



(10) **DE 10 2019 129 998 B4** 2022.04.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 129 998.5**
(22) Anmeldetag: **07.11.2019**
(43) Offenlegungstag: **12.05.2021**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.04.2022**

(51) Int Cl.: **B64D 27/00 (2006.01)**
B64D 27/20 (2006.01)
B64D 29/00 (2006.01)
B64C 1/16 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
53227 Bonn, DE**

(72) Erfinder:
**Lange, Fabian, 31137 Hildesheim, DE; Wegener,
Patrick, 38108 Braunschweig, DE**

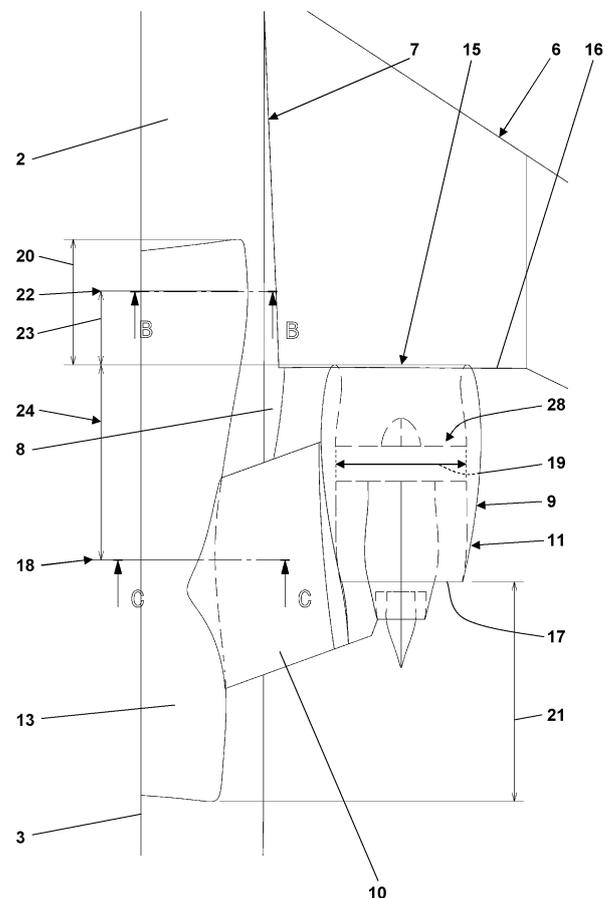
(74) Vertreter:
**REHBERG HÜPPE + PARTNER Patentanwälte
PartG mbB, 37073 Göttingen, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Flugzeug mit Strahltriebwerken oberhalb der Tragflügel und mit einer lokalen Erweiterung des Rumpfs zur Reduktion aerodynamischer Widerstände bei transsonischen Fluggeschwindigkeiten**

(57) Hauptanspruch: Flugzeug (1) mit

- einem sich längs einer Mittelachse (3) erstreckenden Rumpf (2),
- einem Paar von Tragflügeln (6), die in Flügelanschlussbereichen (7) unterhalb der Mittelachse (3) seitlich an den Rumpf (2) anschließen, und
- einem Paar von Strahltriebwerken (9), die in einem vertikalen Abstand (29) oberhalb der Tragflügel (6) und in einem horizontalen Abstand (30) zu dem Rumpf (2) an Pylonen (10) gelagert sind,
- wobei die Strahltriebwerke (9) und die Pylone (10) längs der Mittelachse (3) nicht vor einer Mitte der Flügelanschlussbereiche (7) beginnen,
- wobei sich eine Grundform des Rumpfs (2), die runde oder abgerundete Grundquerschnitte (26) senkrecht zu der Mittelachse (3) aufweist, längs der Mittelachse (3) stetig über die Flügelanschlussbereiche (7), die Strahltriebwerke (9) und die Pylone (10) hinweg erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rumpf (2) oberhalb der Mittelachse (3) eine lokale Erweiterung (13) seiner Grundform aufweist,
- die längs der Mittelachse (3) in einem ersten Abstand (20) vor einem vordersten Punkt der Strahltriebwerke (9) und der Pylone (10) beginnt und in einem zweiten Abstand (21) hinter einem hintersten Punkt der Strahltriebwerke (9) und der Pylone (10) endet und
- die die Grundquerschnitte (26) der Grundform oberhalb der Mittelachse (3) um Querschnittserweiterungsflächen (25) erweitert,
- wobei die Querschnittserweiterungsflächen (25) längs der Mittelachse (3) zunächst von null anwachsen, dann wieder abnehmen, um ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2017 124 049	A1
DE	932 410	B
US	2009 / 0 206 206	A1
US	2011 / 0 095 137	A1
US	2012 / 0 119 019	A1
US	2012 / 0 119 023	A1
US	2013 / 0 214 090	A1
US	4 311 289	A
WO	2004/ 043 780	A2
WO	2012/ 112 408	A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Flugzeug mit einem sich längs einer Mittelachse erstreckenden Rumpf, mit einem Paar von Tragflügeln, die in Flügelanschlussbereichen unterhalb der Mittelachse seitlich an den Rumpf anschließen, und mit einem Paar von Strahltriebwerken, die in einem vertikalen Abstand oberhalb der Tragflügel und in einem horizontalen Abstand zu dem Rumpf an Pylonen gelagert sind. Die Strahltriebwerke und die Pylone beginnen längs der Mittelachse nicht vor einer Mitte der Flügelanschlussbereiche. Eine Grundform des Rumpfs, die runde oder abgerundete Grundquerschnitte senkrecht zu der Mittelachse aufweist, erstreckt sich längs der Mittelachse stetig über die Flügelanschlussbereiche, die Strahltriebwerke und Pylone hinweg.

[0002] Insbesondere handelt es sich bei dem Flugzeug um ein Verkehrsflugzeug.

STAND DER TECHNIK

[0003] Viele aktuelle Verkehrsflugzeuge weisen zwei Strahltriebwerke auf, die unterhalb ihrer Tragflügel angeordnet sind. Der Wirkungsgrad von Strahltriebwerken kann durch Erhöhen des Nebenstromverhältnisses verbessert werden. Das Nebenstromverhältnis bezeichnet das Verhältnis zwischen dem Luftmassenstrom, der nach dem Triebwerksfan außen an der Gasturbine des jeweiligen Strahltriebwerks vorbeigeführt wird, d. h. dem Nebenstrom, und dem Luftmassenstrom, der die Gasturbine des jeweiligen Strahltriebwerks passiert, d. h. dem Kernstrom. Bei den Strahltriebwerken einiger aktueller Flugzeuge liegt das Nebenstromverhältnis bereits bei 10:1 oder sogar darüber. Die Erhöhung des Nebenstromverhältnisses hat eine Vergrößerung der Triebwerksdurchmesser zur Folge. Unterhalb der Tragflügel sind dieser Vergrößerung geometrische Grenzen gesetzt, beispielsweise durch eine notwendige Fahrwerkslänge.

