

(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
29. August 2013 (29.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/123604 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B63B 35/79 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2013/000025

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Februar 2013 (11.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
233/12 22. Februar 2012 (22.02.2012) CH

(71) Anmelder: **PROSPECTIVES CONCEPTS AG**
[CH/CH]; Moosmattstrasse 24, CH-8953 Dietikon (CH).
EMPA [CH/CH]; Überlandstrasse 41, CH-8600
Dübendorf (CH).

(72) Erfinder: **VERHEUL, Roland**; c/o EMPA,
Überlandstrasse 41, CH-8600 Dübendorf (CH).

LUCHSINGER, Rolf; Büelweg 8, CH-8607 Seegräben
(CH).

(74) Anwalt: **STUMP, Beat**; Stump & Partner AG,
Dufourstrasse 116, CH-8008 Zürich (CH).

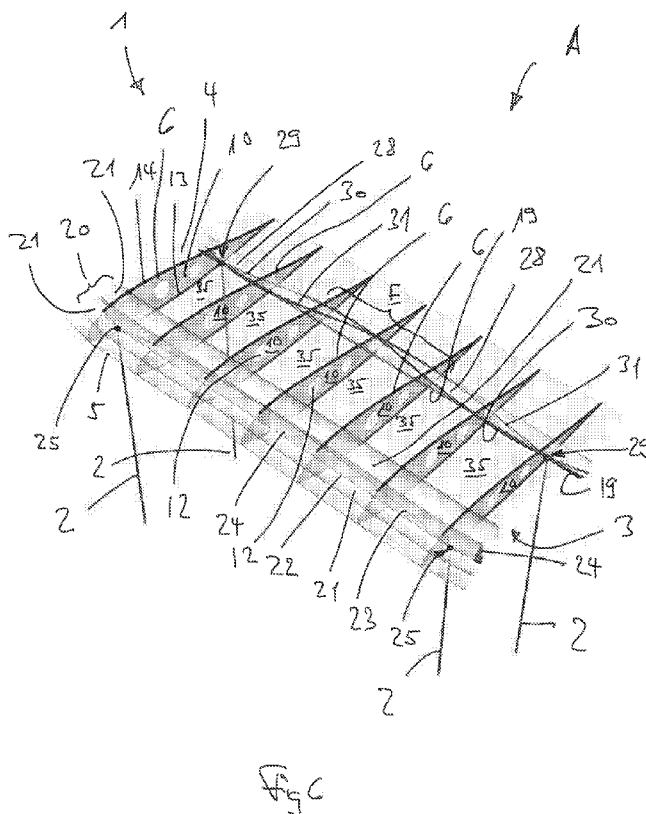
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AIRFOIL MADE OF FLEXIBLE MATERIAL

(54) Bezeichnung : TRAGFLÜGEL AUS FLEXIBLEM MATERIAL



(57) **Abstract:** The invention relates to an airfoil (1) with a
pneumatic supporting structure having a pneumatic carrier
(20, 27) running transversely through the airfoil, wherein the
carrier has a rod-like flexible shell (21, 28) inflatable to an
operating pressure, a compression element (22, 19)
associated with said shell and a tension element (23, 30, 31)
associated with said shell, said elements running along the
length of the shell (21, 28) and being held apart from one
another in operation by same, wherein the compression
element (22, 19) and the tension element (23, 30, 31) are
operatively connected to one another at their ends in
respective nodes (29, 35) and wherein the surfaces of the
airfoil (1) are formed by a flexible upper membrane (3) and a
flexible lower membrane (4), and the airfoil (1) is
subdivided over the transverse dimension thereof into a
plurality of pressure cells (35) arranged next to one another
without load points.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft Tragflügel (1) mit einer pneumatischen Tragstruktur, die einen quer durch ihn hindurch verlaufenden pneumatischen Träger (20, 27) aufweist, wobei der Träger eine zu einem Betriebsdruck aufblasbare, stabförmige flexible Hülle (21, 28) sowie ein dieser zugeordnetes Druckelement (22, 19) und ein dieser zugeordnetes Zugelement (23, 30, 31) aufweist, welche Elemente der Länge der Hülle (21, 28) entlang verlaufen und im Betrieb durch diese im Abstand von einander gehalten sind, wobei das Druckelement (22, 19) und das Zugelement (23, 30, 31) an ihren Enden mit einander in je einem Knoten (29, 35) wirkverbunden sind, und wobei die Oberflächen des Tragflügels (1) durch ein flexibles obere Membran (3) und ein flexibles untere Membran (4) gebildet werden, und er über seine Querabmessung in eine Anzahl neben einander angeordnete Druckzellen (35) ohne Lastpunkte aufgeteilt ist.

Tragflügel aus flexiblem Material

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Tragflügel nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ein
5 Tragflügel der genannten Art ist durch die WO 2010/094 145 bekannt geworden, als Weiterentwicklung von Flugdrachen, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Der Tragflügel gemäss der WO 2010/094 145 besitzt einen gekrümmten pneumatischen Träger, der quer über seine ganze Breite durch ihn hindurch verläuft und so zwei wesentliche
10 Vorteile realisiert: Erstens wird ermöglicht, dem Tragflügel eine im Flug selbststabilisierende V-Form zu verleihen, und zweitens sind durch die Steifigkeit des verwendeten pneumatischen Trägers nur noch eine vergleichsweise geringe Anzahl von Halteleinen notwendig, um den Tragflügel sicher zu steuern.

15 Dadurch kommt der gezeigte Tragflügel grundsätzlich in Frage, zu den in der WO 2010/094 135 gezeigten Zwecken eingesetzt zu werden: Technische Nutzung der Zugkraft in der Art der MS Beluga SkySails, einem Container-Frachtschiff von ca. 140 m Länge, das über einen Hilfsantrieb in Form eines Zugdrachens verfügt, der bei Windstärken von 3 bis 8 Beaufort in einer Höhe von mehreren 100 m fliegt.

20 Ebenso können solche Tragflügel landgestützt der alternativen Energiegewinnung dienen, nämlich in einer Höhe von mehreren Hundert Metern oder mehr die dort vorherrschenden Windströmungen nutzen, wo die Windgeschwindigkeiten höher und gleichmässiger sind als in unmittelbarer Bodennähe.

25 Bei all diesen Anwendungen ist es essentiell, dass der Tragflügel wenig Masse aufweist, und dass die Anzahl der Leinen reduziert werden kann, da vermehrte Masse die zu gewinnende Energie reduziert und jede Halteleine insbesondere bei grösseren Höhen einen nicht zu unterschätzenden Flugwiderstand bedeutet, welcher ebenfalls die zu gewinnende Energie reduziert.
30

Alternative Energiegewinnung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein Tragflügel ein Seil von einer Trommel abwickelt, wobei die Drehung der Trommel zur Erzeugung von Energie dient. Nach dem Abwickeln des Seils kann der Tragflügel "im Sinkflug" (d.h. in der Richtung auf die Trommel zu, die schräg nach unten gerichtet sein kann) auf die Trommel zu geflogen und das Seil mit geringem Energieverbrauch wieder aufgewickelt werden. Danach folgt wiederum ein Lastzyklus, bis das Seil abgewickelt ist.

Für solche Anwendungen besitzt der gezeigte Tragflügel nicht die optimale Effizienz, da trotz seiner Vorteile (reduzierte Anzahl Leinen durch steif ausgebildeten Flügel und stabilisierter Flug durch V-Form) die einfache Bespannung, die seine Flügelfläche bildet zum Flattern neigt, was höhere Geschwindigkeiten erschwert. Insbesondere höhere Geschwindigkeiten sind jedoch erstrebenswert, da der Auftrieb des Tragflügels, und damit schliesslich auch seine Tragkraft bzw. im Fall des oben erwähnten Beispiels der landgestützten Energiegewinnung die über die Leine zur Verfügung gestellte Leistung mit dem Quadrat der Geschwindigkeit des Tragflügels wächst.

Somit ist es bei einem leinengebundenen erfindungsgemässen Tragflügels beispielsweise günstig, eine Flugbahn über Grund in der Form einer liegenden Acht vorzusehen, was bedeutet, dass der Tragflügel sich gegenüber dem Boden fortbewegt, vom Wind also wesentlich schneller angeströmt werden kann, als es der relativ zum Boden herrschenden Windgeschwindigkeit entspricht. Dies wiederum ermöglicht grundsätzlich sehr hohe realisierbare Auftriebswerte, die nur erreicht werden, wenn der Tragflügel seinerseits für hohe Effizienz ausgebildet ist, was verschiedene Parameter wie Anstellwinkel, geeignetes Tragflügelprofil (Wirbelbildung) und hohe Geschwindigkeit umfasst. Nach wie vor aber ist geringstes Gewicht der Struktur einzuhalten, um die nutzbare Leistung nicht zu reduzieren.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedenste Konstruktionen von Tube-Kites bekannt, z.B. DE 10 2005 014 848, wo das flatternde obere Membran durch Segellatten stabilisiert und wenigstens im Anströmbereich in eine Wölbung gebracht wird, die einem Tragflügelprofil entspricht.

Aus DE 10 2009 009 305 ist bekannt, einen Tube-Kite mit einem Untersegel auszurüsten, so dass Verwirbelungen unmittelbar hinter der Tube reduziert werden können. Dabei wird durch eine hinten am Untersegel vorgesehene Öffnung Druck in der durch das Obersegel und das Untersegel gebildeten Kammer aufgebaut und durch Rippen verhindert, "dass das Untersegel (4) durch den im Hohlraum (5) vorliegenden Druck ballonartig aufgebläht wird" (s. Abschnitt [0025] der DE 10 2009 009 305).

Die Front Tube der Tube Kites sorgt für eine minimale Stabilität des Schirms beim Start und beim Landen des Schirms, was häufig Start und Landung erst ermöglicht. Im Flug hingegen, vor allem in der power phase, ist gegenüber den auf den Schirm wirkenden Betriebskräften die stabilisierende Wirkung der Front Tube auch für eine günstige stabilisierende Restwirkung zu klein. Entsprechend wird die Kontur der FrontTube auf die ungefähre Kontur im Betrieb ausgelegt; eine andere Formgebung könnte zur Zerstörung der an sich flexiblen Front Tube führen.

15

Diese Anordnung von DE 10 2009 009 305 besitzt den Nachteil, dass der Kite seinem Konzept entsprechend im Flug (insbesondere in der power phase) über seine ganze Fläche flexibel verformbar ist, wobei sich die grundsätzlich sichelförmige Kontur laufend einen momentanen Gleichgewichtszustand in der Wölbung annimmt, die sich bei einem Anstellwinkel von 10 bis 15° aus der über die Leinen wirkenden Last und dem lokalen Auftrieb über seine Fläche ergibt. Diese Anordnung berücksichtigt aufgrund der laufenden, flexiblen und ausgleichenden Verformung des Kites die Verteilung des Auftriebs nicht, und ist als solche für hohe Anströmgeschwindigkeiten und geringe Anstellwinkel nicht geeignet.

