Von dort wird ein Teil der Luft durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert, wohingegen ein anderer Teil der Luft in die von dem Luftführungselement abgewandte Richtung des Wirbelführungselements umgelenkt wird, um einen Schubstrahl des Triebwerks und damit den Schub des Triebwerks zu erzeugen. Ein Teil der von dem Tragwirbel in Richtung der Längsmittelachse geförderten Luft wird also in Richtung des Wirbelführungselements und ein anderer Teil in die von dem Wirbelführungselement abgewandte Richtung umgelenkt.

Die Erfindung betrifft zudem einen Flugkörper mit wenigstens einem Triebwerk, insbesondere einem Triebwerk gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung, wobei das Triebwerk über ein ringförmiges Wirbelführungselement verfügt, das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse des Triebwerks zentral angeordnete Lufteinlassöffnung und beabstandet von der Lufteinlassöffnung eine bezüglich der Längsmittelachse zentral angeordnete Luftauslassöffnung aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement begrenzten und eine Luftfördereinrichtung aufnehmenden Ansaugkanal strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements angeordneten Luftumlenkelement übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement einen mit der Luftauslassöffnung in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt begrenzt.

Dabei ist vorgesehen, dass das Wirbelführungselement als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung unmittelbar in eine Außenumgebung des Flugkörpers einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks Luft von der dem Luftumlenkelement abgewandten Seite des Triebwerks durch die Lufteinlassöffnung in den Ansaugkanal gefördert wird.

Erneut wird hinsichtlich der Vorteile und möglicher vorteilhafter Weiterbildungen auf die weiteren Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung verwiesen.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Flugkörper als Luftfahrzeug oder als flugfähiges Kraftfahrzeug ausgestaltet ist. Im Falle der Ausgestaltung als Luftfahrzeug befindet sich vorzugsweise in dem Luftumlenkelement ein Nutzraum des Flugzeugs, beispielsweise ein Passagierraum beziehungsweise Frachtraum. Das Triebwerk bildet hierbei den Flugkörper aus oder

anders ausgedrückt besteht der Flugkörper vollständig oder zumindest im Wesentlichen vollständig aus dem Triebwerk. Selbstverständlich kann der Flugkörper jedoch auch mehrere Triebwerke aufweisen, die beabstandet voneinander angeordnet sind. Ist der Flugkörper hingegen als flugfähiges Kraftfahrzeug ausgebildet, so umfasst er vorzugsweise mehrere Triebwerke. Diese sind be-

5 abstandet voneinander an dem Kraftfahrzeug angeordnet, um es zeitweise von dem Boden abzuheben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt die einzige

Figur eine schematische Darstellung eines Flugkörpers mit einem Triebwerk.

- 10 Die Figur zeigt eine schematische Längsschnittdarstellung eines Flugkörpers 1 mit einem Triebwerk 2 zum Bereitstellen eines Antriebs für den Flugkörper 1. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Flugkörper 1 im Wesentlichen aus dem Triebwerk 2. Selbstverständlich kann der Flugkörper auch über mehrere Triebwerke 2 verfügen, welche in diesem Fall über eine gemeinsame Struktur miteinander verbunden sind.
- 15 Das Triebwerk 2 weist ein ringförmiges Wirbelführungselement 3 auf. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Wirbelführungselement 3 als Rotationskörpers, insbesondere als Rotationstorus, bezüglich einer Längsmittelachse 4 des Wirbelführungselements 3 ausgebildet. Die Längsmittelachse 4 ist auch zugleich die Längsmittelachse des Flugkörpers 1. Das Wirbelführungselement 3 umgreift in Umfangsrichtung durchgehend und vollständig einen Ansaugkanal 5
- 20 mit einer Lufteinlassöffnung 6 und einer Luftauslassöffnung 7. In dem Ansaugkanal 5 ist eine Luftfördereinrichtung 8 angeordnet, welche beispielsweise als Propeller ausgestaltet ist und mittels einer hier nicht gezeigten Antriebseinrichtung antreibbar ist. Sowohl die Lufteinlassöffnung 6 als auch die Luftauslassöffnung 7 sind zentral bezüglich der Längsmittelachse 4 angeordnet. Inso-
- 25 Das Wirbelführungselement 3 ist wenigstens bereichsweise von einem Luftumlenkelement 9 übergriffen. Das Luftumlenkelement 9 weist ebenfalls eine Längsmittelachse auf, welche in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Längsmittelachse 4 zusammenfällt. Das Luftumlenkelement 9 ist bezüglich des Wirbelführungselements 3 mittig angeordnet und übergreift insoweit zumindest die Luftauslassöffnung 7, nämlich in radialer Richtung vollständig. Gezeigt ist ein Aus-
- 30 führungsbeispiel des Flugkörpers 1 beziehungsweise des Triebwerks 2, bei welchem sich das