[0004] Wenn Strahltriebwerke bei einem Flugzeug mit einer Reisegeschwindigkeit im hohen Unterschallbereich, d. h. einer sogenannten transsonischen Reisegeschwindigkeit, oberhalb der Tragflügel angeordnet werden, ist zu beachten, dass durch dort auftretende lokale Überschallgebiete der Luftströmung negative Effekte wie starke Verdichtungsstöße bis hin zu stoßinduzierten Strömungsablösungen verursacht werden können. Diese Effekte haben erhebliche erhöhende Auswirkungen auf den aerodynamischen Widerstand und damit den Treibstoffverbrauch des Flugzeugs bei seiner Reisegeschwindigkeit.

[0005] Aus der DE 932 410 B ist eine widerstandsarme Gestaltung von Hochgeschwindigkeitsflugzeugen, auch von solchen mit außerhalb des Flugzeugsumrisses liegenden Verdrängungskörpern, bekannt. Vom Fahrtwind umströmte Teile, einschließlich etwaiger außerhalb des Flugzeugsumrisses angeordneter Verdrängungskörper, werden in ihrer Formgebung und Lage derart zueinander angeordnet, dass die Summe ihrer Verdrängungsquerschnitte in gemeinsamen, quer zur Flugrichtung hintereinanderliegenden Ebenen, vom Anfang zum Ende des Flugzeugs betrachtet, bis zum Erreichen eines Maximalwerts nur zunimmt und vom Maximalwert auf den Wert null am Flugzeugende nur abnimmt. Dabei erfolgt die Zu- und Abnahme zur Vermeidung vorzeitiger Überschreitungen der kritischen Machzahl nicht sprunghaft.

[0006] Aus der WO 20041 043 780 A2 ist ein Flugzeug mit einem sich längs einer Mittelachse erstreckenden Rumpf, mit einem Paar von Tragflügeln, die in Flügelanschlussbereichen unterhalb der Mittelachse seitlich an den Rumpf anschließen, und mit einem Paar von Strahltriebwerken bekannt. Die Strahltriebwerke sind in einem vertikalen Abstand oberhalb der Tragflügel und in einem horizontalen Abstand zu dem Rumpf an sich horizontal von den Rumpf zu den Strahltriebwerken erstreckenden Pylonen gelagert. Die Strahltriebwerke und Pylone überlappen mit einem hinteren Bereich der trapezförmigen Tragflügel. Abgerundete Grundquerschnittsflächen einer Grundform des Rumpfs nehmen zunächst bis kurz vor den Tragflügeln zu. Dann nehmen die Grundquerschnittsflächen bis auf ein lokales Grundquerschnittsflächenminimum in einem mit dem hinteren Ende der Tragflügel zusammenfallenden mittleren Bereich der Pylone und Strahltriebwerke ab. Anschließend nehmen die Grundquerschnittsflächen wieder leicht zu, bis sie nach einem lokalen Grundquerschnittsflächenmaximum hinter den Strahltriebwerken zum Ende des Rumpfs hin gegen null abfallen. Der Rumpf weist also im Bereich der Tragflügel, der Strahltriebwerke und der Pylone eine Taillierung auf, so dass die Gesamtquerschnittsflächen des Flugzeugs stetig bis zu einem Gesamtquerschnittsflächenmaximum ansteigen und anschließend wieder stetig bis auf null abfallen.

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem mit transsonischen Fluggeschwindigkeiten fliegenden Flugzeug mit oberhalb der Tragflügel angeordneten Strahltriebwerken starke Verdichtungsstöße bis hin zu stoßinduzierten Strömungsablösungen im Bereich der Strahltriebwerke sowie im Kanal zwischen dem Rumpf und den Strahltriebwerk zu vermeiden, um insbesondere bei einem Verkehrsflugzeug mit transsonischer Reisegeschwindigkeit

die aerodynamischen Widerstände und den damit verknüpften Treibstoffverbrauch zu reduzieren.

LÖSUNG

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Flugzeug mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Flugzeugs sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0009] Ein erfindungsgemäßes Flugzeug weist einen sich längs einer Mittelachse erstreckenden Rumpf, ein Paar von Tragflügeln, die in Flügelanschlussbereichen unterhalb der Mittelachse seitlich an den Rumpf anschließen, und ein Paar von Strahltriebwerken auf, die in einem vertikalen Abstand oberhalb der Tragflügel und in einem horizontalen Abstand zu dem Rumpf an Pylonen gelagert sind. Die Strahltriebwerke und die Pylone beginnen längs der Mittelachse nicht vor einer Mitte der Flügelanschlussbereiche. Eine Grundform des Rumpfs, die runde oder abgerundete Grundquerschnitte senkrecht zu der Mittelachse aufweist, erstreckt sich längs der Mittelachse stetig über die Flügelanschlussbereiche, die Strahltriebwerke und die Pylone hinweg. Oberhalb der Mittelachse weist der Rumpf eine lokale Erweiterung seiner Grundform auf. Die lokale Erweiterung beginnt längs der Mittelachse in einem ersten Abstand vor einem vordersten Punkt der Strahltriebwerke und der Pylone; und sie endet in einem zweiten Abstand hinter einem hintersten Punkt der Strahltriebwerke und der Pylone. Die lokale Erweiterung erweitert die Grundquerschnitte der Grundform oberhalb der Mittelachse um Querschnittserweiterungsflächen. Dabei wachsen die Querschnittserweiterungsflächen längs der Mittelachse zunächst von null an. Dann nehmen die Querschnittserweiterungsflächen wieder ab, um im Bereich der Strahltriebwerke und der Pylone ein lokales Erweiterungsflächenminimum zu erreichen. An das lokale Erweiterungsflächenminimum anschließend nehmen die Querschnittserweiterungsflächen wieder zu, um abschließend bis auf null abzunehmen.

[0010] Die lokale Erweiterung der Grundform des Rumpfs kann durch entsprechende lokale Ausbuchtungen des Rumpfs selbst oder durch einen auf den Rumpf aufgesetzten Verdrängungskörper realisiert sein. In jedem Fall erlauben es die schon vor den Pylonen und den Strahltriebwerken anwachsenden Querschnittserweiterungsflächen der lokalen Erweiterung der Grundform des Rumpfs, die Querschnittserweiterungsflächen im Bereich der Strahltriebwerke wieder zu verringern. Dadurch wird im Strömungsverlauf die geometrische Verengung durch die Strahltriebwerke und damit die Beschleunigung

der Luftströmung reduziert und im Wesentlichen auf eine Richtungsänderung beschränkt. Starke Verdichtungsstöße und damit einhergehende Strömungsablösungen werden so vermieden.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug nehmen die Querschnittserweiterungsflächen längs der Mittelachse sowohl stetig ab als auch stetig zu. Vorzugsweise ist auch der Verlauf der Änderung der Querschnittserweiterungsflächen längs der Mittelachse, d. h. die Ableitung der Querschnittserweiterungsflächen stetig. Die lokale Erweiterung des Rumpfs weist also eine geglättete Kontur ohne aerodynamisch ungünstige Sprünge und Kanten auf.