US 3 285 546 zeigt einen Gleitschirm der im Gegensatz zu den Tube-Kites flache (d.h. nicht sichelförmige) Kontur und ein angenähertes Tragflügelprofil besitzt. Dies wird durch ein dichtes Feld von Leinen erreicht, die direkt an den im Gleitschirm vorgesehenen Rippen angreifen, so dass jede der Rippen mehrerer Lastpunkte besitzt, was erlaubt, die Anordnung ohne Berücksichtigung der Auftriebskräfte flexibel auszubilden, da Auftriebskräfte über ein dicht verteiltes Netz von Lastpunkten abgeleitet werden. Schon nur auf Grund der unvermeidbar hohen Anzahl von Leinen kann diese Anordnung keine hohe Effizienz erreichen.

30

Aus US 5 244 169 ist es bekannt, einen Gleitschirm mit einer Front Tube und einer Back Tube zu versehen, wobei diese durch längs verlaufende Rohre auf Abstand gehalten sind, so dass das obere MembranObersegel und das untere MembranUntersegel des Gleitschirms durch Front Tube und Back Tube gespannt werden, also im Flug nicht kollabieren können. Wiederum ist es bei der gezeigten Anordnung unverzichtbar, wegen der mangelnden Stabilität der Anordnung dicht neben einander angeordnete Rippen mit je in Längsrichtung mehreren Lastpunkten vorzusehen, um die Auftriebskräfte über ein dichtes Netz von Lastpunkten ableiten zu können. Auch hier ist schon durch die dadurch zwingend gegebene hohe Anzahl von Leinen keine genügende Effizienz erreichbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Tragflügel der genannten Art mit hoher Effizienz und geringstem Gewicht bereit zu stellen, der auch geeignet ist, über Leinen am Boden eine hohe Leistung zu erzeugen.

Diese Aufgabe wird durch einen Tragflügel mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

Die erfindungsgemässe Anordnung ergibt einen äusserst leichten Tragflügel, der für hohe Anströmgeschwindigkeiten verbunden mit hohem Auftrieb für nur wenige Lastpunkte steif genug ist und durch Ober- und untere Membran ein geeignetes Tragflügelprofil besitzt.

Dadurch, dass eine Anzahl an einander anschliessender Druckzellen ohne Lastpunkte ausgebildet sind, verringert sich die Anzahl der notwendigen Leinen im leinengebundenen Betrieb. Die dafür notwendige Steifigkeit des Tragflügels wird dadurch erreicht, dass die flexiblen Seitenwände die Auftriebskräfte zugeordneter Tragflügelabschnitte aufnehmen, zum pneumatischen Träger übertragen und in diesen einleiten.

Das geringe Gewicht des Tragflügels ergibt sich aus der Verwendung von flexiblen Bauteilen, die als Gewebe ausgebildet sein können.

Es ergibt sich, dass durch die erfindungsgemässe Anordnung am Boden eine hohe Leistung erzeugt werden kann.

Der erfindungsgemässe Tragflügel wird anhand der Figuren näher beschrieben.

5

Es zeigt:

Fig. 1 einen erfindungsgemässen Tragflügel in einer Ansicht von unten,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Tragflügel von Fig. 1 am Ort einer Seitenwand,

Fig. 3 einen Abschnitt des erfindungsgemässen Tragflügels in einer Ansicht von vorne,

10 Fig. 4 eine Ansicht des erfindungsgemässen Tragflügels von vorne,

Fig. 5 eine Ansicht von unten auf einen Abschnitt des erfindungsgemässen Tragflügels,

Fig. 6 einen Abschnitt des erfindungsgemässen Tragflügels in einer Ansicht von oben,

Fig. 7 den Tragflügel in einer weiteren Ansicht von unten,

Fig. 8 den Tragflügel in einer weiteren Ansicht von oben

15 Fig. 9 eine weitere Ausführungsform einer Seitenwand

Fig. 10 einen Querschnitt durch den (vorderen) pneumatischen Träger

Fig. 11 eine Ansicht auf einen Knoten zwischen mit einander verbundenen pneumatischen Trägern

20 Figur 1 zeigt einen erfindungsgemässen Tragflügel 1 in einer Ansicht von unten. Ersichtlich sind grundsätzlich eben bzw. flach ausgebildete Abschnitte des Tragflügels, wobei diese Abschnitte gegeneinander leicht (Abschnitte A und B) bzw. stark (Abschnitte B und C) angewinkelt sind. Die gesamte Anordnung besteht im Wesentlichen aus textilem Gewebe, ist aber zugleich ausserordentlich steif, was einen Tragflügel mit hohem Auftrieb ergibt, der über Leinen

2 als Zugkraft zur Verfügung gestellt wird. Diese Anordnung erlaubt, hohe Anströmgeschwindigkeiten von beispielsweise 2 m/s bis 60 m/s oder mehr zu fahren und dabei pro m² Tragflügelfläche einen Auftrieb von ca. 50 kg oder mehr zu realisieren.

- 5 Solche Tragflügel können eine Fläche von 10m², 15m² oder bis zu mehreren Hundert m² erreichen, ohne dass die innere Struktur durch die am Tragflügel angreifenden Kräfte gefährdet überbeansprucht würde.

10 Der Tragflügel 1 besitzt in der Ausführungsform von Figur 1 fast vertikal angesetzte Endabschnitte C, die vorliegend der Ausrichtung des Tragflügels im Wind dienen, so dass dieser stets von vorne und nur wenig seitlich angeströmt wird. Dies ist insbesondere bei einem leinengeführten Tragflügel von Vorteil.

15 Die Figur zeigt ein beispielsweise textiles untere Membran 3, das die untere vom Wind umströmte Fläche des Tragflügels 1 bildet, während das entsprechende (textile) obere Membran 4 in der Figur verdeckt, also nicht ersichtlich ist. An dieser Stelle kann angemerkt werden, dass das untere Membran 3 bzw. das obere Membran 4 auch nicht textil ausgebildet sein und beispielsweise aus einer Kunststoffolie oder irgend einem anderen geeigneten Werkstoff bestehen können, der für eine Bespannung des Tragflügels geeignet ist.

20

Weiter ersichtlich sind Öffnungen 5, die sich im Staudruckbereich der Vorderkante des Tragflügelprofils befinden, so dass ein entsprechender Innenbereich des Tragflügels im Betrieb unter erhöhtem Druck steht. Grundsätzlich kann auch nur eine solche Öffnung an einem beliebigen Ort des Tragflügels mit genügendem Aussendruck vorgesehen werden. In einer nicht dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemässen Tragflügels ist solch eine Öffnung nicht
25 vorgesehen, wobei der notwendige Innendruck über eine von einem Druckspeicher gespeisten Gasdruckreservoir erzeugt wird.

Ebenfalls dargestellt sind die Verbindungslinien 6 des unteren Membrans 3 mit inneren Seitenwänden 10 (Figur 2) von inneren Druckzellen 35 (Figur 6) welche das untere Membran 3 leicht
30 einschnüren und dem Tragflügelprofil entsprechend fixieren. Dieselben einschnürenden Ver-

bindungslinien 6 im obere Membran sind in der vorliegenden Ansicht verdeckt, also nicht ersichtlich.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch den Tragflügel 1 am Ort einer Seitenwand 10, die ebenfalls flexibel ausgebildet ist, also beispielsweise aus einem textilen Gewebe (oder einem anderen geeigneten Material) bestehen kann. Die Seitenwand 10 besitzt einen Umriss 11, der im Wesentlichen dem gewünschten Tragflügelprofil des Tragflügels am Ort der Seitenwand entspricht und weist Öffnungen 12 auf, die erlauben, dass Luft durch die Seitenwand 10 hindurchtreten kann.

Ein Druckglied 13 erstreckt sich in der gezeigten, bevorzugten Ausführungsform entlang der unteren Kante der Seitenwand 10. Weiter erstreckt sich ein Zugglied 14 entlang der oberen Kante der Seitenwand 10. An der hinteren Kante 15 des Tragflügels 1 sind das Druckglied 13 und das Zugglied 14 mit einander in einem Knoten 16 wirkverbunden. Der Knoten 16 ist derart ausgestaltet, dass durch diese Verbindung im Zugglied 14 wirkende Zugkräfte am Druckglied 13 angreifen und dieses unter Druckspannung setzen können.

Das Druckglied 13 ist als dünner Stab, beispielsweise aus Kohlefaser oder Glasfaserwerkstoffen oder einem anderen geeigneten Werkstoff, und mit hoher Knickfestigkeit ausgebildet. Ebenso das Zugglied 14, das in seiner Eigenschaft als Zugglied auch flexibel ausgebildet sein könnte, hier aber bevorzugt als dünner Stab ausgebildet ist, der für den Fall einer negativen Belastung des Tragflügelabschnitts auch Zugkräfte übernehmen kann.

Am Ort des Druckglieds 13 und des Zugglieds 14 verlaufen zugleich die Verbindungslinien 6 der Seitenwand 10 mit dem obere Membran 4 und dem untere Membran 3. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Verbindung der Seitenwand 10 mit dem jeweiligen obere Membran 4 oder untere Membran 3 durch vernäht, also durch eine Naht hergestellt, wobei dann für das Druckglied 13 oder das Zugglied 14 eine an die Verbindungsstelle ebenfalls angenähte und dieser entlang verlaufende textile Tasche, analog zur Lasche 40 von Figur 11) vorgesehen ist.

Im Bereich der Vorderkante 16 des Tragflügels 1 verläuft ein pneumatischer Träger 20 quer durch den Tragflügel 1 hindurch. Der Träger besitzt eine zu einem Betriebsdruck aufblasbare, stabförmige flexible Hülle 21 sowie ein dieser zugeordnetes Druckelement 22 und ein dieser zugeordnetes Zugelement 23, welche Elemente der Länge der Hülle 21 entlang verlaufen und
5 im Betrieb (d.h. bei unter Betriebsdruck stehender Hülle 21) durch diese im Abstand von einander gehalten sind.

In der Hülle 21 ist ein flexibler, bevorzugt textiler Steg 24 angeordnet, der diese der Länge nach durchsetzt und derart bemessen ist, dass die unter Betriebsdruck stehende Hülle 21
10 durch ihn eingeschnürt wird, im gezeigten Querschnitt also eine Konfiguration ähnlich einer liegenden Acht einnimmt. Dies bedeutet wiederum, dass der Steg gespannt ist und das Zugglied 23 betriebsfähig fixieren kann. In Figur 10 ist eine konkrete Ausführungsform für die Herstellung des pneumatischen Trägers 20 dargestellt. Anhand von Figur 3 wird weiter unten die Wirkungsweise des (vorderen) pneumatischen Trägers 20 beschrieben.