Luftumlenkelement 9 in radialer Richtung bis über das Wirbelführungselement 3 hinaus erstreckt. In anderen Worten übergreift das Luftumlenkelement 9 das Wirbelführungselement 3 im Schnitt gesehen vollständig und ragt in radialer Richtung nach außen über dieses hinaus.

Das Wirbelführungselement 3 und das Luftumlenkelement 9 begrenzen gemeinsam einen Radialkanal 10, welcher einerseits von der Luftauslassöffnung 7 ausgeht und sich andererseits bis hin zu einem Luftaustrittsspalt 11 erstreckt. Es ist erkennbar, dass sich der Radialkanal 10 in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ausgehend von der Luftauslassöffnung 7 bis hin zu dem Luftaustrittsspalt 11 kontinuierlich verkleinert, also einen kleiner werdenden Durchströmungsquerschnitt aufweist. Hierzu nähert sich in radialer Richtung nach außen eine Luftumlenkfläche 12 des Luftumlenkelements 9 einer Luftführungsfläche 13 des Wirbelführungselements 3 kontinuierlich an.

Das Wirbelführungselement 3 wird in axialer Richtung bezüglich der Längsmittelachse 4 mittig von einer gedachten Ebene 14 geschnitten, welche das Wirbelführungselement 3 im Schnitt gesehen in eine erste Profilfläche 15 und in eine zweite Profilfläche 16 aufteilt. Die erste Profilfläche 15 liegt hierbei auf einer dem Luftumlenkelement 9 abgewandte Seite des Luftführungselements 3 vor, wohingegen die zweite Profilfläche 16 auf einer dem Luftumlenkelement 9 zugewandten Seite des Wirbelführungselements 3 angeordnet ist. Es ist erkennbar, dass auch die Luftfördereinrichtung 8 in axialer Richtung in etwa mittig in dem Ansaugkanal 5 angeordnet ist, sodass die gedachte Ebene 14 die Luftfördereinrichtung 8 schneidet. Die Luftfördereinrichtung 8 ist an einem Vorsprung 17 gelagert, der von einem Grundkörper 18 des Luftumlenkelements 9 ausgeht. Der Vorsprung 17 erstreckt sich durch die Luftauslassöffnung 7 in den Ansaugkanal 5 hinein.

Es ist vorgesehen, das Triebwerk 2 derart zu betreiben, dass Luft aus einer Außenumgebung 19 durch die Lufteinlassöffnung 6 in den Ansaugkanal 5 gefördert wird. Nachfolgend wird die Luft aus dem Ansaugkanal 5 über die Luftauslassöffnung 7 in den Radialkanal 10 gefördert, aus welchem sie schlussendlich durch den Luftaustrittsspalt 11 erneut in die Außenumgebung 19 austritt. Hierbei erfolgt eine Umlenkung der Luft um wenigstens 90° , wenigstens 135° , wenigstens 150° , wenigstens 165° oder wenigstens 180° . In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Luft nach ihrem Eintreten in den Ansaugkanal 5 durch die Lufteinlassöffnung 6 bis zu ihrem Aus treten aus dem Radialkanal 10 durch den Luftaustrittsspalt 11 um nahezu 180° umgelenkt. Die Luft wird also aus dem Triebwerk 2 in die entgegengesetzte Richtung ausgestoßen, in welche es in sie hineingefördert wurde.

