



(10) **DE 10 2016 105 082 A1** 2017.11.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 105 082.2**

(51) Int Cl.: **B62D 35/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **19.05.2016**

(43) Offenlegungstag: **23.11.2017**

(71) Anmelder:

**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

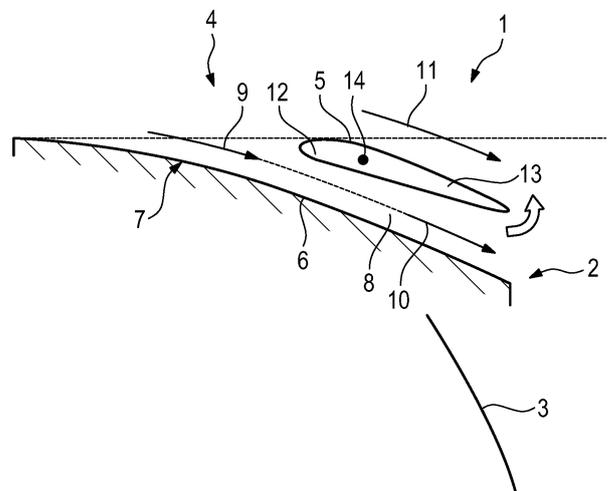
(72) Erfinder:

**Wolf, Thomas, Dr., 71229 Leonberg, DE; Beierl,
Dominik, 70825 Korntal-Münchingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Luftleiteinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40), wie insbesondere eine heckseitige Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40), die im Bereich einer Dachhinterkante (2) oberhalb einer Heckscheibe (3) eines Kraftfahrzeugs (4) angeordnet ist, die einen oberen, quer verlaufenden Flügel (5, 21, 31, 41) und ein unteres, profiliertes Flügelbett (6) mit einer Flügelbettoberfläche (7) aufweist, wobei zwischen dem Flügel (5, 21, 31, 41) und der Flügelbettoberfläche (7) ein Durchströmungskanal (8) ausgebildet ist, welcher in einer Durchströmungsrichtung (9) durchströmbar ist, wobei die Flügelbettoberfläche (7) in Durchströmungsrichtung (9) des Durchströmungskanals (8) beträchtet kontinuierlich abfallend ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine heckseitige Luftleitvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für ein Vollheckkraftfahrzeug.

[0002] Als Vollheckkraftfahrzeuge werden solche Fahrzeuge bezeichnet, bei welchen das Heck typischerweise bis zum Dach reicht und einen definierten Heckneigungswinkel aufweist. Gemäß dem Fachbuch "Aerodynamik des Automobils" von Wolf-Heinrich Hucho, 1. Auflage 1981, Seite 183, weisen Vollheckkraftfahrzeuge einen Heckneigungswinkel $p > 30^\circ$ auf. Als Beispiel für ein solches so genanntes Vollheckkraftfahrzeug ist der BMW X5 angegeben.

[0003] Wie es der DE 10 2004 041 720 A1 zu entnehmen ist, hat sich bei Versuchen herausgestellt, dass bei Heckneigungswinkeln zwischen 30° und 40° im Heckbereich des Kraftfahrzeuges strömungsmechanisch instabile Verhältnisse vorliegen. Bei Heckneigungswinkel $p < 30^\circ$ reißt die Strömung an der Dachhinterkante mit klar definiertem und damit relativ kleinen Wirbelnachlauf ab. Bei Heckneigungswinkeln $> 40^\circ$ löst sich die Strömung an der unteren Kante der Heckschräge ab, begleitet von kräftigen seitlichen Randwirbeln, die den Wirbelnachlauf deutlich vergrößern und damit die aerodynamischen Kräfte (Widerstand und Auftrieb) erheblich steigern. Aus diesem Grunde wurde der Neigungswinkelbereich von 30° bis 40° jahrelang gemieden, bis Kraftfahrzeuge, insbesondere Sport Utility Vehicles, diesen Neigungswinkelbereich als stilistisch "in" entdeckten. Zur Abhilfe der aerodynamischen Probleme mit den "modernen" Heckneigungswinkeln haben sich bei solchen Fahrzeugen Dachspoiler allgemein durchgesetzt. Für die Strömung ergibt sich damit ein kleinerer Heckneigungswinkel als optisch wahrnehmbar. Dieser Vollheckdachspoiler stellt also eher eine Dachverlängerung dar, die grundsätzlich ein geringeres Potential zur Reduzierung des Hinterachsauftriebs aufweist. Damit unterscheidet sich der Dachspoiler von üblichen Spoilern, die mit einer Umlenkung der Strömung zusätzliches Potential zur Auftriebsreduzierung generieren, damit aber auch eine Luftwiderstandssteigerung erzeugen und deswegen nur eine eingeschränkt aerodynamische Effizienz zeigen.