Hier sei noch angemerkt, dass die Hülle 21 entweder aus gasdichtem Material bestehen, oder mit einer in sie eingelegten, gasdichten Blase ausgeführt werden kann, aber auf jeden Fall aus wenig dehnbarem, zugfestem Material besteht. Ebenso ist es denkbar, in die Druckzellen 35
15 gasdichte Blasen einzulegen, die dann ihrerseits mit den Öffnungen 5 verbunden sind.

Im hinteren Abschnitt des Tragflügelprofils befindet sich bei der dargestellten Ausführungsform ein hinterer pneumatischer Träger 27, mit einer ebenfalls auf einen Betriebsdruck aufblasbaren flexiblen Hülle 28, die mit einem Druckelement 19 und einem Zugelement 30 zusammenwirkt, wobei diese Elemente 30,31 der Länge der Hülle 28 entlang verlaufen. Im Unterschied zum (vorderen) pneumatischen Träger 20 ist bei der vorliegenden Ausführungsform
25 im hinteren pneumatischen Träger 27 kein Steg vorgesehen. Deshalb liegen sowohl das Druckelement 19 und die beiden Zugelemente 30,31 an der Hülle 28 an. Die Konfiguration und die Wirkungsweise des hinteren pneumatischen Trägers 27 sind weiter unten anhand der Figuren 5 und 6 beschrieben. Je nach der Grösse und der Auslegung des erfindungsgemässen Tragflügels kann bei einer in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsform der hintere pneumatische Träger auch weggelassen werden.
30

Figur 3 zeigt den Abschnitt A (Figur 1) des Tragflügels 1 in einer Ansicht von vorne, wobei die textilen Gewebe des obere Membrans 4, des untere Membrans 3 und der Hülle 21 des (vorderen) pneumatischen Trägers 20 durchsichtig dargestellt sind, derart, dass der Blick auf den textilen Steg 24 und das in diesem verlaufende Zugelement 23 fällt.

Die in der Figur 2 dargestellte Seitenwand befindet sich in der Figur 3 am Ort 10* oder am Ort 10**.

Das Zugelement 23 verläuft bogenförmig, vorzugsweise im Pfad einer umgekehrten Kettenlinie, am Steg 24 entlang, bevorzugt in an diesem angenähten Taschen, so dass es in grob in seiner Lage fixiert ist. An seinen Enden ist es mit dem Druckglied 22 in einem Knoten 25 wirkverbunden, wobei der Knoten 25 derart ausgebildet ist, dass durch das Zugelement 24 ausgeübter Zug auf das Druckelement 22 wirkt, welches dann entsprechend unter Druck steht, dieser Beanspruchung aber standhält, so dass der Abstand der Knoten 25 erhalten bleibt. An den Knoten 25 greifen zugleich die Leinen 2 (Figur 1) an, die Knoten 25 sind entsprechend zugleich als Lastpunkte ausgebildet.

Durch die Seitenwände 10 wird Auftrieb des Tragflügels 1 auf den (vorderen) pneumatischen Träger 20 übertragen, der entsprechen über seine Länge durch nach oben gerichtete Auftriebskräfte belastet ist. Durch die kombinierte Wirkung des Zugelements 23 und des Druckelements 22 kann der pneumatische Träger erheblich belastet werden. Die Mechanik des pneumatischen Trägers 20 ist noch nicht vollständig verstanden, lässt sich aber mit der folgenden Analogie erklären:

Durch den Innendruck im pneumatischen Träger 20 bleibt der Steg 24 stets gespannt, der Abstand zwischen dem Zugelement 23 und dem Druckelement 22 bleibt somit erhalten. Durch die wirkenden Auftriebskräfte hat der flexible Steg die Tendenz, sich zu deformieren und nach oben zu verschieben, was zum Ausbiegen nach oben und Kollabieren des pneumatischen Trägers führen würde. Das in den Knoten 25 durch die angreifenden Leinen 2 gestützte Zugglied 23 verhindert dies, ähnlich den Tragseilen einer auf dem Kopf stehenden Hängebrücke, deren

Pfeiler durch die Knoten 25 gegeben sind. Eine Deformation des Trägers 20 (wiederum: Ausbiegen nach oben, jetzt durch zusammenrücken der Knoten 25) wird nun durch das Druckglied 22 verhindert, welches die Knoten 25 auf Abstand hält, und so den Kollaps der pneumatischen und damit verformbaren Anordnung verhindert. Es ergibt sich, dass im Betrieb das Zugglied auf axialen Zug und das Druckglied auf axialen Druck belastet ist.

Im Ergebnis ist der pneumatische Träger 20 gegenüber den in ihn eingeleiteten Auftriebskräften steif, wobei die Auftriebskräfte in den Knoten 25 beispielsweise durch Leinen 2 abgenommen werden können. Die Knoten 25 sind entsprechend auch als Lastpunkte für den Tragflügel 1 ausgebildet. Bei einer nicht leinengebundenen Ausführungsform können die Knoten 25 Aufhängepunkte des Tragflügels beispielsweise an einem Rumpf darstellen.

Figur 4 zeigt den Tragflügel 1 (Figur 1) in einer Ansicht von vorne, wiederum teilweise transparent, so dass die (vorderen) pneumatischen Träger 20 mit ihrer Struktur (Steg 24, Druckelement 22 und Zugelement 23) ersichtlich sind. Im Ergebnis liegen fünf steife, superleichte, hoch beanspruchbare Tragflügelabschnitte A,B,C mit exakt definiertem Tragflügelprofil vor, geeignet, mit verschiedenen Anstellwinkeln und hohen bis höchsten Geschwindigkeiten geflogen zu werden, die bis auf die Druckelemente 22 und, je nach Ausführungsform, Zugelemente 23 aus flexiblem Material, bevorzugt aus einem textilen Gewebe bestehen.

Mit anderen Worten zeigt die Anordnung von Figur 4 einen Tragflügel mit mindestens einem in Querrichtung flach ausgebildeten Hauptabschnitt für den Auftrieb und mit an diesen anschließenden, im Winkel von dem oder den Hauptabschnitten abstehenden Endabschnitten, die ebenfalls einen querverlaufenden pneumatischen Träger mit wirkverbundenen Druck- und Zuggliedern aufweisen, wobei die aneinander angrenzenden Abschnitte der pneumatischen Träger in der Stossstelle der an einander angrenzenden Tragflügelabschnitte einen gemeinsamen Knoten aufweisen. Die konkrete Ausbildung solch eines gemeinsamen Knotens 25 wird weiter unten anhand der Figur 10 näher dargestellt.

Figur 5 zeigt eine Ansicht von unten auf den Abschnitt A des Tragflügels 1 (Figur 1), wobei das untere Membran 3 transparent gehalten ist, um die darunter liegenden Strukturen sichtbar zu

machen. Ersichtlich ist der (vordere) pneumatische Träger 20 sowie das Druckelement 22, das hier den Steg 24 (Figuren 3 und 4) verdeckt. Ebenfalls dargestellt sind die Druckglieder 13 der Seitenwände 10, die hier durch die Druckglieder 13 ebenfalls verdeckt sind.

- 5 Weiter dargestellt ist der hintere pneumatische Träger 27, mit einem Druckelement 19 und zwei Zugelementen 30,31, die sich spiralförmig um die aufblasbare, flexible Hülle 28 des hinteren pneumatischen Trägers 27 herum winden, aber in Knoten 29 mit dem Druckelement 19 wirkverbunden sind, derart, dass in den Zugelementen 30,31 wirkende Zugspannungen auf das Druckelement 19 übertragen werden können.

10

Auch bei dieser Konfiguration des pneumatischen Trägers 27 ist die Mechanik noch nicht vollständig verstanden, lässt sich aber mit der folgenden Analogie erklären:

- Durch den Innendruck in der Hülle 28 des hinteren pneumatischen Trägers 27 überträgt sich
15 eine auf dessen im Querschnitt unteren Umfang wirkende Auftriebskraft auf die Innenseite seines (im Querschnitt) oberen Umfangs, dieser obere Bereich der Hülle 28 liegt wiederum im Bereich E in den Zugelementen 30,31 auf, da sich diese im Bereich E auf dem oberen Umfang der Hülle 28 um diese herum schlingen. Dadurch wird die Hülle 28 gegen die Auftriebskräfte gestützt. Die Zugelemente 30,31 sind ihrerseits in den Knoten 29 fest gelagert, wobei die Knoten 29 auch hier als Lastpunkte ausgebildet sind, an denen Leinen 2 angreifen. Das Druckglied 19 hält die Knoten 29 auf Abstand, so dass die an sich flexible Struktur unter dem Angriff der Auftriebskräfte nicht kollabiert, sondern steif bleibt und damit ihre Funktion erfüllen kann, nämlich Auftriebskräfte der zwischen den Knoten 29 liegenden Tragflügelabschnitte A,B oder C (Figur 1) in diese einzuleiten.

25

Im Ergebnis sind die pneumatischen Träger 20,27 gegenüber den in sie eingeleiteten Auftriebskräften steif, wobei die Auftriebskräfte in den Knoten 19,29 beispielsweise durch Leinen 2 oder Haltepunkte an einem Flugzeugrumpf abgenommen werden können. Die Knoten 19,29 sind entsprechend auch als Lastpunkte für den Tragflügel 1 ausgebildet.

30

An dieser Stelle sei angemerkt, dass auch der vordere pneumatische Träger mit spiralförmig an ihm herumverlaufenden Zugelementen ausgebildet sein kann, beispielsweise in einer nur einen vorderen pneumatischen Träger umfassenden Ausführungsform. Ebenso ist eine Ausführungsform erfindungsgemäss, in der auch der hintere pneumatische Träger einen Steg mit einem darin verlaufenden Zugelement aufweist.

Figur 6 zeigt beispielhaft den Abschnitt A des Tragflügels 1 (Figur 1) in einer Ansicht von schräg oben, wobei wiederum das obere Membran 3 transparent dargestellt ist, damit der Blick auf die innere Struktur des Tragflügels 1 frei bleibt.

Ersichtlich sind der (vordere) Träger 20 mit dem Steg 24, in dem das Zugelement 23 angeordnet ist und in den Knoten 25 mit dem Druckelement 22 wirkverbunden ist. Ebenfalls dargestellt ist der hintere pneumatische Träger 27 mit seiner unter Betriebsdruck stehenden Hülle 28, dem Druckelement 19 und den beiden schraubenlinienförmig verlaufenden Zugelementen 30,31.