Dies gilt im Übrigen für den gesamten Flugkörper 1, dessen untersten Teil das Triebwerk 2 bildet. Das bedeutet, dass auf der dem Luftumlenkelement 9 abgewandten Seite des Wirbelführungselements 3 kein weiteres Element des Flugkörpers 1 und/oder des Triebwerks 2 angeordnet ist. Die Lufteinlassöffnung 6 ist insoweit überdeckungsfrei ausgestaltet, sodass ein unterhalb der Lufteinlassöffnung 6 angeordneter freier Luftraum in der Außenumgebung 19 vorliegt beziehungsweise einen Teil der Außenumgebung 19 bildet. Der freie Luftraum unterhalb der Lufteinlassöffnung 6 ist vollständig mit Luft gefüllt. In anderen Worten befindet sich zwischen dem Wirbelführungselement 3 und einem Boden 20, über welchem sich der Flugkörper 1 befindet, kein weiteres Element des Flugkörpers 1 und/oder des Triebwerks 2, sodass dieser versperrungsfrei beziehungsweise verblockungsfrei ausgebildet ist.

Durch das Fördern der Luft in den Ansaugkanal 5 durch die Lufteinlassöffnung 6 und das Ausbringen der Luft durch den Luftaustrittsspalt 11 wird ein Tragwirbel 21 erzeugt, der im Schnitt gesehen das Wirbelführungselement 3 umgreift. Der Tragwirbel 21 ist ebenso wie das Wirbelführungselement 3 torusförmig, insbesondere rotationstorusförmig. Der Schub des Triebwerks 2 wird nun zum einen durch eine höhere Strömungsgeschwindigkeit der Luft in dem Radialkanal 10 im Vergleich mit einer Strömungsgeschwindigkeit der Luft außerhalb des Radialkanals 10 beziehungsweise auf der dem Radialkanal 10 gegenüberliegenden Seite des Wirbelführungselements 3 erzielt.

Ein weiterer Teil des Schubs wird zumindest zeitweise mithilfe des Tragwirbels 21 bereitgestellt. Der Tragwirbel fördert Luft aus der Außenumgebung 19 entlang der hier rein beispielhaft dargestellten Stromlinien 22 auf die dem Luftumlenkelement 9 abgewandte Seite des Wirbelführungselements 3. Insbesondere wird hierbei auch Luft von der dem Wirbelführungselement 3 abgewandten Seite des Luftumlenkelements 9 angesaugt und gemäß den Stromlinien 22 auf die gegenüberliegende Seite des Triebwerks 2 gefördert. Hierdurch bildet sich auf der dem Luftumlenkelement 9 abgewandten Seite des Wirbelführungselements 3 ein Schubstrahl 23 aus, welcher den vorstehend erwähnten Teil des Schubs bewirkt. Der Tragwirbel 21 arbeitet insoweit als Luftfördermittel, welcher die Effizienz der Luftfördereinrichtung 8 deutlich erhöht.