[0004] Durch die EP 1630080 B1 ist eine heckseitige Luftleitvorrichtung bekannt geworden, die im Bereich einer Dachhinterkante oberhalb einer Heckscheibe angeordnet ist und durch einen Spaltflügel gebildet wird, der einen oberen quer verlaufenden Flügel, ein unteres profiliertes Flügelbett und einen dazwischen liegenden, sich in Strömungsrichtung kontinuierlich verjüngenden Durchströmkanal umfasst, wobei dem Durchströmkanal eine Strömungsrampe vorgelagert ist, wobei der Durchströmkanal nach hinten hin zu einer hinteren Ausströmöffnung ansteigt.

[0005] Dabei zeigt sich, dass der cw-Wert des Kraftfahrzeugs insbesondere in Fahrsituationen ohne hochgeklappten Flügel noch zu verbessern ist.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Luftleitvorrichtung zu schaffen, welche einfach aufgebaut ist, aber dennoch gegenüber dem Stand der Technik verbessert ist. Auch ist es die Aufgabe, ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Luftleitvorrichtung zu schaffen.

[0007] Die Aufgabe zur Luftleitvorrichtung wird mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0008] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft eine Luftleitvorrichtung, wie insbesondere eine heckseitige Luftleitvorrichtung, die im Bereich einer Dachhinterkante oberhalb einer Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs angeordnet ist, die einen oberen, quer verlaufenden Flügel und ein unteres, profiliertes Flügelbett mit einer Flügelbettoberfläche aufweist, wobei zwischen dem Flügel und der Flügelbettoberfläche ein Durchströmkanal ausgebildet ist, welcher in einer Durchströmungsrichtung durchströmbar ist, wobei die Flügelbettoberfläche in Durchströmungsrichtung des Durchströmkanals betrachtet kontinuierlich abfallend ausgebildet ist. Dadurch wird ein günstiger cw-Wert erreicht. Gleichzeitig kann die Luftströmung hinter dem Kraftfahrzeug verbessert werden.

[0009] Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn der Flügel einteilig mit einem Flügelement oder mehrteilig mit mehreren Flügelementen ausgebildet ist. Dabei kann der Flügel beispielsweise einteilig, zweiseitig oder dreiteilig oder auch mehrteilig sein. So kann der Flügel über die Breite eines Fahrzeughecks verteilt angeordnet sein.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn der Flügel verlagerbar angeordnet ist, so dass das Flügelement oder dass die Flügelemente relativ zur Flügelbettoberfläche verschwenkbar ist bzw. sind. Dadurch kann der Abtrieb des Kraftfahrzeugs eingestellt werden.

[0011] Auch ist es vorteilhaft, wenn das Flügelement bzw. die Flügelemente als zweiarmiges Flügelement bzw. zweiarmige Flügelemente ausgebildet ist bzw. sind. Dadurch kann mit einem Arm des Flügelements der Luftstrom über dem Flügel beeinflusst werden und mit einem zweiten Arm kann der Luftstrom im Durchströmkanal beeinflusst werden, wie beispielsweise reduziert werden.

[0012] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn das Flügelbett Haltemittel ausbildet, mittels welchen das Flügelement oder die Flügelemente relativ zur Flügelbettoberfläche verschwenkbar gehalten sind. Solche Haltemittel können beispielsweise als Vor-

sprünge beiderseits des Flügelements oder der Flügelemente ausgebildet sein, die von dem Flügelbett vorragen. An diesen Haltemitteln kann das Flügelement bzw. können die Flügelemente verdrehbar gelagert angeordnet sein. Die Verstellbarkeit des Flügelements oder der Flügelemente kann beispielsweise mittels zumindest eines Aktuators bewirkt werden, wie beispielsweise mit zumindest einem elektromotorischen Aktuator oder mit zumindest einem hydraulischen oder pneumatischen Aktuator.

[0013] Gemäß einem Erfindungsgedanken ist es vorteilhaft, wenn das Flügelement oder wenn die Flügelemente in einer ersten Betriebsposition im Wesentlichen parallel zur Flügelbettoberfläche angeordnet ist bzw. sind und den Durchströmungskanal frei gibt bzw. frei geben. In dieser Betriebsposition wird der cw-Wert reduziert.