Weiter dargestellt sind die Seitenwände 10 mit ihren Druckgliedern 13 und Zuggliedern 14, wobei die Seitenwände mit dem oberen Membran 4 und dem unteren Membran 3 vorzugsweise vernäht sind, aber auch auf andere, dem Fachmann geläufige Art mit einander verbunden werden können.

Im Flug des Tragflügels 1 wird ein Innenbereich des Tragflügels 1, bei der dargestellten Ausführungsform der Raum zwischen neben einander liegenden Seitenwänden 10 durch den an den Öffnungen 5 herrschenden Staudruck unter erhöhten Druck gesetzt, mit der Folge, dass diese Seitenwände 10 zusammen mit dem sie überdeckenden Abschnitt des oberen Membrans 4 und des sie verbindenden Abschnitts des unteren Membrans 3 eine Druckzelle 35 bilden, wobei nur die äussersten der im Abschnitt A vorgesehenen Druckzellen 35 an der jeweils äusseren Seitenwand 10 einen Lastpunkt (hier: die Knoten 19,29) aufweisen.

Mit anderen Worten ist es so, dass der Tragflügel über seine Querabmessung in eine Anzahl neben einander angeordneter Druckzellen 35 aufgeteilt ist, die keine Lastpunkte aufweisen.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind dies vier Druckzellen 35, wobei deren Anzahl je nach der konkreten Ausbildung des erfindungsgemässen Tragflügels variieren kann.

Bevorzugt sind die Seitenwände 10 mit der Hülle 21 des (vorderen) pneumatischen Trägers 20 vernäht, ebenso mit der Hülle 28 des hinteren pneumatischen Trägers 27 und greifen damit die pneumatischen Träger 20,27 betriebsfähig an (vorliegend umgreifen die Seitenwände 10 die Träger 20,27 vollständig), d.h. derart, dass in sie eingeleitete Auftriebskräfte wiederum in die pneumatischen Träger 20,27 eingeleitet werden, mindestens teilweise in deren Druckglieder 22,29 und eventuell teilweise in deren Hüllen 21,28.

10

Diese Verbindung der Seitenwände 10 mit den pneumatischen Trägern 20,27 kann gemäss einer in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsform auch über dem Querschnitt der Träger 20,27 angepasste ringförmige Kopplungsglieder, beispielsweise aus einem Kunststoff oder Kohlefaserwerkstoff, die den Träger umgreifen, vorgesehen werden. Betriebsfähig ist die Verbindung dann, wenn die Auftriebskräfte im Flugbetrieb zuverlässig aus den Seitenwänden 10 in die pneumatischen Träger 20,27 eingeleitet werden.

15

Bevorzugt sind die Seitenwände 10 der Druckzellen 35 direkt mit dem oberen Membran 4 und dem unteren Membran 3 verbunden, derart, dass Abschnitte des oberen Membrans 4 und des unteren Membrans 3 die Oberseite sowie die Unterseite der Druckzellen 35 bilden und damit die auf sie wirkenden Auftriebskräfte in die Seitenwände eingeleitet werden.

20

Die im Flug durch die Auftriebskräfte belasteten Bereiche des oberen Membrans 4 und des unteren Membrans 3 stützen sich so auf den Seitenwänden 35 ab, die ihrerseits durch den in den Druckzellen 35 herrschenden Betriebsdruck gespannt und damit steif sind. Entsprechend werden die Auftriebskräfte in die Seitenwände 10 eingeleitet und von diesen wiederum (s. oben) in die pneumatischen Träger eingeleitet.

25

Mit anderen Worten ist es so, dass die Oberflächen des Tragflügels durch ein flexibles oberes Membran 4 und ein flexibles unteres Membran 3 gebildet werden, und er über seine Querausmessung in eine Anzahl neben einander angeordnete Druckzellen 35 ohne Lastpunkte aufge-

30

teilt ist, deren flexible Seitenwände 10 im Umriss im Wesentlichen dem Tragflügelprofil entsprechen, durch den Betriebsdruck in der Druckzelle 35 gespannt werden und am pneumatischen Träger 20,27 betriebsfähig angreifen, derart, dass im Betrieb Auftriebskräfte eines jeweils zugeordneten Tragflügelabschnitts in die Seitenwände und von diesen in den pneumatischen Träger eingeleitet werden.

Die durch die Seitenwände 10 übertragbaren Auftriebskräfte werden in einer bevorzugten Ausführungsform erhöht durch die Kombination der an den Kanten der Seitenwände vorgesehenen Druckglieder 13 und Zugglieder 14, die bevorzugt an ihren Enden in einem Knoten wirkverbunden sind, wobei der Knoten ausgebildet ist, in den Zuggliedern herrschenden Zug auf die Druckglieder zu übertragen. In der in der Figur 6 gezeigten Ausführungsform werden die Knoten durch die pneumatischen Träger 20,27 gebildet, indem die Enden der Druckglieder 13 und Zugglieder 14 an deren Hüllen 21,28 festgelegt werden. Im Fall des pneumatischen Trägers 20 können die Druck- bzw. Zugglieder 13,14 auch am Steg festgelegt werden, beispielsweise durch eine an diesem angenähte Schlinge, die in eine Rille oder an einem Querbolzen am Ende des Druck- oder Zugglieds 13,14 angreift (analog zur Befestigung der Zugelemente gemäss Figur 11).

Auf das untere Membran 3 wirkende Auftriebskräfte pressen den entsprechenden, zwischen zwei Seitenwänden 10 liegenden Abschnitt des unteren Membrans 3 nach oben, wobei dieser jedoch auf dem Druckkissen ruht, das durch den in den Druckzellen 35 wirkenden Betriebsdruck erzeugt wird. Das Druckkissen seinerseits leitet die Auftriebskräfte in den entsprechenden Abschnitt des oberen Membrans 3 ein, welcher wiederum durch die Zugglieder 14 nieder gehalten wird (s. dazu die Beschreibung zu Figur 2, wonach die Zugglieder 14 in Laschen gehalten sind, die wiederum an der Seitenwand 10 angenäht sind). Eine Deformation der Seitenwand in Längsrichtung des Tragflügels wird nun durch das Druckglied 13 verhindert, welches die beiden pneumatischen Träger 20,27 auf konstantem Abstand hält.

Es ergibt sich, dass die Seitenwände 10 im Verbund mit dem Druckglied 13 und dem Zugglied 14, die an ihren Enden wirkverbunden sind, sehr hohe Auftriebskräfte in die pneumatischen Träger 20,27 einleiten können.

Die Figuren 7 und 8 zeigen den Tragflügel 1 in einer Ansicht von unten (Fig. 7) und von oben (Fig. 8), wobei das untere Membran 3 sowie das obere Membran 4 transparent gehalten sind, um die innere Struktur des Tragflügels 1 zu zeigen. Unter anderem ist ersichtlich, dass die Stege 24 der pneumatischen Träger 20 aus einem fortlaufenden textilen Streifen gebildet sind, der ohne Unterbrechung durch das Ende des einen Trägers 20 hindurch verläuft und sich im nächsten Träger 20 fortsetzt.

In Figur 7 sind die Druckglieder 13 und Zugglieder 14 über den (vorderen) pneumatischen Träger 20 hinaus gezogen, wie dies näher in Figur 9 dargestellt ist.

Figur 9 zeigt eine Seitenwand 10 mit Lastpunkten, d.h. am Ort der Knoten 19,29. Im Gegensatz zu der Konfiguration von Figur 2 sind das Druckglied 13 und das Zugglied 14 über den(vorderen) pneumatischen Träger 20 weiter nach vorne gezogen, bevorzugt einstückig um die vordere Kante des Tragflügels herum. Dies stabilisiert die vordere Kante zusätzlich zum Überdruck aufgrund der Öffnungen 5 vorteilhaft obere Membranuntere Membrangegegenüber den Kräften aufgrund des anströmenden Windes.

Ebenso im Bereich der hinteren Kante des Tragflügels, wo durch die nach hinten über den hinteren pneumatischen Träger hinaus gezogenen Druck- und Zugglieder 13,14 eine vorteilhaft eine einwandfreie aerodynamische Formgebung des oberen Membrans 4 und des unteren Membrans 3 erreicht wird.

Figur 10 zeigt einen Querschnitt durch den (vorderen) pneumatischen Träger 20. Dargestellt ist die Hülle 21, sowie der hier doppelt ausgeführte Steg 24, in dem das Zuelement 23 angeordnet ist. Das Druckglied 22 befindet sich in einer Lasche 40.

Die Figur zeigt, dass der hier durch zwei flexible Gewebe je eine Hälfte der Hülle und des doppelwandigen Stegs gebildet wird, was unter anderem auf besonders einfache Weise erlaubt, das Zuelement mit Hilfe eines Verstärkungsstreifens 42 über Nähte 41 in seiner Lage zu fixieren.

Nähte 43 fixieren das Druckglied 22 zwischen den Wänden des Stegs 24 und damit auch an der Hülle 21.

- 5 Die dargestellte Anordnung ermöglicht das oben beschriebene Zusammenwirken der Elemente des pneumatischen Trägers 20.

Figur 11 zeigt beispielhaft einen Knoten 29 zwischen zwei benachbarten (vorderen) pneumatischen Trägern 20. Die Enden der auf einander zulaufenden Druckelemente 22 besitzen Querbolzen, in welche Schlingen 46 am Ende der zugeordneten Zugelemente 23 eingehängt sind. Zwischen diesen Schlingen ist eine Leine 2 über ihre Endschleufe 2' angeordnet. Durch diese Konfiguration wird die oben beschriebene Funktion der Knoten 29 sichergestellt.

Bevorzugt sind die beiden an einander stossenden Druckelemente 23 mit einander über ein elastisch deformierbares Element, vorzugsweise ein aus Gummi bestehendes Winkelstück 47, verbunden, was der Verbindung zwischen den Abschnitten A,B und C des Tragflügels 1 eine gewisse Elastizität verleiht, so dass Spannungsspitzen in diesem Bereich vermieden werden können.

- 20 Die Knoten 35 der hinteren pneumatischen Träger 27 können grundsätzlich gleich aufgebaut werden, jedoch mit dem Unterschied, dass dann je zwei Zugelemente mit den entsprechenden Schlingen in die Querbolzen eingehängt sind.

Bei einer in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsform ist wenigstens einer der pneumatischen Träger mit einer Hülle versehen, die nicht zylindrisch, sondern spindelförmig ausgebildet ist, wobei dann das Druckelement und das Zugelement einer Mantellinie der Spindel entlang verlaufen und die Knoten an den Spitzen der Spindel vorgesehen sind. Dann ist auch das Zugelement als auf Druck belastbarer Stab ausgebildet, während das Druckelement auch Zug aufnehmen kann. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass dann der erfindungsgemässe Tragflügel auch bei ausserordentlichem negativen Auftrieb nicht versagt. Mit anderen Worten ist das Zugelement 23,30,31 in wenigstens einem der pneumatischen Träger 20,27

steif, zur Aufnahme von auch Druck, und das diesem zugeordnete Druckelement 22,19 auch zugfest ausgebildet.