Bei der hier dargestellten Anordnung von Wirbelführungselement 3 und Luftumlenkelement 9 zueinander ist ein Schubvektor des Triebwerks 2 parallel zu der Längsmittelachse 4 ausgerichtet. Um den Schubvektor zu verkippen und insoweit eine Steuerung des Flugkörpers 1 zu ermöglichen, sind das Wirbelführungselement 3 und das Luftumlenkelement 9 gegeneinander verlagerbar, nämlich derart, dass der Luftaustrittsspalt 11 in seiner Größe veränderbar ist, insbesondere lokal

veränderbar ist. Das bedeutet, dass entweder die Größe des Luftaustrittsspalts 11 über den Umfang des Triebwerks 2 hinweg gleichmäßig verändert wird, oder aber ungleichmäßig. Beispielsweise wird auf einer Seite des Triebwerks 2 der Luftaustrittsspalt 11 vergrößert und auf der gegenüberliegenden Seite verkleinert, sodass sich unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten der aus dem Luftaustrittsspalt 11 ausströmenden Luft ergeben.

Der beschriebene Flugkörper 1 hat den Vorteil, dass er aufgrund der Nutzung des Tragwirbels 21 zur Bereitstellung zumindest eines Teils des Schubs äußerst energieeffizient arbeitet. Zudem ist eine Steuerung des Flugkörpers 1 mittels des Verlagerns von Wirbelführungselement 3 und Luftumlenkelement 9 gegeneinander äußerst präzise möglich. Insbesondere kann der Flugkörper 1 analog zu einem Hubschrauber in der Luft schweben. Dennoch kann er recht hohe Geschwindigkeiten erzielen, weil er im Unterschied zu dem Hubschrauber nicht durch eine maximale Strömungsgeschwindigkeit an den Blattspitzen eines Rotors begrenzt ist.

ANSPRÜCHE

1. Triebwerk (2) für einen Flugkörper (1), mit einem ringförmigen Wirbelführungselement (3), das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse (4) des Triebwerks (2) zentral angeordnete Lufteinlassöffnung (6) und beabstandet von der Lufteinlassöffnung (6) eine bezüglich der Längsmittelachse (4) zentral angeordnete Luftauslassöffnung (7) aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement (3) begrenzten und eine Luftfördereinrichtung (8) aufnehmenden Ansaugkanal (5) strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung (7) von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements (3) angeordneten Luftumlenkelement (9) übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung (7) in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement (3) einen mit der Luftauslassöffnung (7) in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt (11) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung (6) unmittelbar in eine Außenumgebung (19) des Triebwerks (2) einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) Luft von der dem Luftumlenkelement (9) abgewandten Seite des Triebwerks (2) durch die Lufteinlassöffnung (6) in den Ansaugkanal (5) gefördert wird.
2. Triebwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) im Schnitt gesehen einerseits von einer ersten Profilfläche (15) und andererseits von einer zweiten Profilfläche (16) begrenzt ist, wobei die beiden Profilflächen (15, 16) beidseitig unmittelbar und stetig ineinander übergehen.
3. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) als Rotationskörper ausgebildet ist.
4. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Luftaustrittsspalt (11) mit der Luftauslassöffnung (7) über einen Radialkanal (10) in

Strömungsverbindung steht, der einen sich in Richtung des Luftaustrittsspalts (11) verkleinernden Durchströmungsquerschnitt aufweist, sodass er nach Art einer Düse ausgestaltet ist.

5. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luftumlenkelement (9) das Wirbelführungselement (3) in radialer Richtung vollständig übergreift.

5 6. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luftumlenkelement (9) einen in den Ansaugkanal (5) eingreifenden Vorsprung (17) aufweist, an welchem eine Antriebseinrichtung zum Antreiben der Luftfördereinrichtung (8) befestigt ist.

7. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine den Radialkanal (10) begrenzende, dem Wirbelführungselement (3) zugewandte Luftumlenk-
10 fläche (12) des Luftumlenkelements (9) im Schnitt gesehen durchgehend gekrümmt ist.

8. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schnitt gesehen der Krümmungsradius der Luftumlenkfläche (12) größer ist als ein Krümmungsradius einer den Radialkanal (10) begrenzenden Luftführungsfläche (13) des Wirbelführungselements (3).

