(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 287 071 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.04.2014 Patentblatt 2014/17

(51) Int Cl.:
B63H 25/38 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10172836.8**

(22) Anmeldetag: **13.08.2010**

(54) **Tragflügel für Wasserfahrzeuge**

Wing for water vehicles

Aile de support pour bateaux

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.08.2009 DE 202009010904 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.02.2011 Patentblatt 2011/08

(73) Patentinhaber: **becker marine systems GmbH & Co. KG**
21079 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
- **Kuhlmann, Henning**
  22559 Hamburg (DE)
- **Falz, Thomas**
  21493 Schwarzenbek (DE)

(74) Vertreter: **Richter Werdermann Gerbaulet Hofmann**
Patentanwälte
Neuer Wall 10
20354 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 1 019 061
US-A- 5 265 830
US-A- 5 449 136

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 287 071 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Tragflügel, insbesondere ein Ruder, für Wasserfahrzeuge, insbesondere Schiffe, mit einer Endleiste.

[0002] Tragflügel sind im vorliegenden Zusammenhang bei Wasserfahrzeugen eingesetzte bzw. eingebaute Körper, die in strömungsmechanischer Sicht Auftrieb erzeugen. Beispiele für Tragflügel sind Ruder, Kiele, Tragflügelkufen bei Tragflügelbooten, Stabilisatorflossen oder sonstige flossenartige Körper von Wasserfahrzeugen. Der erfindungsgemäße Tragflügel ist insbesondere zum Einsatz als Ruder geeignet, wobei auch der Einsatz als eines der vorgenannten Körper bzw. eines sonstigen tragflügelartigen Körpers ohne Weiteres möglich ist.

[0003] Bekannte Tragflügel weisen normalerweise eine einer Strömungsrichtung zugeordneten bzw. in Wasserfahrzeugfahrtrichtung ausgerichtete Nasenleiste und eine dieser gegenüberliegende Endleiste auf. Zwischen Nasenleiste und Endleiste sind Seitenflächen bzw. Seitenwandungen des Tragflügels angeordnet. Der obere Endbereich des Tragflügels ist normalerweise fest, bzw. im Falle eines Ruders drehbar, mit dem Wasserfahrzeugkörper verbunden, wohingegen das gegenüberliegende untere Ende normalerweise als freies Ende ausgebildet ist. Bei Rudern ist jedoch auch bekannt, dass diese am unteren Ende ebenfalls gelagert sein können (beispielsweise bei in der Stevensohle gelagerten Rudern).

[0004] Der Tragflügelkörper wird im Einsatz bei einem Wasserfahrzeug vom Wasser in Richtung von der Nasenleiste zur Endleiste hin umströmt. In Abhängigkeit der Reynoldszahl, der Strömung bzw. der Strömungsgeschwindigkeit und der geometrischen Form des Tragflügels bzw. der Endleiste des Tragflügels kann es in Strömungsrichtung hinter dem Tragflügel bzw. an dessen Endleiste zu Wirbelablösungen kommen, deren Frequenz durch die Strouhal-Zahl charakterisiert ist. Die Wirbel entstehen häufig jeweils zu beiden Seiten des umströmten Körpers, wobei ihre Drehsinne entgegengesetzt zueinander verlaufen. Die Strömung zwischen ihnen verläuft in Richtung zum umströmten Körper gegenläufig zur äußeren Strömung. Dieses schleppenartige Wirbelsystem aus jeweils gegenläufigen Wirbeln, das sich am umströmten Körper bildet und von der Strömung fortgetrieben und schließlich dissipiert wird, ist auch als sogenannte Kármánsche-Wirbelstraße bekannt. Dieses Phänomen tritt insbesondere bei Rudern auf, da diese der relativ schnellen Propellerströmung eines Schiffspropellers ausgesetzt sind. Des Weiteren neigen insbesondere solche Ruder zur Bildung von Kármánschen-Wirbelstraßen, die eine relativ breite Endleiste aufweisen. Dies sind insbesondere Ruder mit einem Fishtail- oder auch Schilling®-Profil, bei denen sich der Endbereich des Ruderblattes in Strömungsrichtung betrachtet zur Endleiste hin, insbesondere schwalbenschwanzartig, verbreitert. Bei derartigen Geometrien ist die Strouhal-Zahl und damit die Ablösefrequenz der einzelnen Wirbel besonders hoch, wodurch Kármánsche-Wirbelstraßen entstehen können bzw. besonders ausgeprägt vorhanden sind.

[0005] Fig. 4 zeigt die Ausbildung einer Kármánschen-Wirbelstraße bei einem aus dem Stand der Technik bekannten Tragflügel 200. Der Tragflügel 200 aus der Fig. 4 ist ein Fishtail-Ruder, bei dem sich das Querschnittsprofil zur Endleiste 201 hin wieder verbreitert. Der Übersichtlichkeit halber ist nur der Endbereich des Tragflügels 200 dargestellt. Die Endleiste 201 verläuft konkav zwischen den beiden Endbereichen 2021 a, 2021 b der Seitenflächen 202a, 202b. Der Verlauf der (Propeller-)Strömung ist durch eine Vielzahl von Pfeilen dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Strömung im Wesentlichen laminar an den Seitenflächen 202a, 202b entlangläuft. Passiert die Strömung die Endbereiche 2021a, 2021b der Seitenflächen 202a, 202b, lösen sich sowohl im oberen Bereich der Endleiste 201 als auch in deren unterem Bereich Wirbel 210 von der Strömung ab. Im oberen Bereich der Endleiste 201 bzw. direkt hinter dem Seitenflächenendpunkt 2021a hat sich ein gegen den Uhrzeigersinn drehender Wirbel 210 ausgebildet. In Strömungsrichtung schräg darunter ist ein weiterer, gegenläufig, nämlich mit dem Uhrzeigersinn drehender Wirbel 210b vorhanden, der sich an der unteren Seitenfläche 202b bzw. direkt dahinter gebildet hat. Stromabwärts ist ein weiterer gegen den Uhrzeigersinn drehender, sich langsam dissipierender Wirbel 210c vorhanden, der ebenfalls von der oberen Seitenfläche 202a stammt. Die Wirbel 210a, 210b, 210c bilden zusammen das Wirbelsystem der sogenannten Kármánschen-Wirbelstraße. Im Bereich der Wirbel bzw. zwischen den Wirbeln sinkt der Druck gegenüber der die Kármánsche-Wirbelstraße umgebenden Strömung deutlich ab.

[0006] Durch die Ausbildung der Kármánschen-Wirbelstraßen wird zum einen der Wirkungsgrad eines Tragflügels reduziert bzw. im Fall von Rudern die Ruderkraft verringert. Auch erhöht sich der Tragflügel- bzw. Ruderwiderstand. Zum anderen wird die Seitenkraft eines Ruders verringert und es kann zu Vibrationen am Tragflügel kommen. Letzteres ist insbesondere der Fall, wenn die Ablösefrequenz der Wirbel im Wesentlichen der Eigenfrequenz des Tragflügelkörpers entspricht.

[0007] Aus der US 5,265,830 A ist eine Ausführung eines Tragflügels mit einer einzelnen, von der Endleiste hervorspringenden Lippe bekannt, die unter einem Winkel von weniger als 90°, dass heißt schräg von der Endleistenfläche, an dieser angeordnet ist. Der gezeigte Tragflügel ist aus dem Flugzeugbau bekannt, und der einzelne als Lippe ausgeführte Vorsprungskörper wird zur aerodynamischen Beeinflussung der Umströmung der Tragfläche genutzt.