Erfindungsgemäss ist auch eine Ausführungsform mit den folgenden Merkmalen: Tragflügel mit einer pneumatischen Tragstruktur, die einen quer durch ihn hindurch verlaufenden pneumatischen Träger aufweist, wobei der Träger eine zu einem Betriebsdruck aufblasbare, stabförmige flexible Hülle sowie ein dieser zugeordnetes Druckelement und ein dieser zugeordnetes Zugelement aufweist, welche die unter Betriebsdruck stehende Hülle versteifen und an ihren Enden mit einander in einem Knoten wirkverbunden sind, wobei an dessen Vorderkante im Staudruckbereich mindestens eine Öffnung vorgesehen ist, derart, dass im Betrieb ein Innenbereich des Tragflügels unter erhöhtem Druck steht. Solch eine Ausführungsform kann dann mit Merkmalen entsprechend der abhängigen Ansprüche ergänzt werden, d.h. insbesondere mit im Tragflügel vorgesehenen Druckzellen 35, deren Seitenwände durch den Betriebsdruck gespannt sind. Jedoch sind, wie erwähnt, alle Abwandlungen mit den Merkmalen nach einem oder mehreren der abhängigen Ansprüche ebenfalls erfindungsgemäss.

Patentansprüche

1. Tragflügel mit einer pneumatischen Tragstruktur, die einen quer durch ihn hindurch verlaufenden pneumatischen Träger (20,27) aufweist, wobei der Träger (20,27) eine zu einem Betriebsdruck aufblasbare, langgestreckte flexible Hülle (21,28) sowie ein dieser zugeordnetes Druckelement (22,19) und ein dieser zugeordnetes Zugelement (23,30,31) aufweist, welche Elemente der Länge der Hülle (21,28) entlang verlaufen und im Betrieb durch diese im Abstand von einander gehalten sind, wobei das Druckelement (22,19) und das Zugelement (23,30,31) an ihren Enden mit einander in je einem Knoten (25,29) wirkverbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen des Tragflügels durch eine flexible obere Membran (4) und eine flexible untere Membran (3) gebildet werden, und er über seine Querabmessung in eine Anzahl neben einander angeordnete Druckzellen (35) ohne Lastpunkte aufgeteilt ist, deren flexible Seitenwände (10) im Umriss im Wesentlichen dem Tragflügelprofil entsprechen, durch den Betriebsdruck in der Druckzelle (35) gespannt werden und am pneumatischen Träger (20,27) betriebsfähig angreifen, derart, dass im Betrieb Auftriebskräfte eines jeweils zugeordneten Tragflügelabschnitts in die Seitenwände (10) und von diesen in den pneumatischen Träger (20,27) eingeleitet werden.
2. Tragflügel nach Anspruch 1, mit mindestens einem in Querrichtung flach ausgebildeten Hauptabschnitt (A,B) für den Auftrieb und mit an diesen anschliessenden, im Winkel von diesem mindestens einen Hauptabschnitt abstehenden Endabschnitten (C), die ebenfalls einen querverlaufenden pneumatischen Träger (20,27) mit wirkverbundenen Druck- und Zuggliedern aufweisen, wobei die aneinander angrenzenden Abschnitte (A,B,C) der pneumatischen Träger (20,27) in der Stossstelle der Tragflügelabschnitte einen gemeinsamen Knoten (25,29) aufweisen.
3. Tragflügel nach Anspruch 2, wobei die gemeinsamen Knoten (25,29) ein zwischen den Druck- und Zuggliedern des einen und den Druck- und Zuggliedern des anderen pneumatischen Trägers (20,27) angeordnetes elastisches Element (47) aufweisen

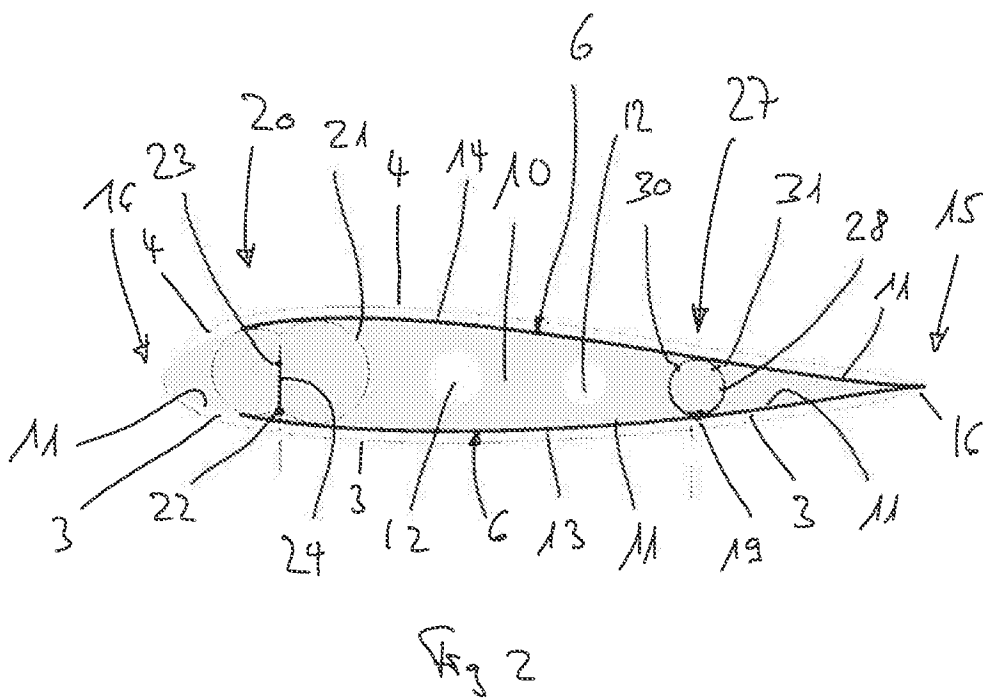
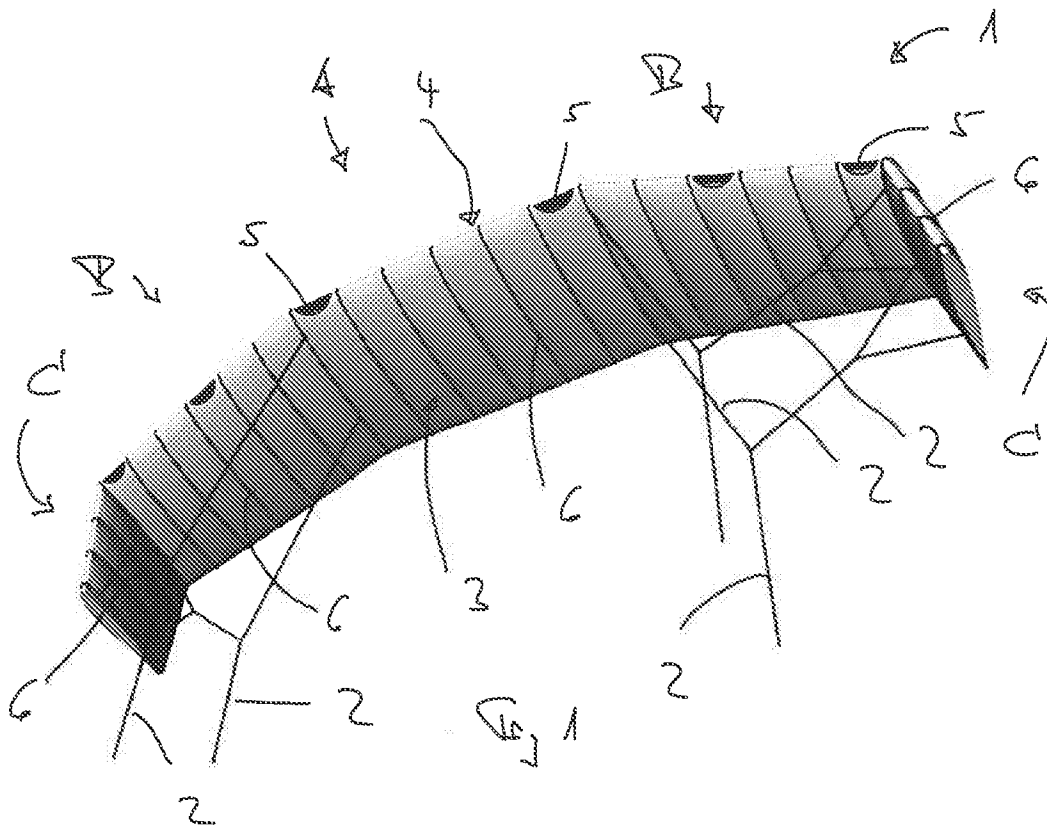
4. Tragflügel nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der pneumatische Träger (20,27) einen diesen längs durchsetzenden Steg (24) aufweist, in welchem das Zugelement (23) verläuft, wobei der Steg (24) durchgehend vom pneumatischen Träger (20,27) des Hauptabschnitts in den pneumatischen Träger (20,27) des jeweiligen Endabschnitts hindurch verläuft und sich in diesem fortsetzt.
5
5. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei die Seitenwände (10) der Druckzellen (35) mit der oberen Membran (4) und der unteren Membran (3) verbunden sind, derart, dass Abschnitte der oberen Membran (4) und der unteren Membran (3) die Oberseite sowie die Unterseite der Druckzellen (35) bilden und die auf sie wirkenden Auftriebskräfte in die Seitenwände (10) eingeleitet werden.
10
6. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei Seitenwände (10) der Druckzellen (35) ihrerseits ein Druck- und ein Zugglied (13,14) aufweisen, die vorzugsweise an ihren Endbereichen in einem Knoten wirkverbunden sind.
7. Tragflügel nach Anspruch 6, wobei die vorderen Endbereiche des Druck- und des Zugglieds (13,14) je mit dem vorderen pneumatischen Träger (20) und damit über diesen mit einander wirkverbunden sind, derart, dass dieser in der Seitenwand (10) den vorderen Knoten für das Druck- und das Zugglied (13,14) bildet.
15
8. Tragflügel nach Anspruch 6, wobei die vorderen Enden des Druck- und des Zugelements bis zum vorderen Ende der Seitenwand (10) verlaufen und dort vorzugsweise einstückig in einander übergehen.
20
9. Tragflügel nach Anspruch 6, wobei das Druckglied (13) der unteren Kante der Seitenwand (10) und vorzugsweise das Zugglied (14) der oberen Kante der Seitenwand (10) entlang verläuft.
10. Tragflügel nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Zugelement (23,30,31) und/oder das Zugglied (14) flexibel ausgebildet sind.
25
11. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei im Bereich seiner Hinterkante ein hinterer pneumatischer Träger (27) angeordnet ist, dessen flexible, aufblasbare Hülle (28) unter Betriebs-

druck mit einem Druckelement (19) und einem Zugelement (30,31) zusammenwirkt, wobei Zug- und Druckelement (19,30,31) endseitig in einem Knoten (29) mit einander wirkverbunden sind.