15 9. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Krümmungsradius der Luftumlenkfläche (12) und der Krümmungsradius der Luftführungsfläche (13) derart gewählt sind, dass sich der Durchströmungsquerschnitt des Radialkanals (10) ausgehend von der Luftauslassöffnung (7) bis hin zu dem Luftaustrittsspalt (11) durchgehend verkleinert.

20 10. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) bezüglich des Luftumlenkelements (9) zur globalen und/oder lokalen Veränderung eines Durchströmungsquerschnitts des Luftaustrittsspalts (11) verlagerbar ist.

11. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luftumlenkelement (9) und/oder das Wirbelführungselement (3) eine fluiddichte Auftriebskammer aufweist, die mit einem Gas gefüllt ist, das eine geringere Dichte aufweist als Luft.
25

12. Triebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Luftumlenkelement (9) und/oder dem Wirbelführungselement (3) wenigstens ein Nutzraum des Flugkörpers (1) angeordnet ist.

13. Verfahren zum Betreiben eines Triebwerks (2) für einen Flugkörper (1), insbesondere eines Triebwerks (2) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Triebwerk (2) über ein ringförmiges Wirbelführungselement (3) verfügt, das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse (4) des Triebwerks (2) zentral angeordnete Lufteinlassöffnung (6) und
5 beabstandet von der Lufteinlassöffnung (6) eine bezüglich der Längsmittelachse (4) zentral angeordnete Luftauslassöffnung (7) aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement (3) begrenzten und eine Luftfördereinrichtung (8) aufnehmenden Ansaugkanal (5) strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung (7) von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements (3) angeordneten Luftumlenkelement (9) übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung (7)
10 in radialer Richtung nach außen erstreckt, sodass mit dem Wirbelführungselement (3) einen mit der Luftauslassöffnung (7) in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt (11) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung (6) unmittelbar in eine Außenumgebung (19) des Triebwerks (2) einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) Luft von der dem Luftumlenkelement (9) abgewandten Seite des Triebwerks (2) durch die Lufteinlassöffnung (6) in den Ansaugkanal (5) gefördert wird.
- 20 14. Flugkörper (1) mit wenigstens einem Triebwerk (2), insbesondere einem Triebwerk (2) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Triebwerk (2) über ein ringförmiges Wirbelführungselement (3) verfügt, das im Schnitt gesehen eine bezüglich einer Längsmittelachse (4) des Triebwerks (2) zentral angeordnete Lufteinlassöffnung (6) und beabstandet von der Lufteinlassöffnung (6) eine bezüglich der Längsmittelachse (4) zentral angeordnete Luftauslassöffnung (7) aufweist, die über einen von dem Wirbelführungselement (3) begrenzten und
25 eine Luftfördereinrichtung (8) aufnehmenden Ansaugkanal (5) strömungstechnisch aneinander angeschlossen sind, wobei die Luftauslassöffnung (7) von einem bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Flugkörpers (1) geodätisch oberhalb des Wirbelführungselements (3) angeordneten Luftumlenkelement (9) übergriffen ist, das sich ausgehend von der Luftauslassöffnung (7) in radialer
30 Richtung nach außen erstreckt, sodass es mit dem Wirbelführungselement (3) einen mit der Luftauslassöffnung (7) in Strömungsverbindung stehenden Luftaustrittsspalt (11) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wirbelführungselement (3) als Rotationskörper vorliegt, der durch Rotation einer zumindest auf ihrer radial außen liegenden Seite einen stetigen Verlauf aufweisenden

geschlossenen Kurve um eine Rotationsachse gebildet ist, und dass die Lufteinlassöffnung (6) unmittelbar in eine Außenumgebung (19) des Flugkörpers (1) einmündet, sodass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Triebwerks (2) Luft von der dem Luftumlenkelement (9) abgewandten Seite des Triebwerks (2) durch die Lufteinlassöffnung (6) in den Ansaugkanal (5) gefördert wird.