[0008] In der GB 1,019,061 A sind beispielhaft verschiedene Strömungskörper gezeigt, die jeweils eine Endseite aufweisen, an der Elemente angeordnet sind, um das

[0009] Verhalten einer den Körper umströmenden Luft zu beeinflussen. Beispielhaft ist der Körper als Tragflä-

che gezeigt, wie diese im Flugzeugbau Verwendung findet. Die Elemente an der Endseite des Körpers sind mit einem Loch- oder Schlitzprofil ausgeführt, und die Löcher sollen durchströmt werden, um die dargestellten aerodynamischen Effekte zu erzielen. Die gezeigten Elemente dienen dabei als Diffusorkörper.

[0010] Die US 5,449,136 A beschreibt einen Strömungskörper mit Ausformungen beziehungsweise Vertiefungen in der Endleiste, um in diesen Verwirbelungen aufzunehmen. Folglich ist lediglich das geometrische Profil der Endleiste modifiziert.

[0011] Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Tragflügel anzugeben, bei dem die negativen Effekte der Wirbelbildung in Strömungsrichtung hinter dem Tragflügel bzw. der Kármánschen-Wirbelstraßen reduziert werden.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einem Tragflügel mit den Merkmalen des Anspruches 1.

[0013] Kernidee der Erfindung ist es, einen Vorsprungskörper an der Endleiste vorzusehen, durch den die Wirbelbildung reduziert wird. Ein Vorsprungskörper ist im vorliegenden Zusammenhang ein grundsätzlich beliebig gestalteter Körper, der von der Endleiste des Tragflügels vorsteht bzw. vorspringt. Da die Endleiste normalerweise in einer Querschnittsbetrachtung im Wesentlichen quer zur Tragflügellängsrichtung verläuft, stehen die Vorsprungskörper im Allgemeinen, zumindest grob, in stromabwärtiger Richtung vor. Das heißt, die mindestens zwei Vorsprungskörper stehen von der hinteren Endleiste im Wesentlichen in Längsrichtung des Tragflügels und/oder in Schiffslängsrichtung vor.

[0014] Die Endleiste ist normalerweise eine den Tragflügel abschließende Fläche, die geradlinig, konkav, konvex oder sonstwie verlaufend ausgebildet sein kann. Somit ist der Endleistenbereich bei erfindungsgemäßen Tragflügeln normalerweise abgeflacht und läuft nicht etwa spitz zu o. dgl. Ferner ist die Endleiste normalerweise durchgängig von unten nach oben bzw. von Seite zu Seite ausgebildet und bildet daher eine einzige, durchgehende Fläche. Die Vorsprungskörper stehen nun von dieser Fläche vor, was dazu führt, dass die Wahrscheinlichkeit der Ablösung eines Wirbels verringert wird. Hierdurch kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Kármánschen-Wirbelstraße reduziert werden. Die Wirksamkeit der mindestens zwei Vorsprungskörper hängt von verschiedenen Faktoren, beispielsweise von einer noch höheren Anzahl der Vorsprungskörper, der geometrischen Ausgestaltung, sowie der genauen Anordnung ab.

[0015] Bei den mindestens zwei Vorsprungskörpern handelt es sich also um Körper, die an sich nicht zur Endleistenfläche gehören, jedoch an dieser angeordnet sind und von dieser vorstehen. Ein Vorsprungskörper ist in diesem Sinne also keine leichte Ausbuchtung aus der Endleistenfläche heraus z. B. konvex verlaufende Endleiste o. dgl., sondern ein im Wesentlichen eigenständiger Körper, der jedoch zweckmäßigerweise fest mit der Endleiste bzw. der Endleistenfläche zu verbinden ist. Die mindestens zwei Vorsprungskörper sind daher nicht aus dem Tragflügel herausgeformt, oder auch nicht als Vertiefung oder Ausnehmung aus dem Tragflügel ausgebildet. Entsprechend können die Vorsprungskörper beispielsweise aus Metall, insbesondere aus Stahl, hergestellt sein und mittels Verschweißung oder sonstiger geeigneter Befestigungsmethoden bzw. -mittel mit der Endleiste verbunden sein. Durch das Vorstehen der Körper aus der Endleistenfläche heraus wird insbesondere vermieden, dass sich zu beiden Seiten des Tragflügels gegenläufige Wirbelpaare bilden, die die Voraussetzung für die Ausbildung einer Kármánschen-Wirbelstraße sind. Ferner ist es bevorzugt, dass die mindestens zwei Vorsprungskörper als starre, nicht-flexible bzw. nicht-elastische Körper ausgebildet sind, da hierdurch sichergestellt ist, dass das Strömungsverhalten des Tragflügels, insbesondere hinsichtlich der Wirbelbildung, gleich bleibt.

[0016] Durch die Vorsehung der mindestens zwei Vorsprungskörper wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Kármánschen-Wirbelstraße bei einem Tragflügel reduziert und dadurch der Tragflügelwiderstand und somit auch die Treibstoffeffizienz verbessert. Darüber hinaus wird die Gefahr von Beschädigungen des Tragflügels bzw. des Wasserfahrzeugkörpers durch Vibrationen verringert. Da die mindestens zwei Vorsprungskörper an der Endleiste angeordnet sind, verringern diese auch nicht die wirksame Anströmfläche des Tragflügels und können, da diese sich außerhalb der Anströmfläche und somit außerhalb der Hauptströmung befinden, Kavitationen durch ein Ablösen der Strömung nicht auslösen. Entsprechend kann durch die Vorsehung von Strömungskörpern durch einen relativ geringen baulichen Aufwand und ohne eine Schwächung des Querschnittes des eigentlichen Tragflügels in strömungstechnischer Hinsicht die vorteilhafte Wirkung der Reduzierung der Wirbelbildung im Bereich der Endleiste erreicht werden. Durch die erfindungsgemäßen mindestens zwei Vorsprungskörper wird der Vorgang der Wirbelbildung gestört bzw. behindert, wodurch ein sehr viel stabileres bzw. laminareres Strömungsbild in Strömungsrichtung hinter dem Tragflügel betrachtet entsteht. Die mindestens zwei Vorsprungskörper sind insbesondere ausschließlich an der Endleiste und nicht an anderen Bereichen des Tragflügels vorgesehen.

[0017] In Bezug auf die Breite der Endleiste sind die mindestens zwei Vorsprungskörper zweckmäßigerweise derart ausgebildet, dass diese nicht die gesamte Breite abdecken. Vielmehr springen diese vorteilhafterweise nur aus einem Teilbereich in Bezug auf die Endleistenbreite hervor. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine Blockierung der Wirbelströmung erreicht wird. Würden die mindestens zwei Vorsprungskörper die gesamte Breite der Endleiste abdecken, könnten die Vorsprungskörper strömungstechnisch als reiner Fortsatz des Tragflügels wirken und sich die ungewünschten, gegenläufigen Wirbel zu beiden Seiten des Vorsprungskörpers ablösen.