- 5 12. Tragflügel nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Zugelement (23,30,31) in wenigstens einem der pneumatischen Träger (20,27) steif, zur Aufnahme von auch Druck, und das diesem zugeordnete Druckelement (22,19) auch zugfest ausgebildet ist.
13. Tragflügel nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei vorzugsweise an dessen Vorderkante im Staudruckbereich mindestens eine Öffnung (5) vorgesehen ist, derart, dass im Betrieb ein Innenbereich des Tragflügels unter erhöhtem Druck steht.
- 10 14. Tragflügel nach Anspruch 13, wobei die mindestens eine Öffnung (5) mit einer zugeordneten Druckzelle (35) verbunden ist und wobei deren Seitenwände (10) ihrerseits eine Öffnung (12) zu einer benachbarten Druckzelle (35) aufweisen.
15. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei die Knoten (25,29) des pneumatischen Trägers (20,) als Lastpunkte ausgebildet sind.
- 15 16. Tragflügel nach Anspruch 15, wobei die Knoten (29,35) des hinteren pneumatischen Trägers (27) als Lastpunkte ausgebildet sind.
17. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei ein weiterer, hinterer pneumatischer Träger (27) vorgesehen ist, der zum pneumatischen Träger (20) im Wesentlichen parallel verläuft und der mit den Seitenwänden (10) der Druckzellen (35) wirkverbunden ist, derart, dass im
20 Betrieb Auftriebskräfte eines jeweils zugeordneten Tragflügelabschnitts in die Seitenwände (10) und von diesen in den hinteren pneumatischen Träger (27) eingeleitet werden.
18. Tragflügel nach Anspruch 1, wobei der pneumatische Träger (20) einen diesen längs durchsetzenden Steg (24) aufweist, in dem das Zugelement (23) angeordnet ist.
- 25 20. Tragflügel nach Anspruch 17, wobei am hinteren pneumatischen Träger (27) mehrere Zugelemente (30,31) vorgesehen sind, die die Hülle (30) des hinteren pneumatischen

Trägers (27) spiralförmig umschlingen und an ihren Enden mit den Enden des Druckelements (19) in einem Knoten (29) wirkverbunden sind.

21. Tragflügel mit einer pneumatischen Tragstruktur, die einen quer durch ihn hindurch verlaufenden pneumatischen Träger (20,27) aufweist, wobei der Träger eine zu einem Betriebsdruck aufblasbare, stabförmige flexible Hülle (21,28) sowie ein dieser zugeordnetes Druckelement (22,19) und ein dieser zugeordnetes Zuelement (23,30,31) aufweist, welche die unter Betriebsdruck stehende Hülle (21,28) versteifen und an ihren Enden mit einander in einem Knoten (25,29) wirkverbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass an dessen Vorderkante im Staudruckbereich mindestens eine Öffnung (5) vorgesehen ist, derart, dass im Betrieb ein Innenbereich des Tragflügels unter erhöhtem Druck steht.
22. Tragflügel nach Anspruch 13, wobei die mindestens eine Öffnung (5) mit einer zugeordneten, im Tragflügel längs verlaufenden Druckzelle (35) verbunden ist und wobei deren Seitenwände (10) ihrerseits eine Öffnung (12) zu einer benachbarten Druckzelle (35) aufweisen.



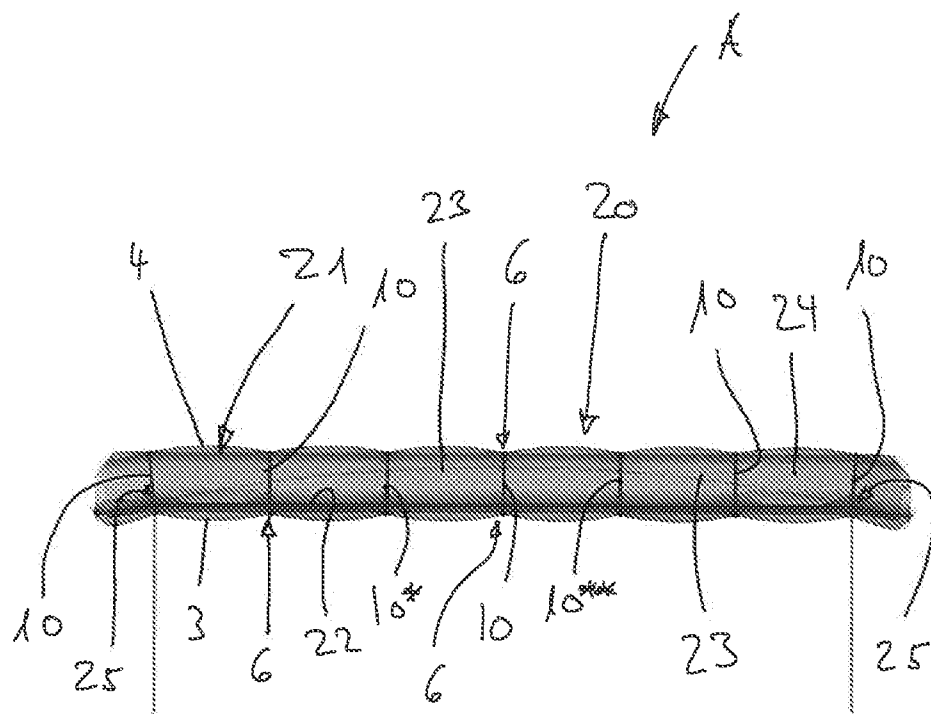
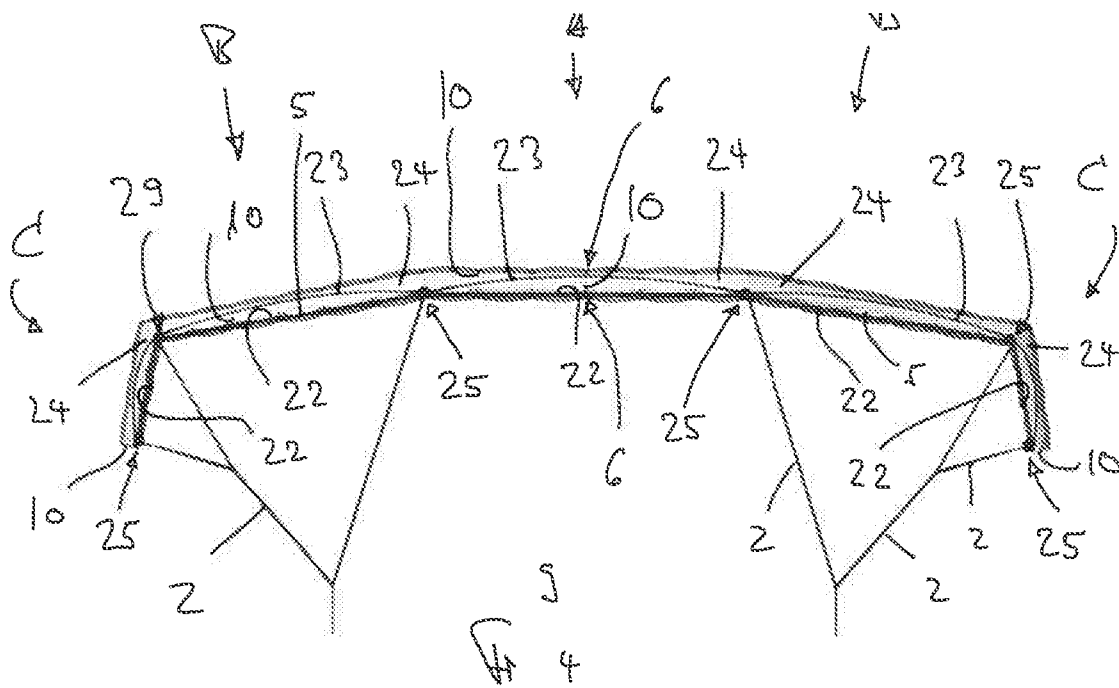