- 5 15. Flugkörper nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** eine Ausgestaltung als Luftfahrzeug oder als flugfähiges Kraftfahrzeug.

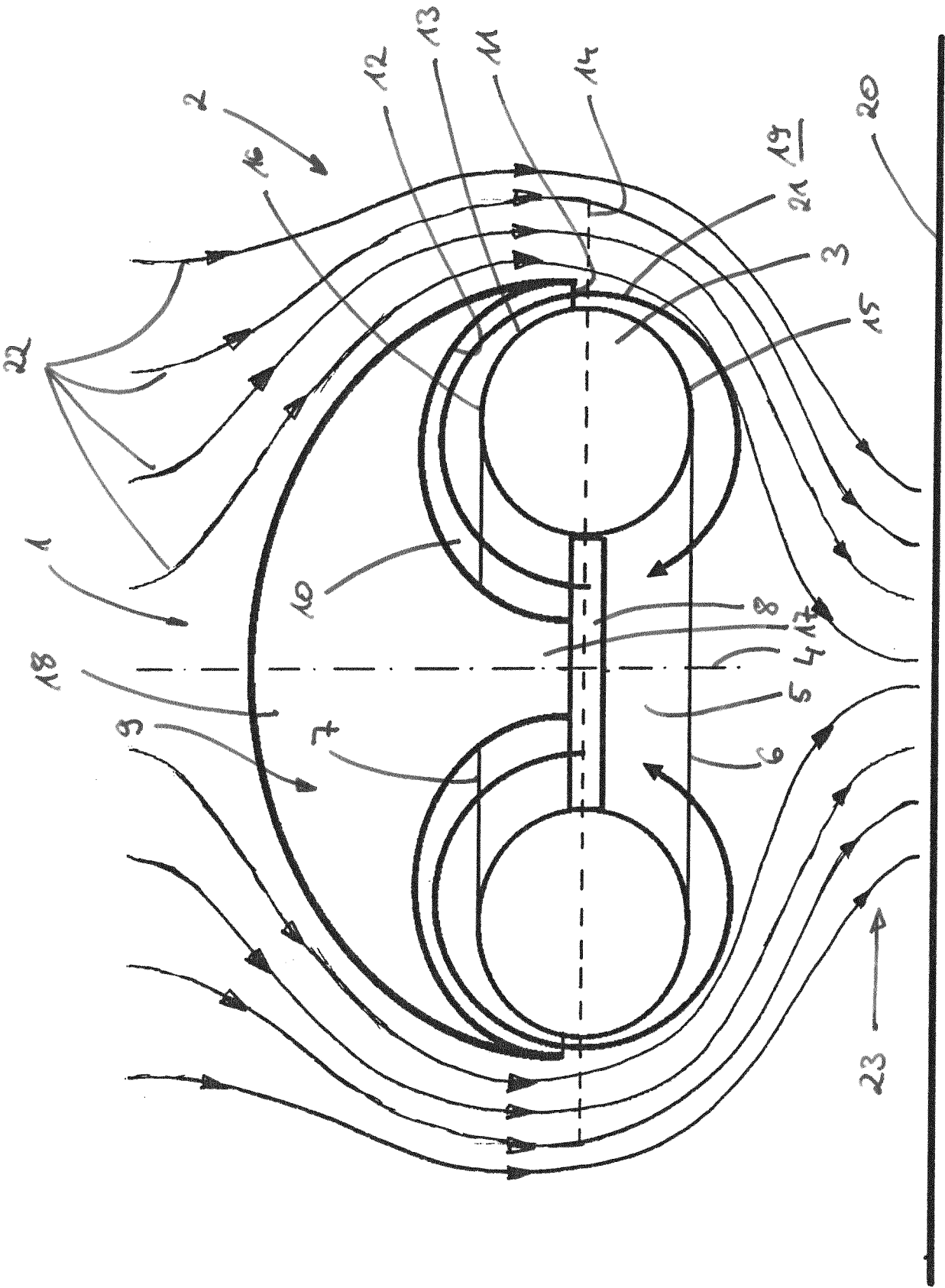


Fig.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/071020**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60V 1/02**(2006.01)i; **B60V 1/10**(2006.01)i; **B64C 39/06**(2006.01)i; **B64C 39/02**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60V; B64C; B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3215218 A (ERIC HURST) 02 November 1965 (1965-11-02) cited in the application figures 1,6,7	1-15
X	US 3203498 A (SYDNEY COCKERELL CHRISTOPHER) 31 August 1965 (1965-08-31) figures 9,10	1-15
X	US 2005205715 A1 (HANSEN BRAD C [US]) 22 September 2005 (2005-09-22) figures 1-3	1-15
X	US 3397853 A (RICHARDSON SR WILLIAM B) 20 August 1968 (1968-08-20) figures 1,3 column 1, lines 54-55	1-15
X	US 5203521 A (DAY TERENCE R [AU]) 20 April 1993 (1993-04-20) cited in the application figure 3 column 2, lines 21-24	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 March 2021

Date of mailing of the international search report

29 March 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Cetiner-Fresneda, B

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/071020

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	3215218	A	02 November 1965	DE	1208640	B	05 January 1966
				GB	945938	A	08 January 1964
				US	3215218	A	02 November 1965
US	3203498	A	31 August 1965	BE	596030	A	01 February 1961
				CH	389415	A	15 March 1965
				DK	104495	C	23 May 1966
				GB	966135	A	06 August 1964
				US	3203498	A	31 August 1965
US	2005205715	A1	22 September 2005	US	2005205715	A1	22 September 2005
				US	2010270420	A1	28 October 2010
US	3397853	A	20 August 1968	NONE			
US	5203521	A	20 April 1993	AU	627031	B2	13 August 1992