[0012] Die Grundquerschnitte der Grundform des Rumpfs können bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug über die Tragflügel, die Strahltriebwerke und die Pylone hinweg und/oder über die lokale Erweiterung des Rumpfs hinweg sowie auch darüber hinaus gleich bleiben. Die Querschnittsflächen des Rumpfs variieren dann nur aufgrund der lokalen Erweiterung des Rumpfs. Der Rumpf des erfindungsgemäßen Flugzeugs weist insbesondere keine Taillierung oder andere lokale Verringerung seiner Querschnittsflächen auf.

[0013] Vorzugsweise stehen bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug die Querschnittserweiterungsflächen nach oben nicht über den jeweiligen Grundquerschnitt des Rumpfs über. Auch seitlich ist ein solcher Überstand der Querschnittserweiterungsflächen über den jeweiligen Grundquerschnitt des Rumpfs vorzugsweise nicht gegeben. Mit anderen Worten werden die Höhe und die Breite des Rumpfs durch seine lokale Erweiterung vorzugsweise nicht erhöht.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug können die Strahltriebwerkeinläufe längs der Mittelachse im Bereich von Flügelhinterkanten der Tragflügel angeordnet sein. Mit dem Bereich der Flügelhinterkanten ist ein Bereich zu verstehen, der bis zu 10 % eines Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke längs der Mittelachse vor den Flügelhinterkanten beginnt und bis zu 3 % des Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke längs der Mittelachse hinter den Flügelhinterkanten endet. Bei einer Lage der Triebwerkeinläufe in diesem Bereich der Flügelhinterkanten bildet sich zwischen dem Tragflügel und den Triebwerksgondeln der Strahltriebwerke ein Strömungskanal aus, dessen Durchströmung durch die erfindungsgemäße lokale Erweiterung des Rumpfs positiv beeinflusst wird.

[0015] Der erste Abstand, in dem die lokale Erweiterung bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug vor dem vordersten Punkt der Strahltriebwerke und der Pylone beginnt, kann insbesondere zwischen 75 % und 125 % des Triebwerksfandurchmessers der

Strahltriebwerke von den Triebwerkseinläufen der Strahltriebwerke aus betragen. Längs der Mittelachse beginnt die lokale Erweiterung damit typischerweise in den Flügelanschlussbereichen.

[0016] Die größte der Querschnittserweiterungsflächen der lokalen Erweiterung beträgt bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug typischerweise zwischen 4,5 % und 8 % des quadrierten Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke. Das sind etwa 6 % bis 10 % der Fläche des Triebwerksfans, die als Maß für den Gesamtluftmassenstrom durch das jeweilige Strahltriebwerk steht.

[0017] Bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug kann die größte der Querschnittserweiterungsflächen längs der Mittelachse vor dem lokalen Erweiterungsflächenminimum liegen. Genauer kann die größte der Querschnittserweiterungsflächen längs der Mittelachse in einem dritten Abstand zwischen 40 % und 60 % des Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke vor den Strahltriebwerkseinläufen der Strahltriebwerke angeordnet sein.

[0018] Das lokale Erweiterungsflächenminimum kann längs der Mittelachse in einem vierten Abstand zwischen 100 % und 170 % des Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke hinter den Strahltriebwerkseinläufen angeordnet sein. Es liegt dann bei typischer Weise noch im Bereich der Strahltriebwerke, d. h. vor den Strahltriebwerkshinterkanten der Strahltriebwerke.

[0019] Das lokale Erweiterungsflächenminimum kann zwischen 0 % und 1 % oder zwischen 0 % und 0,25 % des quadrierten Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke betragen. Ein Prozent des quadrierten Triebwerksfandurchmessers entsprechen dabei etwa 1,27 % der von dem Triebwerksfan überspannten Fläche.

[0020] Der zweite Abstand, in dem die lokale Erweiterung längs der Mittelachse hinter dem hintersten Punkt der Strahltriebwerke und der Pylone endet, kann zwischen 150 % und 200 % des Triebwerksfandurchmessers der Strahltriebwerke von den Strahltriebwerkshinterkanten aus betragen. Dabei kann dieses Maß für das Ende der lokalen Erweiterung auch dann auf die Strahltriebwerkshinterkanten bezogen sein, wenn die Pylone erst hinter den Strahltriebwerkshinterkanten enden.

[0021] Bei dem erfindungsgemäßen Flugzeug können die Tragflügel nach unten an horizontalen Tangenten an den Grundquerschnitten der Grundform des Rumpfs enden. Die Flügelanschlussbereiche sind damit so tief als möglich an dem Rumpf angeordnet.

[0022] Die Pylone, an denen die Strahltriebwerke gelagert sind, können seitlich an den Rumpf anschließen und damit seitlich über die Triebwerksgondeln der Strahltriebwerke hinaus den Strömungskanal oberhalb der Tragflügel begrenzen. Grundsätzlich können sich die Pylone aber auch von den Tragflügeln aus zu den Strahltriebwerken hin erstrecken.

[0023] Wenn die Pylone seitlich an den Rumpf des erfindungsgemäßen Flugzeugs angesetzt sind, können die Pylone nach oben an horizontalen Tangenten an den Grundquerschnitten der Grundform des Rumpfs enden und damit so hoch als möglich an den Rumpf angesetzt sein.

[0024] Die lokale Erweiterung des Rumpfs des erfindungsgemäßen Flugzeugs kann zusätzlichen Raum innerhalb des Rumpfs bereitstellen. Dieser Raum kann einteilig mit dem restlichen Raum in dem Rumpf sein oder hiervon getrennt sein. Auch im letzteren Fall können in der lokalen Erweiterung des Rumpfs elektrische und/oder elektronische Einrichtungen des Flugzeugs angeordnet werden, konkret beispielsweise Antennen.

[0025] Wie bereits angedeutet wurde, ist das erfindungsgemäße Flugzeug insbesondere für eine Reisegeschwindigkeit im transsonischen Bereich ausgebildet.

[0026] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0027] Die in der Beschreibung genannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen, ohne dass die Vorteile zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen.

[0028] Hinsichtlich des Offenbarungsgehalts - nicht des Schutzbereichs - der ursprünglichen Anmeldeunterlagen und des Patents gilt Folgendes: Weitere Merkmale sind den Zeichnungen - insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung - zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Patentansprüche möglich und wird hiermit angeregt. Dies betrifft auch solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche kombiniert werden. Ebenso können in den Patentansprüchen aufgeführte Merk-

male für weitere Ausführungsformen der Erfindung entfallen, was aber nicht für die unabhängigen Patentansprüche des erteilten Patents gilt.