[0018] Erfindungsgemäß sind die mindestens zwei

Vorsprungskörper plattenförmig bzw. als von der Endleiste vorspringende Rippen, und/oder mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet. Die Rippen bestehen zweckmäßigerweise aus Platten, beispielsweise aus Stahlplatten o. dgl., die mit einer Stirnseite an der Endleiste befestigt werden. Sind die Platten länglich, insbesondere über einen Großteil oder über die Gesamtheit der Länge der Endleiste verlaufend ausgebildet, sind die Rippen bzw. Platten bevorzugterweise mit einer Längsstirnseite an der Endleiste anzuordnen bzw. zu befestigen. Bei einer derartigen Ausbildung ergibt sich eine streifenförmige Anordnung der Rippen. Es ist zweckmäßig, die mindestens zwei Rippen parallel zueinander und parallel zur Längsachse des Tragflügels anzuordnen. Statt als Platte könnten die Rippen auch in ihrem freien Endbereich leicht abgerundet oder sich zu ihrem freien Ende hin verjüngend o. dgl. ausgebildet sein. Die Rippen sind zweckmäßig durchgehend ausgebildet, bzw. der rechteckige Querschnitt ist zweckmäßig über den gesamten Vorsprungskörper hinweg konstant.

[0019] Ferner weisen die mindestens zwei Vorsprungskörper erfindungsgemäß keine Durchbrechungen auf.

[0020] Um eine möglichst weitgehende Reduzierung der Wirbelbildung zu erreichen, ist es in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der mindestens eine Vorsprungskörper über mindestens 50 % der Länge der Endleiste, bevorzugt mindestens 75 %, besonders bevorzugt im Wesentlichen über die Gesamtlänge der Endleiste verläuft. Mit dem Begriff "Länge der Endleiste" ist im vorliegenden Zusammenhang der Abstand zwischen oberem und unterem Ende des Tragflügels im Bereich der Endleiste zu verstehen. Die Endleiste verläuft normalerweise über die gesamte Höhe des Tragflügels. Daher ist es zweckmäßig, dass der mindestens eine Vorsprungskörper über einen möglichst großen Bereich der Endleiste verläuft, so dass in Bezug auf die Höhe des Tragflügels möglichst weitläufig die Wirbelbildung reduziert bzw. gestört wird. Besonders zweckmäßig ist der Verlauf der mindestens zwei Vorsprungskörper von einem Endleistenende zum anderen, da somit eine Störung der Wirbelbildung über die gesamte Höhe des Tragflügels hinweg sichergestellt ist. Die mindestens zwei Vorsprungskörper können dabei zweckmäßigerweise aus einem einzigen Körper bestehen, dessen Länge der Länge der Endleiste entspricht und die an der Endleiste befestigt werden. Grundsätzlich wäre es jedoch auch möglich, dass sich die mindestens zwei Vorsprungskörper aus mehreren Teilkörpern zusammensetzen.

[0021] Grundsätzlich können die mindestens zwei Vorsprungskörper in Bezug auf eine Querschnittsbetrachtung beliebig verlaufend ausgebildet sein. Häufig wird es jedoch zweckmäßig sein, dass in einer Querschnittsbetrachtung des Tragflügels die mindestens zwei Vorsprungskörper im Wesentlichen parallel zu einer Mittellinie des Tragflügels oder entlang der Mittellinie verlaufen. Insofern verlaufen die mindestens zwei Vorsprungskörper im Querschnitt vorzugsweise geradlinig. In entsprechenden Tests hat es sich gezeigt, dass durch eine derartige Ausrichtung der mindestens zwei Vorsprungskörper eine besonders gute Störung der Wirbelbildung bzw. ein besonders günstiges Strömungsbild erreicht werden kann. Insbesondere bei entlang der Mittellinie angeordneten mindestens zwei Vorsprungskörpern wird eine besonders ebenmäßige Störung der Wirbelbildung auf beiden Seiten des Tragflügels erreicht. Wenn noch mehr Vorsprungskörper vorgesehen sind, sind vorzugsweise alle Vorsprungskörper parallel zur Mittellinie verlaufend ausgebildet. Allerdings ist es auch möglich, dass einzelne Vorsprungskörper von dieser Ausrichtung abweichen. Dies kann insbesondere bei bogenförmig bzw. bei konkav oder konvex verlaufender Endleiste angezeigt sein. Bei der vorliegenden Ausführungsform bezieht sich der Vorlauf der mindestens zwei Vorsprungkörper in der Querschnittsbetrachtung auf den Verlauf zwischen endleistenseitigem und freiem Ende der mindestens zwei Vorsprungskörper.

[0022] Ferner ist es bevorzugt, dass die mindestens zwei Vorsprungskörper im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Tragflügels verlaufen. Die Längsachse ist dabei diejenige Achse, die vom oberen Tragflügelende zum unteren Tragflügelende verläuft. Bei Rudern wird die Längsachse häufig auch die Ruderdrehachse sein. Auch können die mindestens zwei Vorsprungskörper im Wesentlichen parallel zu den Außenkanten der Endleiste verlaufen. Die Außenkanten der Endleiste werden dabei häufig ebenfalls parallel zur Längsachse des Tragflügels ausgerichtet sein. Auf diese Weise ergibt sich ein ebenmäßiges Strömungsbild. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die mindestens zwei Vorsprungskörper parallel zur Längsachse und über die gesamte Länge der Endleiste verlaufen. Hierdurch ergibt sich ein besonders ebenmäßiges Strömungsbild.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung springen die mindestens zwei Vorsprungskörper im Wesentlichen rechtwinklig bzw. orthogonal von der Oberfläche der Endleiste vor. Der rechte Winkel wird dabei zwischen der Endleiste und der Achse entlang der Breite des Tragflügels (Querachse) gebildet. Ist die Endleistenoberfläche eben, sind im Falle von mehreren Vorsprungskörpern die Vorsprungskörper entsprechend parallel zueinander angeordnet. Hierdurch wird die Ebenmäßigkeit der Strömung in Strömungsrichtung hinter dem Tragflügel weiter verbessert. Bei bogenförmig bzw. nicht geradlinig verlaufenden Endleisten können die mindestens zwei Vorsprungskörper jeweils in Bezug auf denjenigen Endleistenabschnitt, an den diese angrenzt, orthogonal ausgerichtet sein.

[0024] Bevorzugterweise entspricht die Breite der Vorsprungskörper, d. h. deren Abstand zwischen Endleiste und freiem Ende, mindestens der Hälfte der Breite der Endleiste. Tests haben ergeben, dass bei derartigen Dimensionierungen der mindestens zwei Vorsprungskörper besonders gute Ergebnisse bezüglich der Reduzierung der Wirbelbildung erreicht werden können.