Fig 3



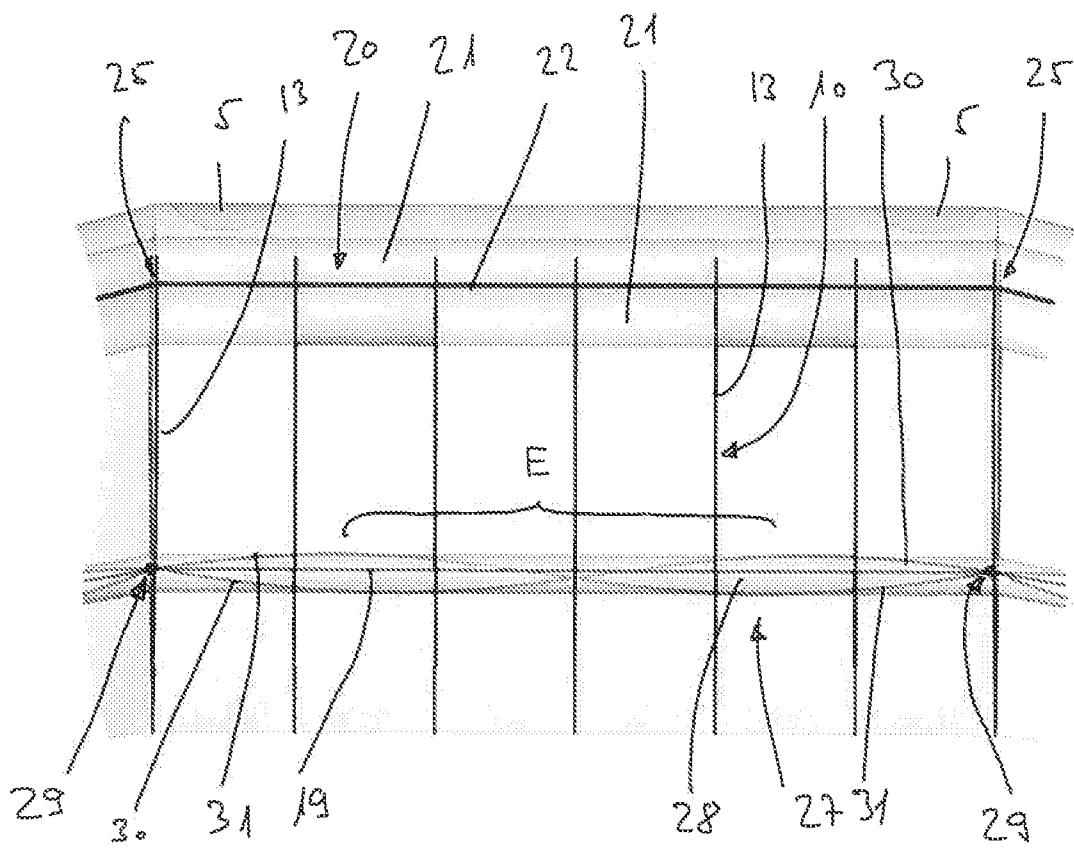


Fig. 5

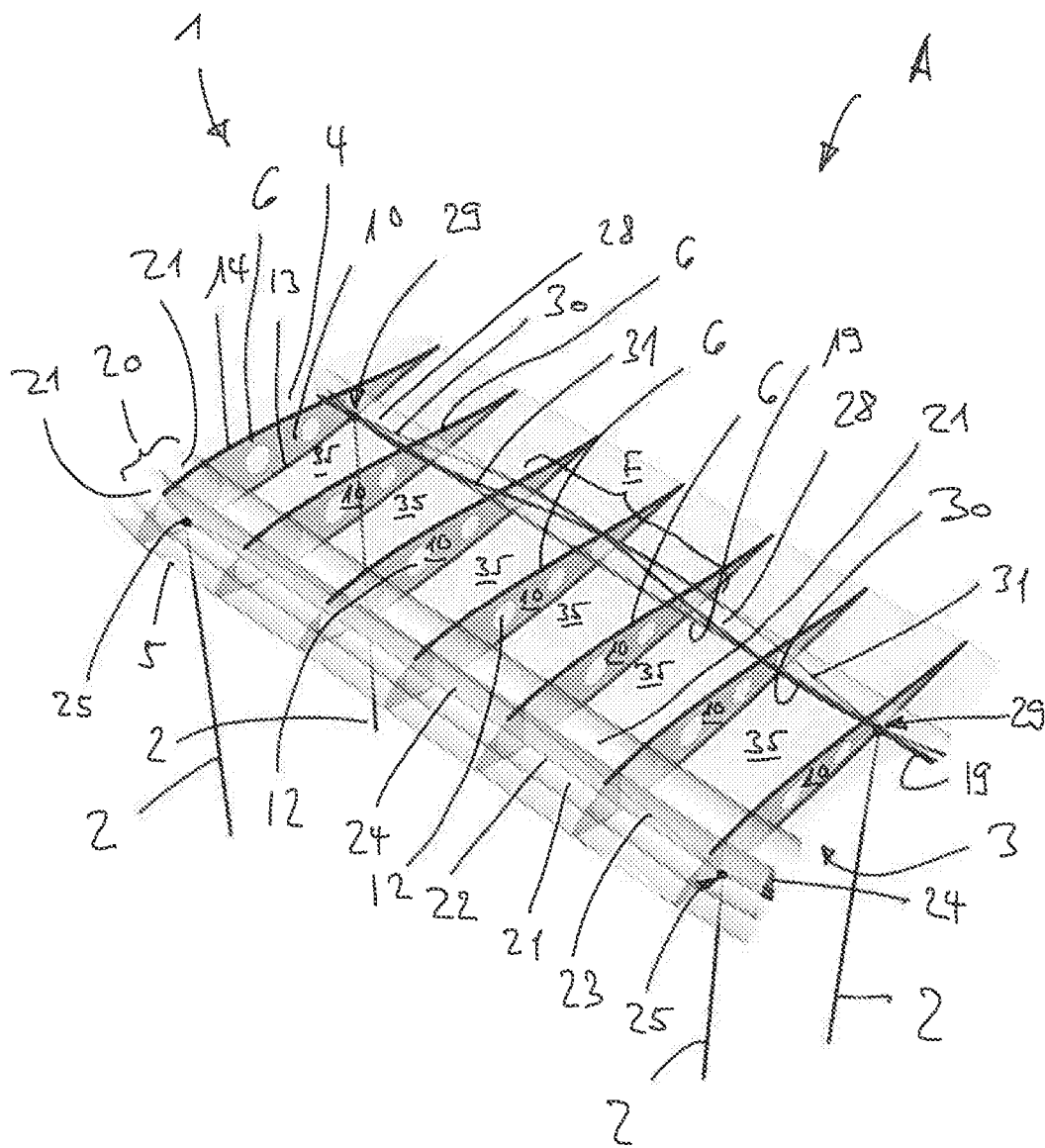


Fig 3

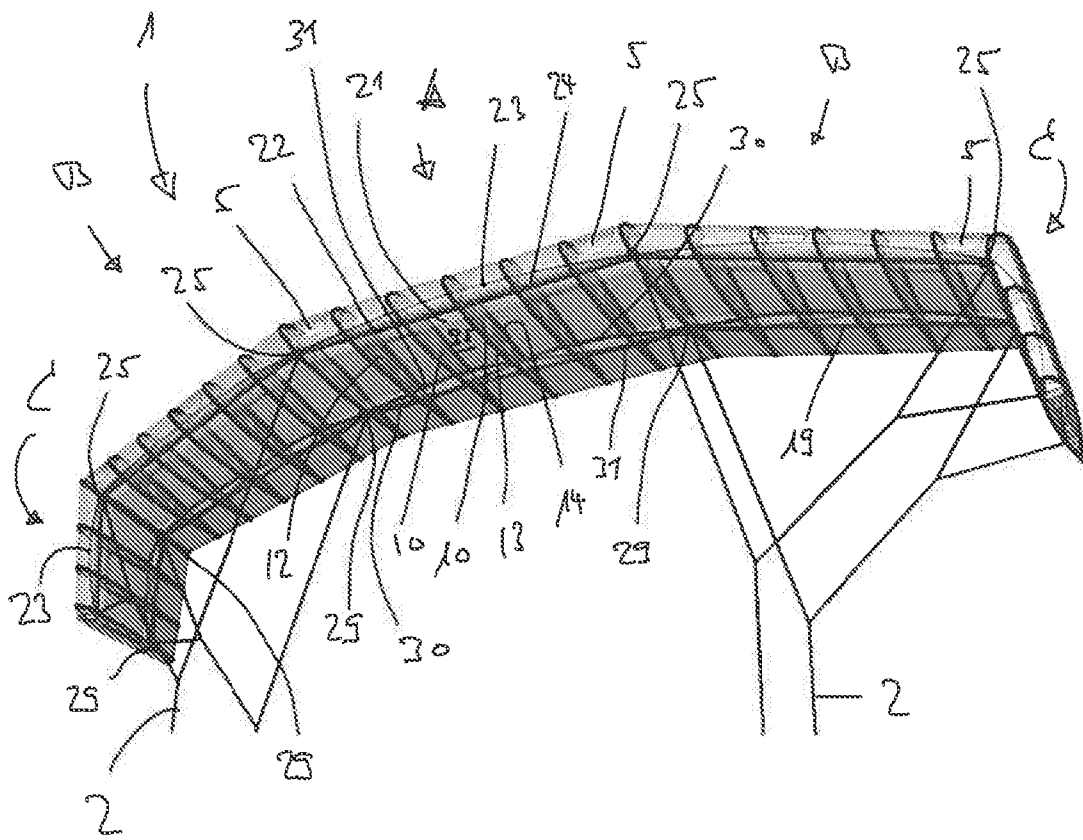


Fig 7

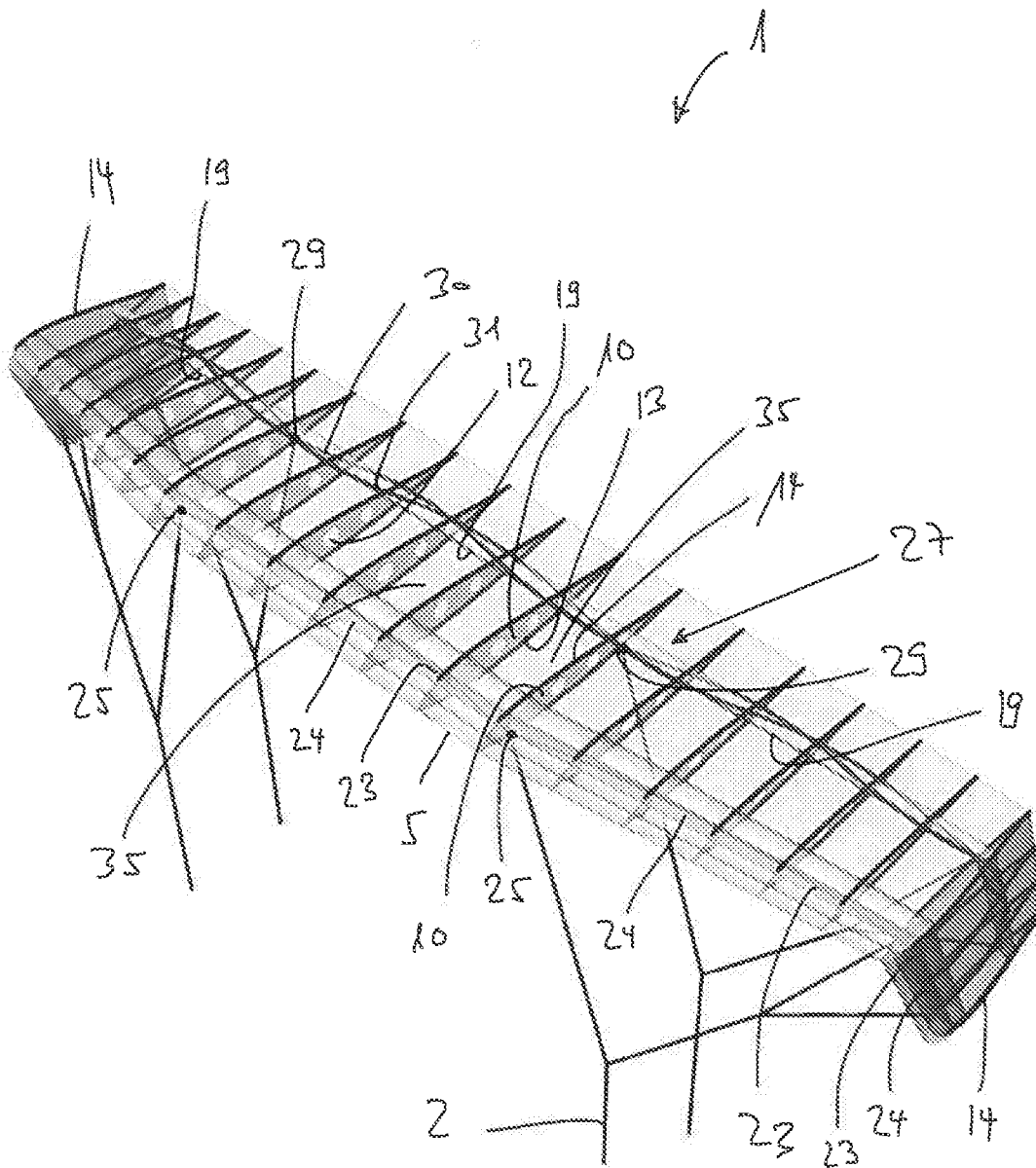
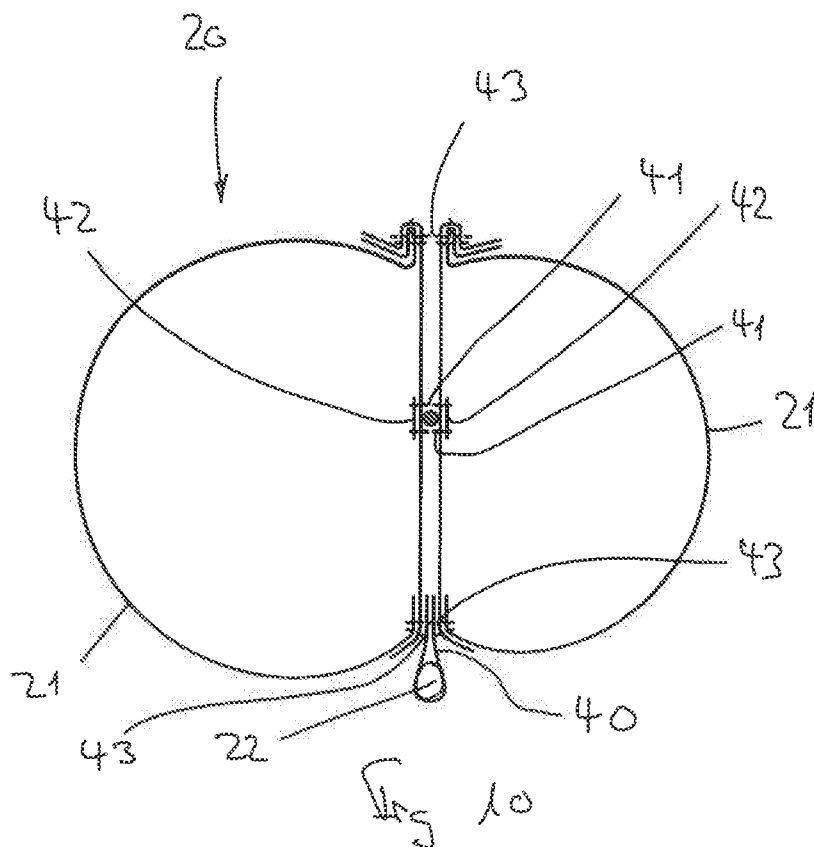
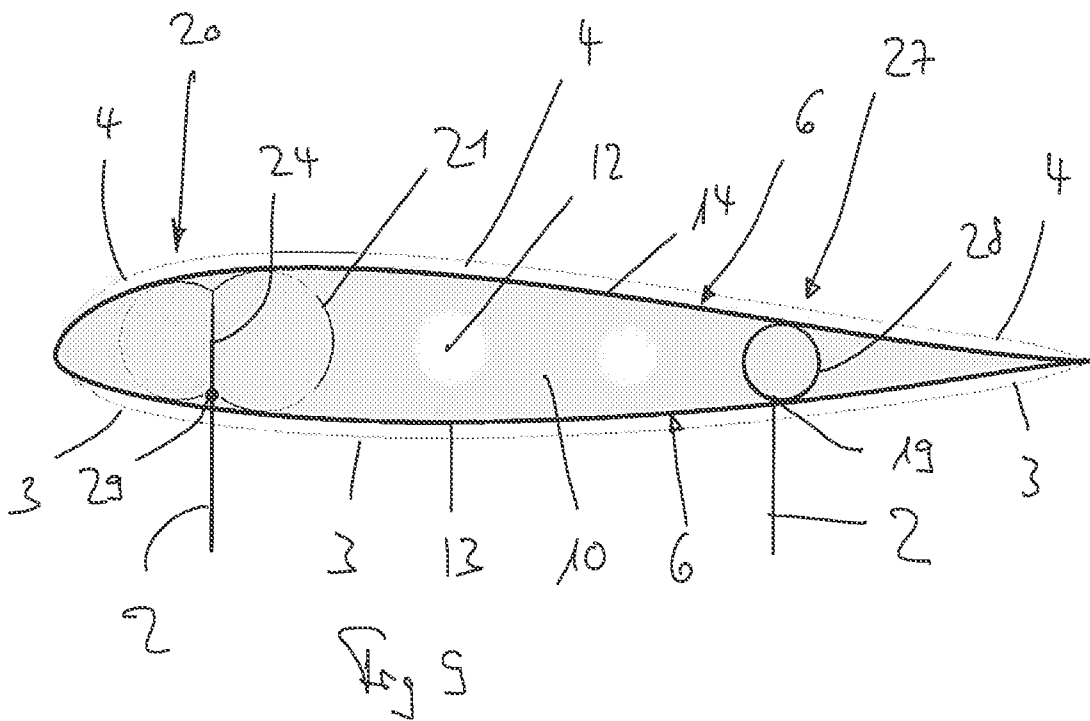


Fig. 8



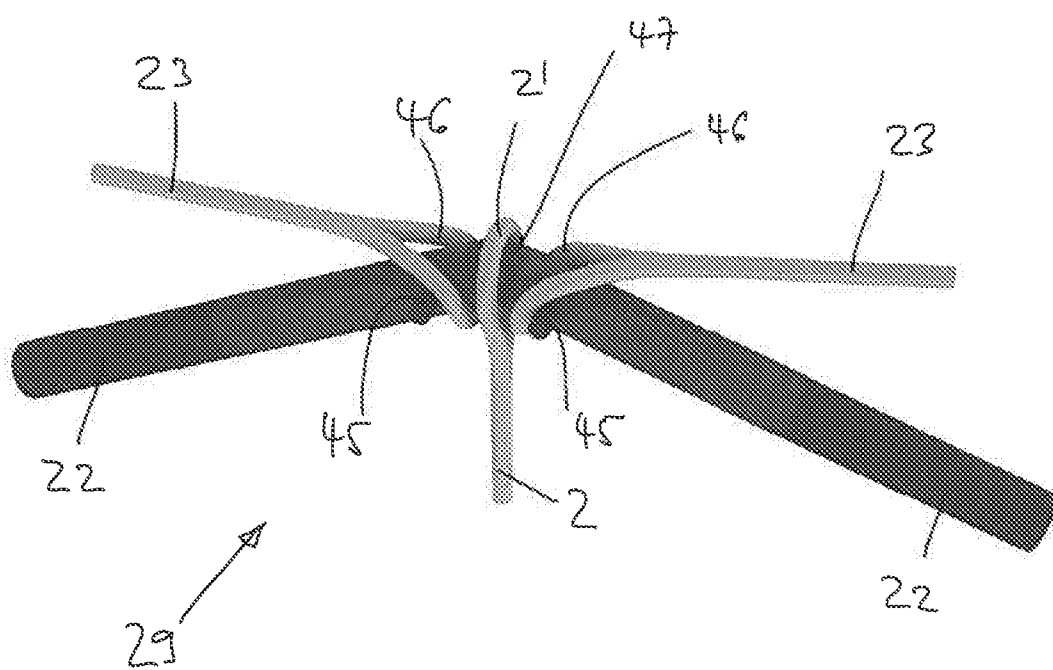


Fig 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/CH2013/000025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B63B35/79 B64C31/06
ADD.

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)

B63B B63H B64C A63H

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	WO 2011/155850 A1 (AQUADRIA KITE DESIGN LTD [NZ]; ROAKE RICHARD JOHN [NZ]) 15 December 2011 (2011-12-15)	1,2,4-6, 8-14,17, 18,20,21
A	page 13, line 7 - page 16, line 20; figures 1-4	3,7,15, 16,19
A	----- US 4 129 272 A (JONES ANDREW W ET AL) 12 December 1978 (1978-12-12)	1,20
A	column 2, line 40 - column 4, line 7; figures 1-5	
A	----- DE 43 08 437 A1 (MELITOPOULOS JORDANIS [DE]) 22 September 1994 (1994-09-22)	1,20
	column 5, line 17 - column 7, line 24; figures 1-7	
	----- -/-	



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

9 April 2013

Date of mailing of the international search report

16/04/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raffaelli, Leonardo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/CH2013/000025

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/199489 A1 (BROWN GLEN J [US]) 13 August 2009 (2009-08-13) paragraph [0011] - paragraph [0022]; figures 1-6 -----	1,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2013/000025

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011155850 A1	15-12-2011	NZ 585881 A	29-10-2010