[0029] Die in den Patentansprüchen und der Beschreibung genannten Merkmale sind bezüglich ihrer Anzahl so zu verstehen, dass genau diese Anzahl oder eine größere Anzahl als die genannte Anzahl vorhanden ist, ohne dass es einer expliziten Verwendung des Adverbs „mindestens“ bedarf. Wenn also beispielsweise von einem Verdrängungskörper die Rede ist, ist dies so zu verstehen, dass genau ein Verdrängungskörper, zwei Verdrängungskörper oder mehr Verdrängungskörper vorhanden sind. Die in den Patentansprüchen angeführten Merkmale können durch weitere Merkmale ergänzt werden oder die einzigen Merkmale sein, die das jeweilige Flugzeug aufweist.

[0030] Die in den Patentansprüchen enthaltenen Bezugszeichen stellen keine Beschränkung des Umfangs der durch die Patentansprüche geschützten Gegenstände dar. Sie dienen lediglich dem Zweck, die Patentansprüche leichter verständlich zu machen.

Figurenliste

[0031] Im Folgenden wird die Erfindung anhand in den Figuren dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Flugzeugs schräg von vorne oben.

Fig. 2 ist eine Ansicht des erfindungsgemäßen Flugzeugs gemäß **Fig. 2** von vorne.

Fig. 3 ist eine Ansicht von oben auf eine Hälfte des erfindungsgemäßen Flugzeugs gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2**.

Fig. 4 ist ein in **Fig. 3** mit einem Kreis markiertes Detail in vergrößerter Darstellung.

Fig. 5 ist ein Schnitt längs einer Schnittlinie B-B in **Fig. 4**.

Fig. 6 ist ein Schnitt entlang einer Schnittlinie C-C in **Fig. 4**.

Fig. 7 ist eine Auftragung von Querschnittsflächen von Bestandteilen der Hälfte des erfindungsgemäßen Flugzeugs gemäß **Fig. 3** über seiner Längserstreckung.

FIGURENBESCHREIBUNG

[0032] Das in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellte Flugzeug 1 weist einen Rumpf 2 auf, der sich längs einer Mittelachse 3 erstreckt. Dabei weist der Rumpf 2 eine Grundform mit annähernd kreisrunden Querschnitten senkrecht zu der Mittelachse 3 auf. In

einem Hauptbereich hinter einer Nase 4 und vor einem Heck 5 des Rumpfs 2 bleiben die Grundquerschnitte der Grundform des Rumpfs 2 gleich. In diesem Hauptbereich sind zwei Tragflügel 6 in Flügelanschlussbereichen 7 an den Rumpf 2 angesetzt. Dabei sind die Flügelanschlussbereiche 7 mit Verkleidungen 8, einem sogenannten Belly, versehen, die darüber hinaus ein eingezogenes Fahrwerk des Flugzeugs 1 abdecken können. Strahltriebwerke 9 des Flugzeugs 1 sind oberhalb der Tragflügel 6 angeordnet und gegenüber den Tragflügeln 6 längs der Mittelachse 3 nach hinten versetzt. Die Strahltriebwerke 9 sind in vertikalen Abständen 29 zu den Tragflügeln 6 und in horizontalen Abständen 30 zu dem Rumpf 2 an Pylonen 10 gelagert, die unterhalb und längs einer oberen Tangente zu dem Rumpf 3 horizontal ausgerichtet sind. Zwischen Triebwerksgondeln 11 der Strahltriebwerke 9 und den Pylonen 10 einerseits sowie den Tragflügeln 9 andererseits bilden sich Strömungskanäle 12 aus. Bei Flugeschwindigkeiten des Flugzeugs 1 im transsonischen Bereich können in den Strömungskanälen 12 begrenzte Überschallströmungsgebiete und diese abschließende starke Verdichtungsstöße auftreten, die den aerodynamischen Widerstand des Flugzeugs 1 erheblich erhöhen. Um derartige starke Verdichtungsstöße zu verhindern, ist die Grundform des Rumpfs 2 oberhalb der Mittelachse 3 mit einer lokalen Erweiterung 13 versehen, die längs der Mittelachse 3 in den Flügelanschlussbereichen 7 beginnt, hinter den Strahltriebwerken 9 und Pylonen 10 endet und im Bereich der Strömungskanäle eine Taillierung aufweist. Ein Höhen- und Seitenleitwerk 14 des Flugzeugs 1 ist mit Abstand zu der lokalen Erweiterung am Heck 5 des Flugzeugs 1 angeordnet.

[0033] **Fig. 3** und das in **Fig. 3** mit einem Kreis markierte und in **Fig. 4** in vergrößertem Maßstab gezeigte Detail zeigt die genaue Lage eines der Triebwerke 9 gegenüber dem zugehörigen Tragflügel 6. Ein Triebwerkseinlauf 15 des Strahltriebwerks 9 fällt in einen Bereich einer Flügelhinterkante 16 des Tragflügels 6. Der das Strahltriebwerk 9 lagernde Pylon 10 erstreckt sich längs der Mittelachse 3 bis hinter eine Triebwerkshinterkante 17 des Strahltriebwerks 9. Die lokale Erweiterung 13 des Rumpfs 2 beginnt vor dem Triebwerkseinlauf 15 und damit auch vor dem Pylon 10 und endet hinter der Triebwerkshinterkante 17 und dem Pylon 10. Sowohl nach vorne als auch nach hinten läuft die lokale Erweiterung 13 längs der Mittelachse 3 aus. Dazwischen nehmen ihre Querschnittserweiterungsflächen vorübergehend im Bereich des Pylons 10 auf ein lokales Erweiterungsflächenminimum an einer Position 18 ab. Die lokale Erweiterung beginnt in einem ersten Abstand 20 vor dem Triebwerkseinlass 15, wobei dieser erste Abstand 20 zwischen 75 % und 125 % eines Triebwerkspanndurchmessers 19 eines Triebwerkfans 28 des Triebwerks 9 beträgt. Die lokale Erweiterung 13 endet in einem zweiten Abstand 21 hinter der Trieb-

werkshinterkante 17, wobei dieser zweite Abstand 21 zwischen 150 % und 200 % des Triebwerksfandurchmessers 19 beträgt. Eine größte der Querschnittserweiterungsflächen der lokalen Erweiterung 13 liegt an einer Position 22 in einem dritten Abstand 23 vor dem Triebwerkseinlauf 15. Dieser dritte Abstand 23 beträgt zwischen 40 % und 60 % des Triebwerksfandurchmessers 19. Die Position 18 des lokalen Erweiterungsflächenminimums der lokalen Erweiterung 13 liegt längs der Mittelachse 3 in einem vierten Abstand 24. Dieser vierte Abstand 24 beträgt zwischen 100 % und 170 % des Triebwerksfandurchmessers 19.

[0034] Fig. 5 zeigt die größte Querschnittserweiterungsfläche 25 der lokalen Erweiterung 13 an der Position 22 in **Fig. 4**, die den Grundquerschnitt 26 der Grundform des Rumpfs 2 in seinem Hauptbereich oberhalb der Mittelachse 3 erweitert, ohne eine maximale Höhe oder Breite des Grundquerschnitts 26 zu vergrößern. Die größte Querschnittserweiterungsfläche 25 beträgt zwischen 6 und 10 % der von dem Triebwerksfan 28 mit dem Triebwerksfandurchmesser 19 überstrichenen Fläche.