				CA	2055469	A1	13 November 1990
				EP	0471691	A1	26 February 1992
				KR	920700996	A	10 August 1992
				US	5203521	A	20 April 1993
				WO	9013478	A1	15 November 1990

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60V1/02 B60V1/10 B64C39/06 B64C39/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60V B64C B62D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 215 218 A (ERIC HURST) 2. November 1965 (1965-11-02) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,6,7 -----	1-15
X	US 3 203 498 A (SYDNEY COCKERELL CHRISTOPHER) 31. August 1965 (1965-08-31) Abbildungen 9,10 -----	1-15
X	US 2005/205715 A1 (HANSEN BRAD C [US]) 22. September 2005 (2005-09-22) Abbildungen 1-3 -----	1-15
X	US 3 397 853 A (RICHARDSON SR WILLIAM B) 20. August 1968 (1968-08-20) Abbildungen 1,3 Spalte 1, Zeilen 54-55 ----- -/-	1-15
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. März 2021		29/03/2021
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Cetiner-Fresneda, B

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 203 521 A (DAY TERENCE R [AU]) 20. April 1993 (1993-04-20) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 Spalte 2, Zeilen 21-24 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/071020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3215218	A	02-11-1965	DE	1208640 B	05-01-1966
			GB	945938 A	08-01-1964
			US	3215218 A	02-11-1965

US 3203498	A	31-08-1965	BE	596030 A	01-02-1961
			CH	389415 A	15-03-1965
			DK	104495 C	23-05-1966
			GB	966135 A	06-08-1964
			US	3203498 A	31-08-1965

US 2005205715	A1	22-09-2005	US	2005205715 A1	22-09-2005
			US	2010270420 A1	28-10-2010

US 3397853	A	20-08-1968	KEINE		

US 5203521	A	20-04-1993	AU	627031 B2	13-08-1992
			CA	2055469 A1	13-11-1990
			EP	0471691 A1	26-02-1992
			KR	920700996 A	10-08-1992
			US	5203521 A	20-04-1993
			WO	9013478 A1	15-11-1990