[0025] Es ist zweckmäßig, die mindestens zwei Vorsprungskörper beabstandet zueinander und/oder parallel verlaufend zueinander anzuordnen. Durch die beabstandete Anordnung der mindestens zwei Vorsprungskörper wird die Wirbelbildung weiter erschwert, da zwei unabhängig voneinander vorstehende Objekte die Wirbelströmung blockieren. Die parallele Ausrichtung der beiden Vorsprungskörper verbessert wiederum die Ebenmäßigkeit des Strömungsbildes.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform gilt die Formel: Anzahl der Vorsprungskörper = 2n+1, wobei "n" eine natürliche Zahl, einschließlich 1, ist. Besonders bevorzugt ist n = 2, d. h. die Anzahl der Vorsprungskörper ist 5. Ferner ist in einer Querschnittsbetrachtung einer der Vorsprungskörper im Wesentlichen mittig an der Endleiste angeordnet und eine gerade Anzahl von Vorsprungskörpern ist zu jeder Seite des mittig angeordneten Vorsprungskörpers angeordnet. Besonders bevorzugt ergibt sich eine symmetrische Anordnung, wobei die Mittellinie des Tragflügels in der Querschnittsbetrachtung zweckmäßigerweise die Symmetrielinie bildet. Vorteilhafterweise sind die einzelnen Vorsprungskörper beabstandet zueinander und/oder parallel zueinander verlaufend angeordnet. Tests haben ergeben, dass sich durch eine derartige, gleichmäßig verteilte und insbesondere symmetrische Ausbildung, insbesondere bei 5 Vorsprungskörpern, eine besonders gute Wirkung in Bezug auf die Reduzierung der Wirbelbildung einstellt. Ferner ist es bei dieser Ausführungsform bevorzugt, dass der mittig angeordnete Vorsprungskörper die größte Breite, d. h., den größten Abstand zwischen Endleiste und freiem Ende aufweist. Gegebenenfalls können auch zwei gleich große Vorsprungskörper in einem mittleren Bereich angeordnet sein. Des Weiteren kann die Breite der anderen Vorsprungskörper vorteilhafterweise nach außen hin fortlaufend abnehmen, so dass die am weitesten außenliegenden Vorsprungskörper die geringste Breite aufweisen. Zweckmäßigerweise ist auch hierbei die Ausbildung symmetrisch vorgesehen, d. h., die spiegelbildlich angeordneten Vorsprungskörperpaare weisen jeweils eine gleiche Breite auf. Hierdurch wird von außen nach innen ein graduelles Blockieren der Wirbelströmung erreicht.

[0027] Wenn mehrere Vorsprungskörper vorgesehen sind, können die Abstände zwischen den einzelnen Vorsprungskörpern grundsätzlich unterschiedlich oder gleich ausgebildet sein. Welche Anordnung strömungstechnisch am günstigsten ist, hängt jeweils von den Umständen des Einzelfalles, insbesondere der Geometrie und Breite der Endleiste, der Strömungsgeschwindigkeit, der genauen Ausbildung der Vorsprungskörper, etc., ab.

[0028] Besonders zweckmäßig werden die mindestens zwei Vorsprungskörper bei einem als Fishtail- oder Schilling®-Ruder ausgebildeten Tragflügel vorgesehen, bei dem sich das Profil in einer Querschnittsbetrachtung von einer der Endleiste gegenüberliegend angeordneten Nasenleiste in Richtung der Endleiste bis zu einem mittleren Bereich hin, welcher die breiteste Stelle des Tragflügelprofils bildet, verbreitert, vom mittleren Bereich bis zu einem hinteren Bereich hin, welcher die schmalste Stelle des Tragflügelprofils bildet, verjüngt und vom hinteren Bereich bis hin zur Endleiste, insbesondere schwalbenschwanzartig, wieder verbreitert, wobei die Endleiste bevorzugt geradlinig, konvex oder konkav ausgebildet ist. Aufgrund der relativen Breite der Endleiste im Vergleich zu anderen Tragflügelprofilen treten bei den vorstehend beschriebenen Tragflügelprofilen besonders häufig Wirbelbildungen auf. Insofern ist die Vorsehung der mindestens zwei Vorsprungskörper bei derartigen Profilen besonders zweckmäßig.

[0029] Ferner sind die mindestens zwei Vorsprungskörper bevorzugt als monolithischer Körper ausgebildet. Weiterhin weisen die mindestens zwei Vorsprungskörper bevorzugt einen konstanten Querschnitt auf.

[0030] Nachstehend wird die Erfindung in der Zeichnung anhand verschiedener Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1	eine perspektivische Ansicht eines Tragflügels mit Endleiste und Vorsprungskörpern,
Fig. 1A	eine Detailansicht des oberen Endbereiches der Endleiste des Tragflügels aus der Fig. 1,
Fig. 2A-2E	Draufsichten von Endbereichen von Tragflügeln mit verschieden ausgebildeten Endleisten und unterschiedlich angeordneten bzw. ausgebildeten Vorsprungskörper(n),
Fig. 3	eine Draufsicht auf den Endbereich eines Tragflügels mit von der Endleiste vorspringenden Vorsprungskörpern mit eingezeichnetem Strömungsverlauf, und
Fig. 4	einen Endbereich eines Tragflügels aus dem Stand der Technik mit eingezeichnetem Strömungsverlauf.

[0031] Bei den im Folgenden beschriebenen, verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung sind gleiche Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Tragflügels 100. Im vorliegenden Fall wird der Tragflügel 100 von einem Ruder mit Fishtail- bzw. Schilling®-Profil gebildet. Das Ruder umfasst eine Nasenleiste 10 sowie eine Endleiste 20. Zwischen Nasenleiste 10 und Endleiste 20 verläuft die Seitenfläche 11. Am oberen Ende 12 sowie auch am unteren Ende 13 des Tragflügels 100 ist jeweils ein Abschlussblech 14 vorgesehen. Da es sich beim vorliegenden Tragflügel 100 um ein Ruder mit Fishtail-Profil handelt, verbreitert sich der Endbereich 15 des Ruders von einem die schmalste Stelle des Ruders bildenden hinteren Bereich 16 bis hin zur Endleiste 20. An der Endleiste 20 sind insgesamt fünf als plattenförmige Rippen ausgebildete Vorsprungskörper 30 vorgesehen, die jeweils von einem oberen Ende 12 bis zum unteren Ende 13 verlaufen und parallel zueinander an-

geordnet sind.

[0033] Wie aus der Detailansicht aus Fig. 1A erkennbar ist, weist die mittlere Rippe 30a die größte Breite auf. Zu beiden Seiten der mittleren Rippe 30a sind jeweils zwei weitere Rippen 30b, 30c angeordnet, wobei die Breite dieser Rippen nach außen hin abnimmt. Die plattenförmigen Rippen 30a, 30b, 30c sind mit ihren Längsstirnseiten an der Endleiste 20, die geradlinig bzw. als ebene Fläche ausgebildet ist, befestigt. Ebenso liegen die Rippen 30a, 30b, 30c mit ihren querseitigen Stirnflächen an den Abschlussblechen 14 an und sind an diesen ebenfalls befestigt. Die äußeren Rippen 30c weisen die kürzeste Breite auf und sind gegenüber der Außenkante 21 der Endleiste 20 nur geringfügig nach innen versetzt. Die plattenförmigen Rippen 30a, 30b, 30c stehen jeweils im Wesentlichen senkrecht von der Endleistenfläche vor und verlaufen parallel zur Außenkante 21 der Endleiste 20 bzw. zur Längsachse des Tragflügels 100.