[0035] Fig. 6 zeigt das lokale Erweiterungsflächenminimum 27 an der Position 18 in **Fig. 4**, das die Gesamtquerschnittsfläche über den Pylon 10 hinaus nicht signifikant erhöht. Das lokale Erweiterungsflächenminimum 27 bleibt typischerweise kleiner als 0,3 % der von dem Triebwerksfan 28 mit dem Triebwerksfandurchmesser 19 überstrichenen Fläche.

[0036] In Fig. 7 sind die Querschnittsflächen der Bestandteile der Hälfte des erfindungsgemäßen Flugzeugs gemäß **Fig. 3** in Quadratmetern über der x-Position längs der Mittelachse 3 in Metern aufgetragen. Dabei sind die Querschnittsflächen beginnend mit derjenigen des Rumpfs 2 aufaddiert. Auf die Querschnittsflächen des Rumpfs 2 folgen diejenigen der Verkleidung 8, des Tragflügels 6 einschließlich des Flügelanschlussbereichs 7, des Strahltriebwerks 9, der lokalen Erweiterung 13 und des Pylons 10. Trotz des erheblichen Effekts auf die Durchströmung der Strömungskanäle 12 gemäß **Fig. 2** verändert die lokale Erweiterung 13 den Verlauf der Summe der Querschnittsflächen nur wenig, und keinesfalls erfolgt eine deutliche Annäherung an den Verlauf der Gesamtquerschnittsflächen eines sogenannten Sears-Haak-Körpers, d. h. einer für den Überschallflug optimierten Ogive, wie er in **Fig. 7** zum Vergleich mit einer gestrichelten Linie dargestellt ist. Im Wesentlichen verkürzt die lokale Erweiterung 13 den Einbruch der Gesamtquerschnittsflächen an der Hinterkante des Tragflügels 13 vor dem Strahltriebwerk 9. Weiterhin fängt die lokale Erweiterung 13 einen Teil der Erhöhung und die anschließende Reduktion der Gesamtquerschnittsflächen durch den Pylon 10 ab.

Bezugszeichenliste

1	Flugzeug
2	Rumpf
3	Mittelachse
4	Nase
5	Heck
6	Tragflügel
7	Flügelanschlussbereich
8	Verkleidung
9	Strahltriebwerk
10	Pylon
11	Triebwerksgondel
12	Strömungskanal
13	lokale Erweiterung des Rumpfs 2
14	Höhen- und Seitenleitwerk
15	Triebwerkseinlauf
16	Flügelhinterkante
17	Triebwerkshinterkante
18	Position des lokalen Erweiterungsflächenminimums 27
19	Triebwerksfandurchmesser
20	erster Abstand
21	zweiter Abstand
22	Position der größten Querschnittserweiterungsfläche 25
23	dritter Abstand
24	vierter Abstand
25	größte Querschnittserweiterungsfläche
26	Grundquerschnitt
27	lokales Erweiterungsflächenminimum
28	Triebwerksfan
29	vertikaler Abstand
30	horizontaler Abstand

Patentansprüche

1. Flugzeug (1) mit
 - einem sich längs einer Mittelachse (3) erstreckenden Rumpf (2),
 - einem Paar von Tragflügeln (6), die in Flügelanschlussbereichen (7) unterhalb der Mittelachse (3) seitlich an den Rumpf (2) anschließen, und
 - einem Paar von Strahltriebwerken (9), die in einem vertikalen Abstand (29) oberhalb der Tragflügel (6) und in einem horizontalen Abstand (30) zu dem

Rumpf (2) an Pylonen (10) gelagert sind,
 - wobei die Strahltriebwerke (9) und die Pylone (10) längs der Mittelachse (3) nicht vor einer Mitte der Flügelanschlussbereiche (7) beginnen,
 - wobei sich eine Grundform des Rumpfs (2), die runde oder abgerundete Grundquerschnitte (26) senkrecht zu der Mittelachse (3) aufweist, längs der Mittelachse (3) stetig über die Flügelanschlussbereiche (7), die Strahltriebwerke (9) und die Pylone (10) hinweg erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rumpf (2) oberhalb der Mittelachse (3) eine lokale Erweiterung (13) seiner Grundform aufweist,
 - die längs der Mittelachse (3) in einem ersten Abstand (20) vor einem vordersten Punkt der Strahltriebwerke (9) und der Pylone (10) beginnt und in einem zweiten Abstand (21) hinter einem hintersten Punkt der Strahltriebwerke (9) und der Pylone (10) endet und
 - die die Grundquerschnitte (26) der Grundform oberhalb der Mittelachse (3) um Querschnittserweiterungsflächen (25) erweitert,
 - wobei die Querschnittserweiterungsflächen (25) längs der Mittelachse (3) zunächst von null anwachsen, dann wieder abnehmen, um im Bereich der Strahltriebwerke (9) und der Pylone (10) ein lokales Erweiterungsflächenminimum (27) zu erreichen, und anschließend wieder zunehmen, um abschließend auf null abzunehmen.

2. Flugzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittserweiterungsflächen (25) jeweils stetig ab- und zunehmen.

3. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grundquerschnitte (26) der Grundform über die Tragflügel (6), die Strahltriebwerke (9) und die Pylone (10) hinweg und/oder über die lokale Erweiterung (13) des Rumpfs (2) hinweg gleich bleiben.

4. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittserweiterungsflächen (25) nach oben nicht über den jeweiligen Grundquerschnitt (26) überstehen.

5. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittserweiterungsflächen (25) seitlich nicht über den jeweiligen Grundquerschnitt (26) überstehen.

6. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahltriebwerkseinläufe (15) längs der Mittelachse (3) im Bereich von Flügelhinterkanten der Tragflügel (6) angeordnet sind.

7. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lokale Erweiterung (13) längs der Mittelachse (3) in dem ersten Abstand (20) zwischen 75 % und 125 % des Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) vor den Strahltriebwerkseinläufen (15) der Strahltriebwerke (9) beginnt.

8. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die größte der Querschnittserweiterungsflächen (25) zwischen 4,5 % und 8 % des quadrierten Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) beträgt.

9. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die größte der Querschnittserweiterungsflächen (25) längs der Mittelachse (3) in einem dritten Abstand (23) zwischen 40 % und 60 % des Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) vor den Strahltriebwerkseinläufen (15) der Strahltriebwerke (9) angeordnet ist.

10. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das lokale Erweiterungsflächenminimum (27) längs der Mittelachse (3) in einem vierten Abstand (24) zwischen 100 % und 170 % des Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) hinter den Strahltriebwerkseinläufen (15) angeordnet ist.

11. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das lokale Erweiterungsflächenminimum (27) zwischen 0 % und 1 % oder zwischen 0 % und 0,25 % des quadrierten Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) beträgt.

12. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lokale Erweiterung (13) längs der Mittelachse (3) in dem zweiten Abstand (21) zwischen 150 % und 200 % des Triebwerksfandurchmessers (19) der Strahltriebwerke (9) hinter den Strahltriebwerkshinterkanten der Strahltriebwerke (9) endet.

13. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragflügel (6) nach unten an horizontalen Tangenten an den Grundquerschnitten (26) enden.

14. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pylone (10) seitlich an den Rumpf (2) anschließen.

15. Flugzeug (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pylone (10) nach oben

an horizontalen Tangenten an den Grundquerschnitten (26) enden.

16. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der lokalen Erweiterung (13) des Rumpfs (2) elektrische und/oder elektronische Einrichtungen des Flugzeugs (1) angeordnet sind.

17. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flugzeug (1) für eine Reisegeschwindigkeit im transsonischen Bereich ausgebildet ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

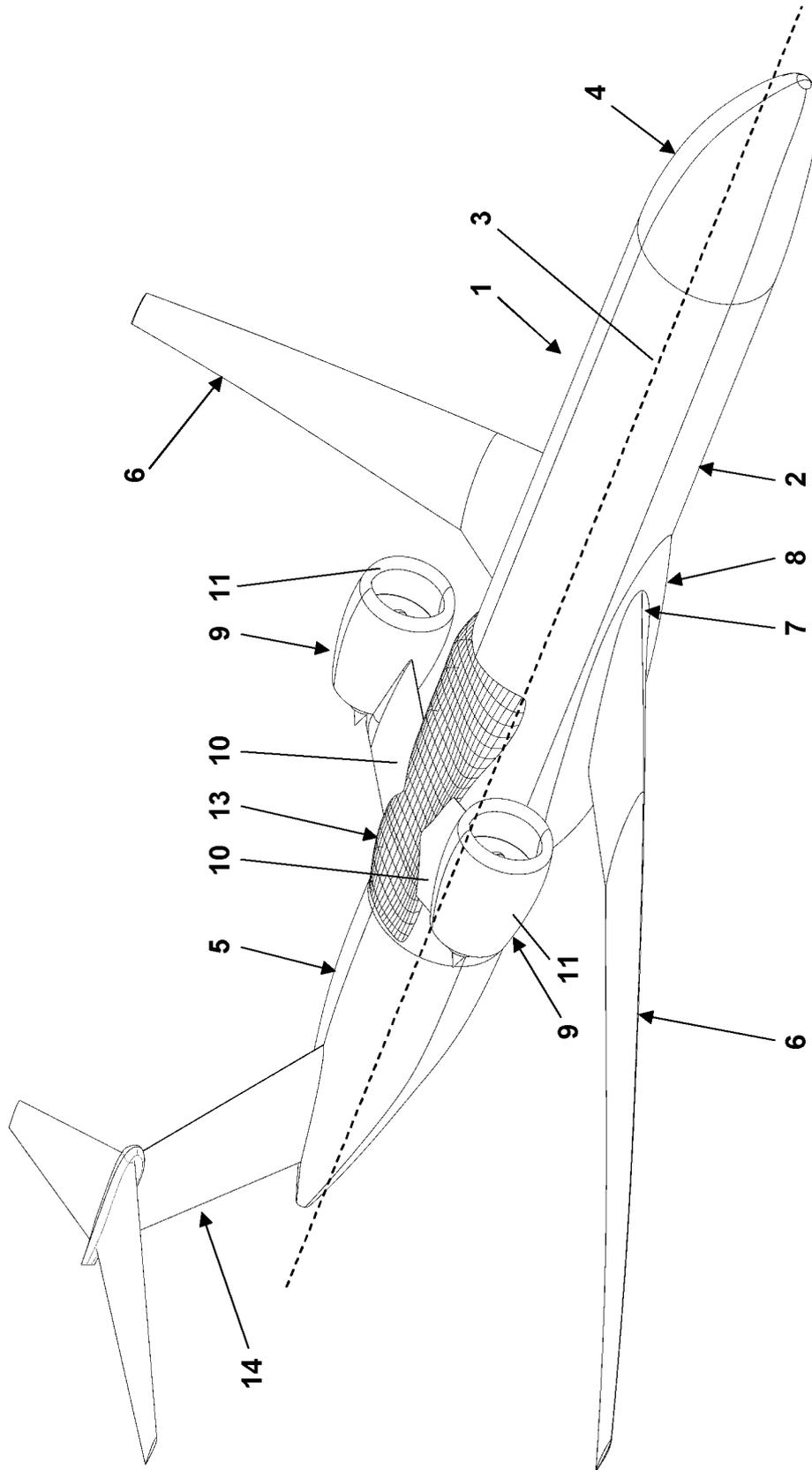


Fig. 1

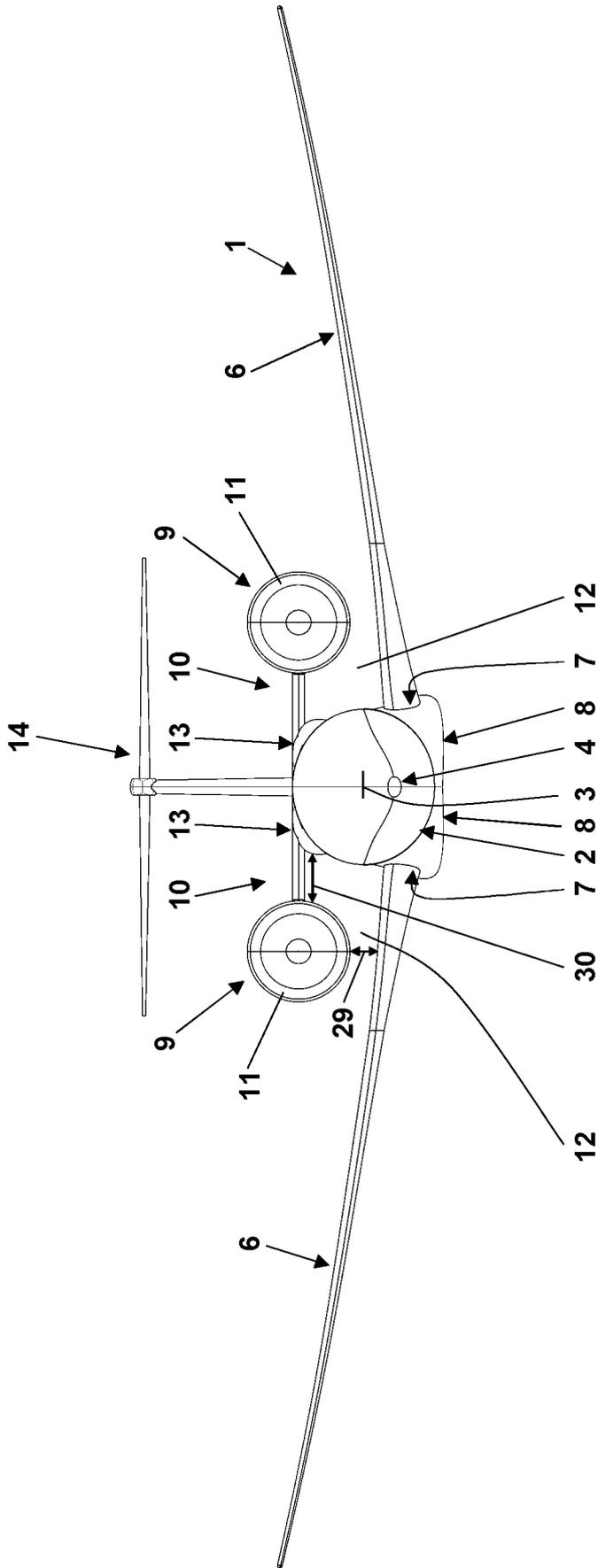


Fig. 2

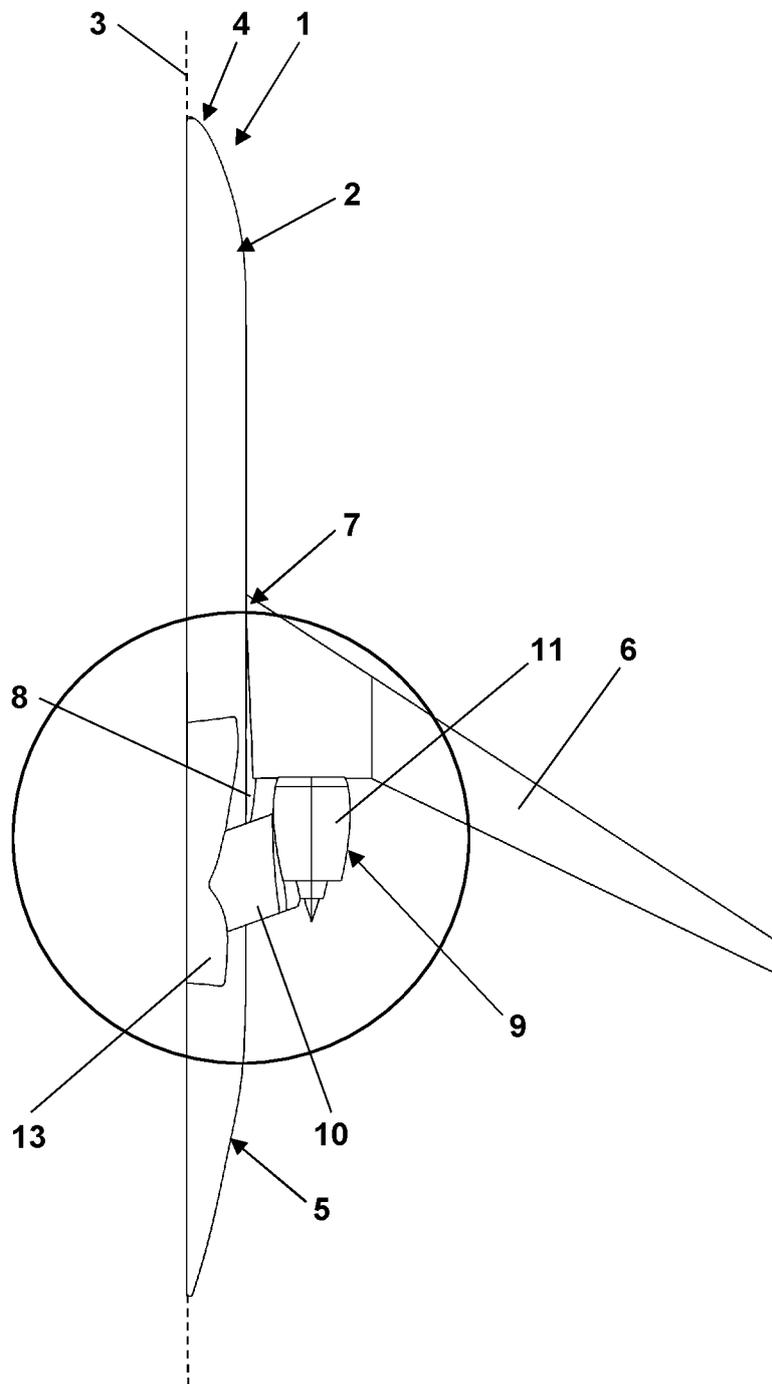


Fig. 3

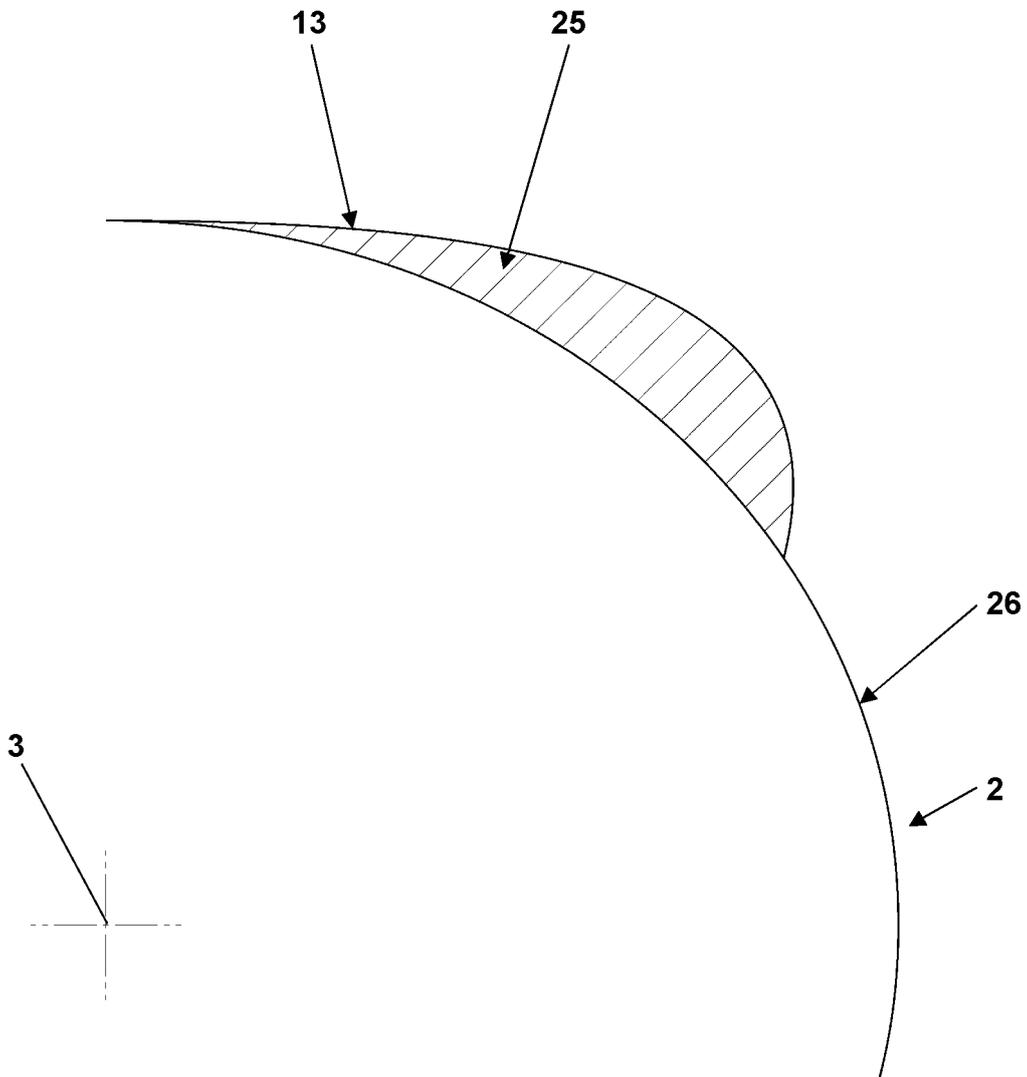


Fig. 5

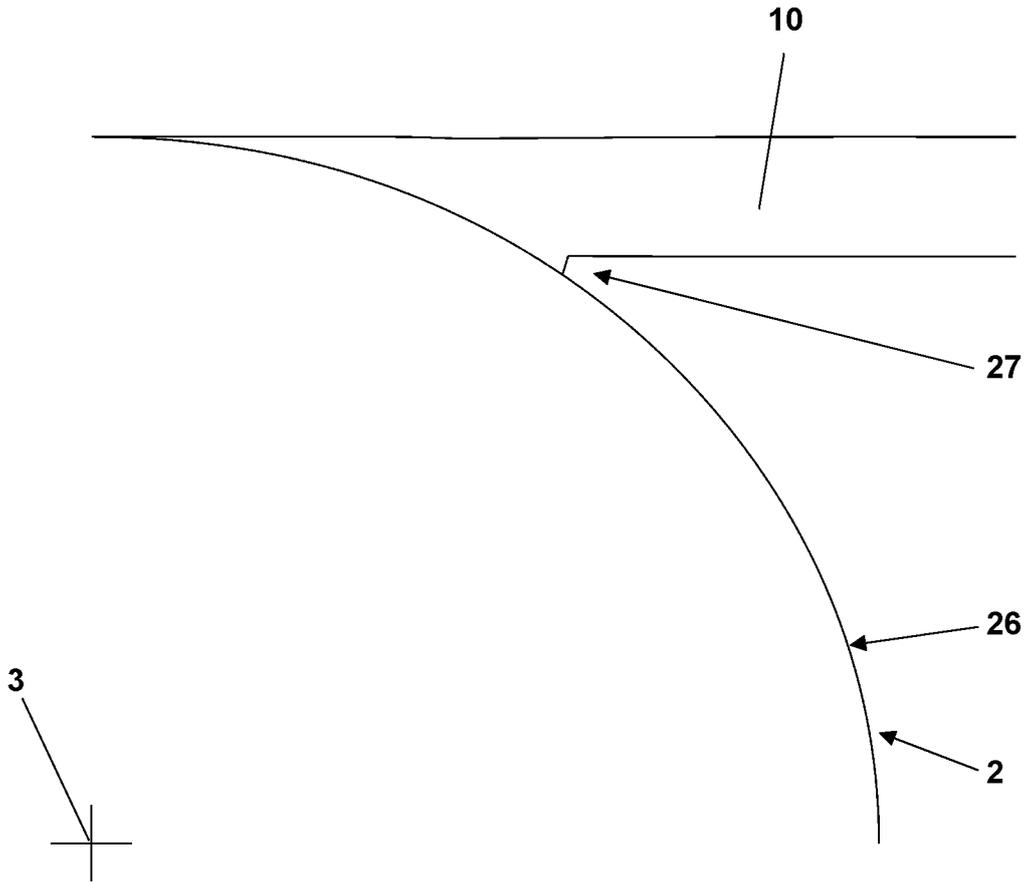


Fig. 6

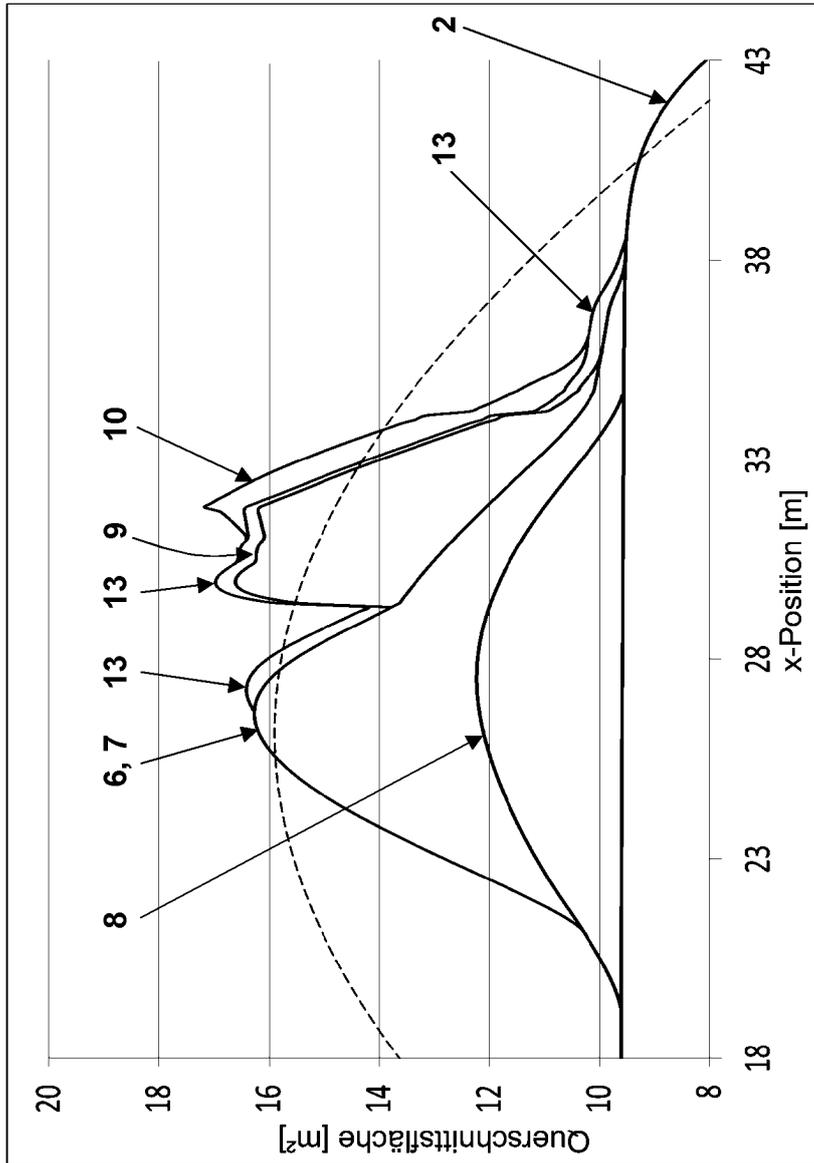


Fig. 7