		WO 2011155850 A1	15-12-2011

US 4129272 A	12-12-1978	CA 1086286 A1	23-09-1980
		DE 2737597 A1	02-03-1978
		GB 1585099 A	25-02-1981
		US 4129272 A	12-12-1978

DE 4308437 A1	22-09-1994	NONE	

US 2009199489 A1	13-08-2009	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2013/000025

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B63B35/79 B64C31/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B63B B63H B64C A63H

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	WO 2011/155850 A1 (AQUADRIA KITE DESIGN LTD [NZ]; ROAKE RICHARD JOHN [NZ]) 15. Dezember 2011 (2011-12-15)	1,2,4-6, 8-14,17, 18,20,21
A	Seite 13, Zeile 7 - Seite 16, Zeile 20; Abbildungen 1-4	3,7,15, 16,19
A	----- US 4 129 272 A (JONES ANDREW W ET AL) 12. Dezember 1978 (1978-12-12)	1,20
A	Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 7; Abbildungen 1-5	
A	----- DE 43 08 437 A1 (MELITOPOULOS JORDANIS [DE]) 22. September 1994 (1994-09-22)	1,20
	Spalte 5, Zeile 17 - Spalte 7, Zeile 24; Abbildungen 1-7	
	----- -/-	

☒ 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
9. April 2013	16/04/2013
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 Raffaelli, Leonardo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2009/199489 A1 (BROWN GLEN J [US]) 13. August 2009 (2009-08-13) Absatz [0011] - Absatz [0022]; Abbildungen 1-6 -----	1,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2013/000025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2011155850	A1	15-12-2011	NZ	585881 A	29-10-2010
			WO	2011155850 A1	15-12-2011

US 4129272	A	12-12-1978	CA	1086286 A1	23-09-1980
			DE	2737597 A1	02-03-1978
			GB	1585099 A	25-02-1981
			US	4129272 A	12-12-1978

DE 4308437	A1	22-09-1994	KEINE		

US 2009199489	A1	13-08-2009	KEINE		