[0034] Fig. 2A zeigt eine Draufsicht auf den Endbereich 15 des Tragflügels aus der Fig. 1. Es ist erkennbar, dass die Mitte der Rippe 30a die größte Breite b1 und die äußeren Rippen 30c die kleinste Breite b3 aufweisen, wohingegen die zwischen den Rippen 30a und 30c angeordneten Rippen 30b eine mittlere Breite b2 aufweisen. Ferner sind die Abstände zwischen den Rippen 30c und 30b (a2) und den Rippen 30b und 30a (a1) unterschiedlich, wobei der Abstand a1 größer ist als a2. Die genaue Dimensionierung der Breiten und Abstände kann jeweils auf eine optimale Wirbelreduzierungswirkung in Bezug auf die jeweilige Geometrie der Endleiste bzw. der Rippen 30 abgestimmt werden. Die Rippe 30a verläuft entlang der Mittellinie 17, wohingegen die Rippen 30b und 30c parallel zur Mittellinie 17 verlaufen. Die Mittellinie 17 bildet ebenfalls die Symmetrieachse für die Rippenanordnung.

[0035] Die Fig. 2B bis 2E zeigen weitere Beispiele von Ausgestaltungen des Endbereiches 15 von erfindungsgemäßen Tragflügeln 100. So ist bei der Fig. 2B eine mittige, entlang der Mittellinie 17 angeordnete Rippe 30a vorgesehen. Ferner sind zwei weitere, jeweils außen angeordnete und gleich breit ausgebildete Rippen 30c vorgesehen. Die Rippen 30c sind in Bezug auf die Mittellinie 17 symmetrisch angeordnet. Bei der Drei-Rippen-Ausbildung aus der Fig. 2B ist die Endleiste 20 in einer Draufsicht bzw. Querschnittsansicht konkav verlaufend ausgebildet. Bei der Fig. 2C ist die beispielhaft lediglich einzeln gezeigte Endleiste 20 dagegen geradlinig verlaufend ausgebildet, bzw. die Endleiste 20 bildet eine ebene Fläche. Als weiteres Beispiel ist damit nur eine einzige Rippe 30a gezeigt, die entlang der Mittellinie 17 angeordnet ist. Bei der Fig. 2D ist die Endleiste 20 in einer Draufsicht bzw. Querschnittsansicht, ähnlich wie bei der Fig. 2B, konkav verlaufend ausgebildet. Ebenfalls sind eine mittlere Rippe 30a, die entlang der Mittellinie 17 verläuft, sowie zwei außenliegende Rippen 30c vorgesehen. Im Unterschied zu der Fig. 2B, bei der alle drei Rippen parallel ausgerichtet sind, ebenso wie bei der Fig. 2A, sind die beiden äußeren Rippen 30c nicht parallel zur Mittellinie 17 bzw. zur mittleren Rippe 30a ausgebildet, sondern verlaufen in einem Winkel dazu. Insbesondere verlaufen Sie in Richtung von der Endleiste weg von außen nach innen. Bei der Fig. 2E sind ebenfalls fünf Rippen vorgesehen, wobei die Endleiste 20 in einer Draufsicht bzw. Querschnittsansicht konvex verlaufend ausgebildet ist. Die mittlere Rippe 30a, die wiederum die größte Breite aufweist, verläuft entlang der Mittellinie 17. Die beiden äußeren Rippen 30c weisen die geringste Breite auf. Die jeweils rechts und links der Mittellinie 17 angeordneten Rippen 30b, 30c sind entlang der Mittellinie 17 symmetrisch zueinander angeordnet. Im Unterschied zu der Darstellung aus der Fig. 2A sind die Rippen 30b und 30c nicht parallel zur Mittellinie 17 bzw. zur Rippe 30a angeordnet, sondern stehen jeweils in einem Winkel von ca. 90° von der konvex geformten Endleiste 20 ab, so dass sich von der Endleiste 20 zum freien Ende der Rippen 30a, 30b, 30c hin betrachtet eine nach außen verlaufende Anordnung der Rippen bildet. Sämtliche in den Fig. 2A bis 2E gezeigten Rippen 30a, 30b, 30c sind als Platten ausgebildet.

[0036] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Endbereich 15 eines erfindungsgemäßen Tragflügels 100. Die Endleiste 20 ist in einer Draufsicht bzw. Querschnittsbetrachtung geradlinig ausgebildet. Die fünf von der Endleiste 20 vorstehenden Rippen 30a, 30b, 30c sind im Wesentlichen gemäß der Anordnung aus Fig. 2A angeordnet und ausgebildet, wobei bei der gezeigten Darstellung in Fig. 3 anders als bei Fig. 2A der Abstand zwischen den Rippen 30c und 30b größer ist als derjenige zwischen den Rippen 30b und 30a. Der Strömungsverlauf ist durch die Vielzahl der eingezeichneten Pfeile dargestellt. So stellt sich mit der erfindungsgemäßen Tragflügelausbildung im Bereich der Seitenwände 11 stromabwärts vom Tragflügel 100 ein im Wesentlichen laminares Strömungsbild ein. Zwischen der oberen Rippe 30b und der mittleren Rippe 30a bildet sich ein Wirbel 40, der gegen den Urzeigersinn drehend ausgebildet ist. Darüber hinaus ist erkennbar, wie die Wirbelbildung in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Rippen aufgrund der Blockierung durch die Rippen 30a, 30b, 30c nicht stattfinden kann. In Strömungsrichtung bereits kurz hinter dem Wirbel 40 stellt sich auf der gesamten Breite des Tragflügels 100 ein laminares Strömungsbild ein. Ferner wird nur ein einziger Wirbel 40 produziert und somit das Ausbilden einer Kármánschen-Wirbelstraße, die jeweils durch Paare von gegenläufig rotierenden Wirbeln gebildet wird, unterdrückt.

Bezugszeichenliste

[0037]

100	Tragflügel
10	Nasenleiste
11	Seitenfläche
12	oberes Ende
13	unteres Ende

14	Abschlussblech
15	Endbereich
16	hinterer Bereich
17	Mittellinie
20	Endleiste
21	Außenkante
200	Tragflügel (Stand der Technik)
201	Endleiste
202a, 202b	Seitenflächen
2021 a, 2021 b	Seitenflächenendpunkte
210	Wirbel
30	Vorsprungskörper
40	Wirbel

Patentansprüche

1. Tragflügel (100), insbesondere Ruder, für Wasserfahrzeuge, insbesondere Schiffe, mit einer Endleiste (20),
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei Vorsprungskörper (30) zur Reduzierung der Wirbelbildung an der Endleiste (20) angeordnet sind, die als plattenförmig von der Endleiste (20) vorspringende Rippen ausgebildet sind, wobei die Vorsprungskörper (30) keine Durchbrechungen aufweisen.

2. Tragflügel gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Vorsprungskörper (30) über mindestens 50 % der Länge der Endleiste (20), bevorzugt über mindestens 75 %, besonders bevorzugt im Wesentlichen über die gesamte Länge der Endleiste (20), verläuft.

3. Tragflügel gemäß Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einer Querschnittsbetrachtung des Tragflügels (100) der mindestens eine Vorsprungskörper (30) im Wesentlichen parallel zu einer Mittellinie (17) des Tragflügels (100) oder entlang der Mittellinie (17) verläuft.

4. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Vorsprungskörper (30) im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Tragflügels (100) verläuft.

5. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Vorsprungskörper (30) im Wesentlichen orthogonal von der Oberfläche der Endleiste (20) vorspringt.

6. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite des Vorsprungskörpers (30) mindestens der Hälfte der Breite der Endleiste (20) entspricht.

7. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens zwei Vorsprungskörper (30 beabstandet und/oder parallel verlaufend zueinander angeordnet sind.

8. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzahl der Vorsprungskörper (30) 2n+1, insbesondere 5, beträgt und in einer Querschnittsbetrachtung ein Vorsprungkörper (30a) im Wesentlichen mittig an der Endleiste (20) angeordnet ist und eine gerade Anzahl von Vorsprungskörpern (30b, 30c) zu jeder Seite des mittig angeordneten Vorsprungskörpers (30a), insbesondere symmetrisch, angeordnet sind.

9. Tragflügel gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mittig angeordnete Vorsprungskörper (30a) die größte Breite aufweist und ggf. die Breite der anderen Vorsprungskörper (30b, 30c) nach außen hin fortlaufend abnimmt.

10. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Anzahl von Vorsprungskörpern (30) vorgesehen ist, wobei die Abstände zwischen den einzelnen Vorsprungskörpern (30) gleich oder unterschiedlich sind.

11. Tragflügel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das Profil des Tragflügels (100) in einer Querschnittsbetrachtung von einer der Endleiste (20) gegenüberliegend angeordneten Nasenleiste (10) in Richtung der Endleiste (20) bis zu einem mittleren Bereich hin, welcher die breiteste Stelle des Tragflügelprofils bildet, verbreitert, vom mittleren Bereich bis zu einem hinteren Bereich (16) hin, welcher die schmalste Stelle des Tragflügelprofils bildet, verjüngt, und vom hinteren Bereich (16) bis hin zur Endleiste (20), insbesondere schwalbenschwanzartig, wieder verbreitert.

12. Tragflügel gemäß Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Endleiste (20) geradlinig, konvex oder konkav verläuft.

13. Wasserfahrzeug, insbesondere Schiff,
dadurch gekennzeichnet,
dass es einen Tragflügel (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

Claims

1. Hydrofoil (100), in particular rudder, for watercraft, in particular ships, having a trailing edge (20),
characterized in that
at least two projection bodies (30) are provided on the end strip (20) to reduce the vortex formation, said projection bodies are configured as ribs projecting in a plate-shaped manner from the end strip (20), wherein the projection bodies (30) have no openings.

2. The hydrofoil according to claim 1,
characterized in that
the at least one projection body (30) runs over at least 50% of the length of the end strip (20), preferably over at least 75%, particularly preferably substantially over the entire length of the end strip (20).

3. The hydrofoil according to claim 1 or 2,
characterized in that
in a cross-sectional view of the hydrofoil (100) the at least one projection body (30) runs substantially parallel to a centre line (17) of the hydrofoil (100) or along the centre line (17).

4. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the at least one projection body (30) runs substantially parallel to the longitudinal axis of the hydrofoil (100).

5. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the at least one projection body (30) projects substantially orthogonally from the surface of the end strip (20).

6. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the width of the projection body (30) corresponds to at least half the width of the end strip (20).

7. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the at least two projection bodies (30) are disposed spaced apart and/or running parallel to one another.

8. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the number of projection bodies (30) is 2n+1, in particular 5, and in a cross-sectional view, one projection body (30a) is disposed substantially centrally on the end strip (20) and an even number of projection bodies (30b, 30c) is disposed on each side of the centrally disposed projection body (30a), in particular symmetrically.

9. The hydrofoil according to claim 8,
characterized in that
the centrally disposed projection body (30a) has the greatest width and optionally the width of the other projection bodies (30b, 30c) decreases continuously outwards.

10. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
a number of projection bodies (30) is provided, wherein the distances between the individual projection bodies (30) are the same or different.

11. The hydrofoil according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the profile of the hydrofoil (100) in a cross-sectional view broadens from a leading edge (10) located opposite the end strip (20) in the direction of the end strip (20) as far as a central region which forms the broadest point of the hydrofoil profile, tapers from the central region as far as a rear region (16) which forms the narrowest point of the hydrofoil profile, and broadens again from the rear region (16) towards the end strip (20), in particular in a swallowtail manner.

12. The hydrofoil according to claim 11,
characterized in that
the end strip (20) runs in a straight line, convex or concave.

13. Watercraft, in particular ship,
characterized in that
it has an hydrofoil (100) according to any one of the preceding claims.

Revendications

1. Aile portante (100), en particulier gouvernail, pour bateaux, en particulier navires, avec un bord de fuite (20),
caractérisé en ce qu'

au moins deux corps en saillie (30) sont disposés sur le bord de fuite (20) pour réduire la formation de tourbillons qui sont constitués comme des nervures en forme de plaques faisant saillie du bord de fuite (20), les corps en saillie (30) ne présentant aucune percement.

2. Aile portante selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
le au moins un corps en saillie (30) passe sur au moins 50 % de la longueur du bord de fuite (20), de préférence sur au moins 75 %, en particulier de préférence pour l'essentiel sur toute la longueur du bord de fuite (20).

3. Aile portante selon la revendication 1 ou 2,
caractérisée en ce que
dans une perspective de section transversale de l'aile portante (100), le au moins un corps en saillie (30) passe pour l'essentiel parallèlement à une ligne centrale (17) de l'aile portante (100) ou le long de la ligne centrale (17).

4. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le au moins un corps en saillie (30) passe pour l'essentiel parallèlement à l'axe longitudinal de l'aile portante (100).

5. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le au moins un corps en saillie (30) dépasse pour l'essentiel de façon orthogonale de la surface du bord de fuite (20).

6. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
la largeur du corps en saillie (30) correspond au moins à la moitié de la largeur du bord de fuite (20).

7. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
les au moins deux corps en saillie (30) sont disposés distants et/ou évoluant parallèlement l'un par rapport à l'autre.

8. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le nombre de corps en saillie (30), est de 2n+1, en particulier 5 et **en ce que** dans une perspective de section transversale, un corps en saillie (30a) est disposé pour l'essentiel au centre sur le bord de fuite (20) et **en ce que** des corps en saillie (30b, 30c) sont placés en un nombre pair de chaque côté du corps en saillie (30a) disposé au centre, en particulier symétriquement.

9. Aile portante selon la revendication 8,
caractérisée en ce que
le corps en saillie (30a) disposé au centre présente la plus grande largeur et **en ce que** le cas échéant, la largeur des autres corps en saillie (30b, 30c) diminue en continu vers l'extérieur.

10. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'
un nombre de corps en saillie (30) est prévu, les intervalles entre chaque corps en saillie (30) étant identiques ou différents.

11. Aile portante selon une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le profil de l'aile portante (100) s'élargit dans une perspective de section transversale depuis un bord d'attaque (10) disposé à l'opposé du bord de fuite (20) en direction du bord d'attaque (20) jusqu'à une zone médiane qui forme l'emplacement le plus large du profil de l'aile portante, s'amincit depuis la zone médiane jusqu'à une zone arrière (16) qui forme l'emplacement le plus étroit du profil d'aile portante et s'élargit à nouveau depuis la zone arrière (16) jusqu'au bord de fuite (20), en particulier en forme de queue d'aronde.

12. Aile portante selon la revendication 11,
caractérisée en ce que
le bord de fuite (20) évolue de façon rectiligne, convexe ou concave.

13. Bateau, en particulier navire,
caractérisé en ce qu'
il présente une aile portante (100) selon une quelconque des revendications précédentes.

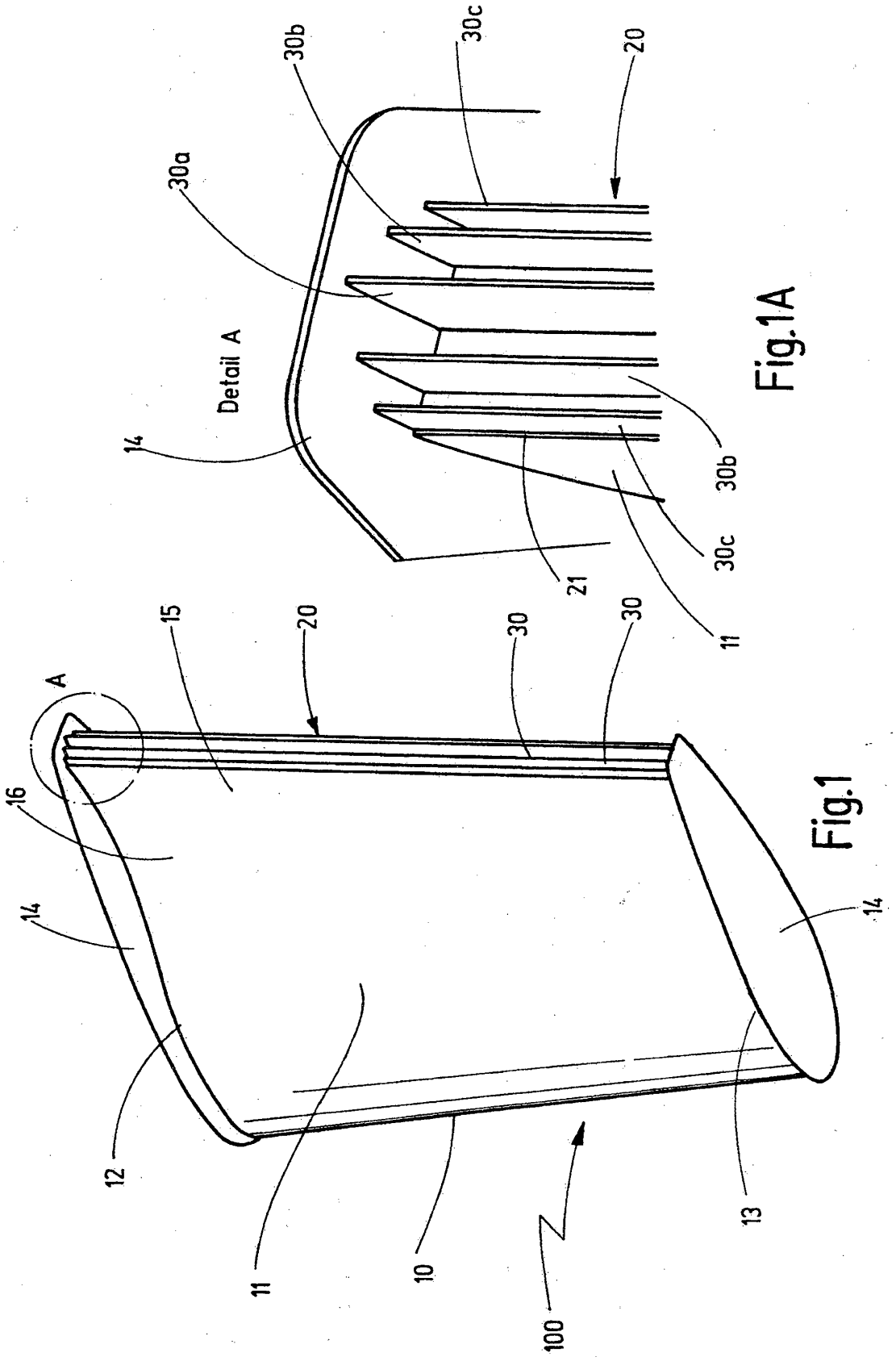
30b
30c
20
30a
Detail A
14
30b
30c
21
11
15
20
30
30
A
16
14
14
12
11
10
100
13

Fig.1A

Fig.1

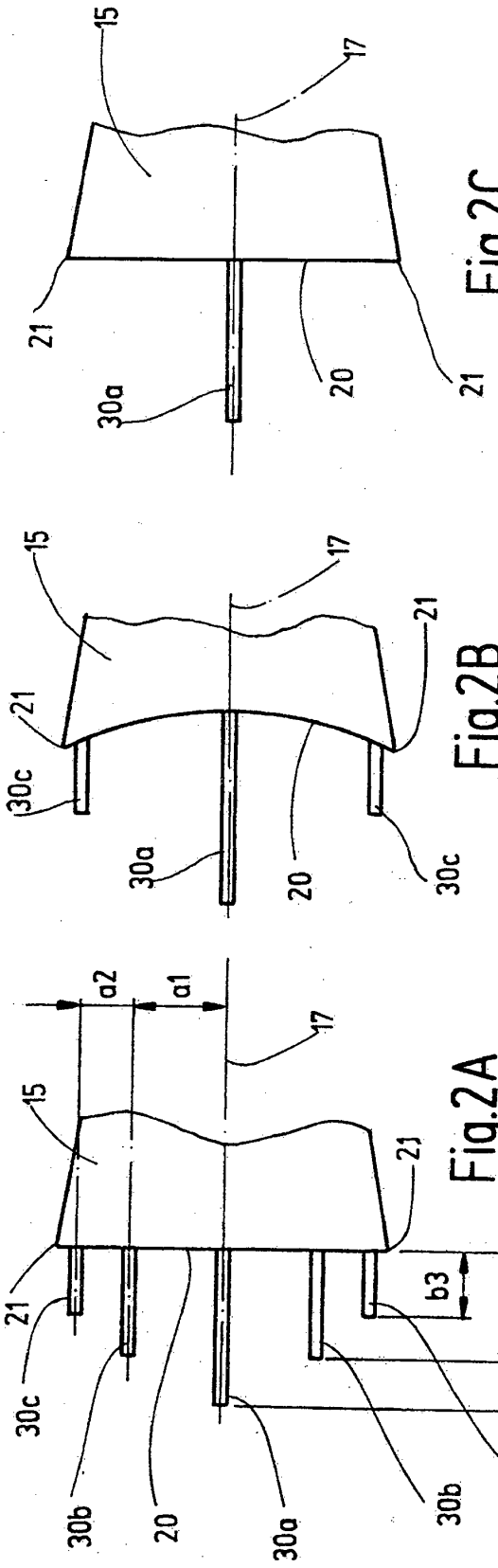

Fig.2A

Fig.2B

Fig.2C

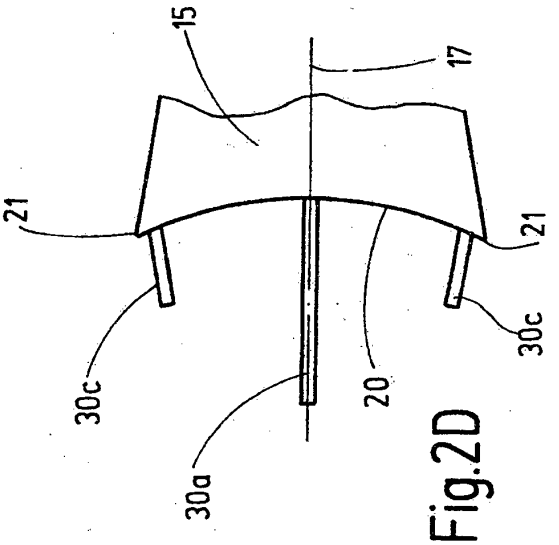

Fig.2D

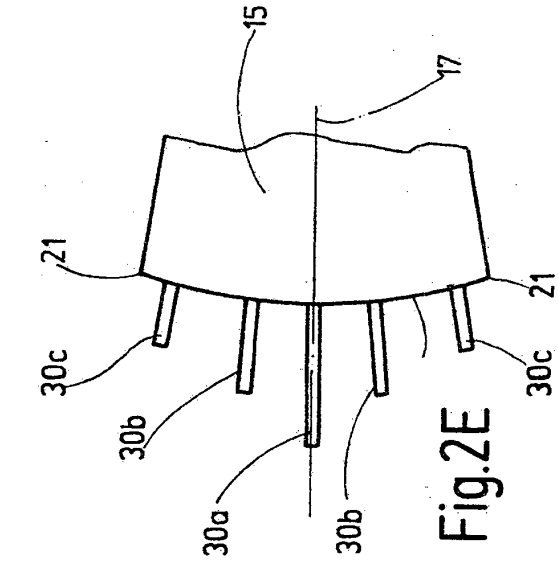

Fig.2E

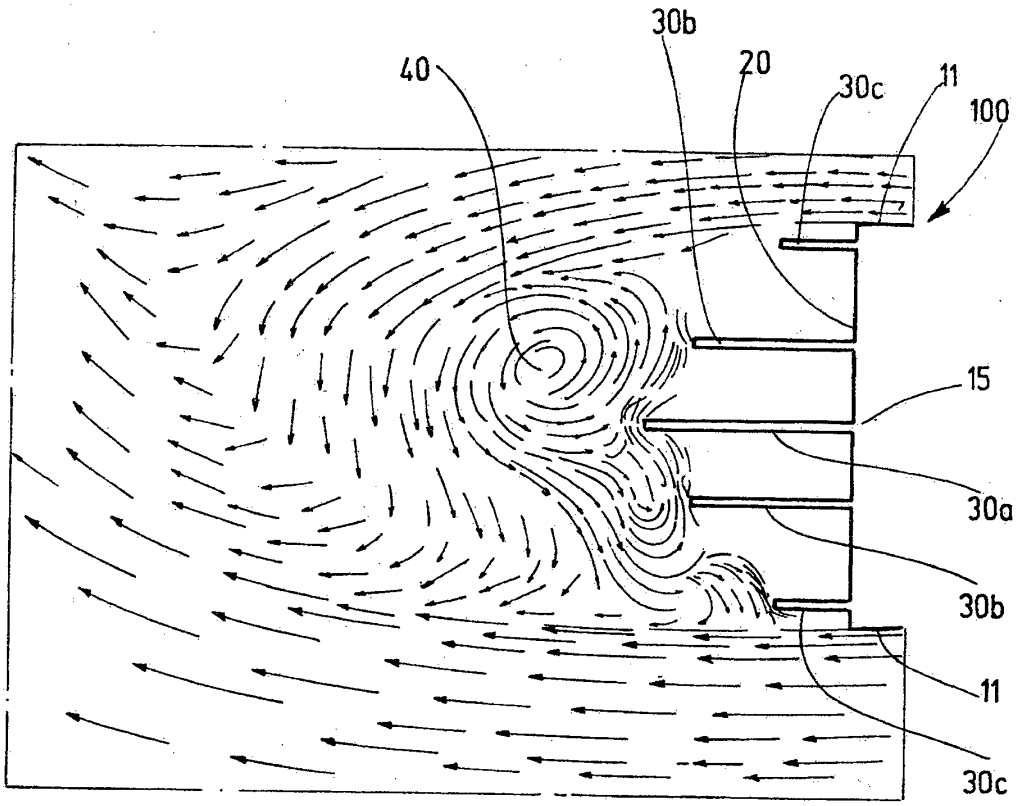
30b
40
20
30c
11
100
15
30a
30b
11
30c

Fig.3

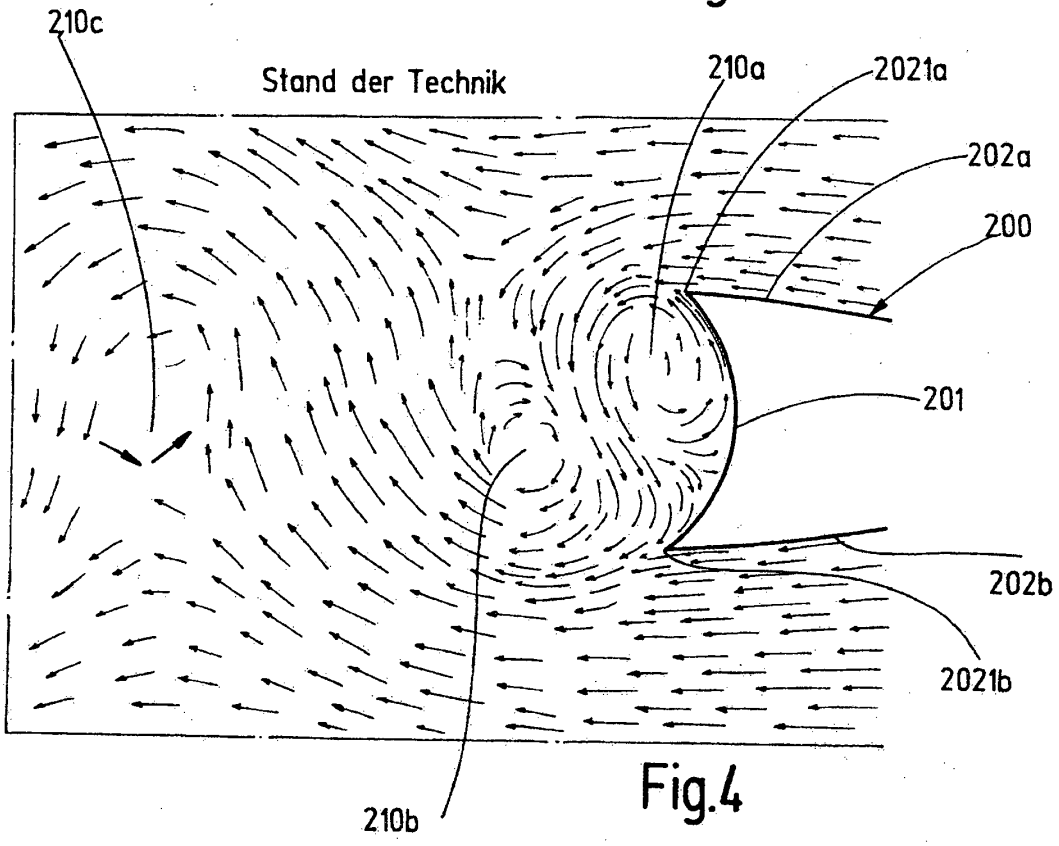
210c
Stand der Technik
210a
2021a
202a
200
201
202b
2021b
210b

Fig.4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5265830 A **[0007]**
- GB 1019061 A **[0008]**
- US 5449136 A **[0010]**