[0014] Weiterhin ist es auch vorteilhaft, wenn das Flügelement oder wenn die Flügelemente in einer zweiten Betriebsposition gegenüber der Flügelbettoberfläche aufgestellt ist bzw. sind und den Durchströmungskanal dabei zumindest teilweise blockiert bzw. blockieren. So wird der Abtrieb des Kraftfahrzeugs beeinflusst.

[0015] Auch ist es vorteilhaft, wenn das Flügelement als zweiarmiger Flügel verdrehbar gelagert ist oder dass die Flügelemente als zweiarmige Flügel verdrehbar gelagert sind, so dass in der zweiten Betriebsposition ein erster Arm des jeweiligen Flügelements den Durchströmungskanal zumindest teilweise blockiert. Der zweiarmige Flügel hat den Vorteil, dass die beiden Arme jeweils zur Beeinflussung einer Luftströmung an unterschiedlicher Position geeignet sind.

[0016] Auch ist es vorteilhaft, wenn das Flügelement oder die Flügelemente als zweiarmiger Flügel verdrehbar gelagert ist bzw. als zweiarmige Flügel verdrehbar gelagert sind, so dass in der zweiten Betriebsposition ein zweiter Arm des jeweiligen Flügelements in einem spitzen Winkel zu der Flügelbettoberfläche angeordnet ist.

[0017] Vorteilhaft ist es, wenn zumindest der Flügel, das Flügelbett und der Durchströmkanal an einem insbesondere heckseitigen Aufsatzteil angeordnet sind, das lösbar am darunter liegenden Aufbau eines Kraftfahrzeugs in Lage gehalten ist. Dadurch kann die erfindungsgemäße Luftleitvorrichtung einfach an einem Kraftfahrzeug montiert werden, beispielsweise an einem Fahrzeugdach oder an einer Heckklappe o.Ä.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung detailliert erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0019] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Luftleitvorrichtung in einer Betriebsstellung,

[0020] Fig. 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Luftleitvorrichtung in einer zweiten Betriebsstellung,

[0021] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Luftleitvorrichtung,

[0022] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Luftleitvorrichtung, und

[0023] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Luftleitvorrichtung.

[0024] Die Fig. 1 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine erfindungsgemäße Luftleitvorrichtung 1. Die Luftleitvorrichtung 1 ist dabei bevorzugt als eine heckseitige Luftleitvorrichtung ausgebildet, die im Bereich einer Dachhinterkante 2 oberhalb einer Heckscheibe 3 eines Kraftfahrzeugs 4 angeordnet ist.

[0025] Die Luftleitvorrichtung 1 weist dabei einen oberen, quer verlaufenden Flügel 5 und ein unteres, profiliertes Flügelbett 6 mit einer Flügelbettoberfläche 7 auf. Dabei kann die Luftleitvorrichtung 1 an dem Kraftfahrzeug 4 befestigt werden, so dass sie beispielsweise mit Flügel 5 und Flügelbett 6 beispielsweise an dem Dach des Kraftfahrzeugs 4 oder an einer Heckklappe o.Ä. befestigbar ist. Der Flügel 5 ist dazu an dem Flügelbett 6 oder relativ zu diesem befestigt.

[0026] Zwischen dem Flügel 5 und der Flügelbettoberfläche 7 ist ein Durchströmungskanal 8 ausgebildet, welcher in einer Durchströmungsrichtung 9 durchströmbar ist.

[0027] In Fig. 1 ist zu erkennen, dass die Flügelbettoberfläche 7 in Durchströmungsrichtung 9 des Durchströmungskanals 8 betrachtet kontinuierlich abfallend ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass die Flügelbettoberfläche 7 hin zum heckseitigen Ende der Flügelbettoberfläche 7 stetig abfällt. Dies bewirkt eine nach unten gerichtete Luftströmung. Dadurch wird ein günstiger cw-Wert erreicht, wenn der Flügel 5 im Wesentlichen parallel zur Flügelbettoberfläche 7 eingestellt ist. In diesem Fall kann die Luftströmung gemäß Pfeil 10 in dem Durchströmungskanal 8 entlang strömen und die Luftströmung kann auch gemäß Pfeil 11 oberhalb des Flügels 5 entlang strömen.

[0028] In Fig. 2 ist eine zweite Betriebsposition der Luftleitvorrichtung 1 bzw. des Flügels 5 zu erkennen. Der Flügel 5 ist in einem spitzen Winkel α zur Flügel-

bettoberfläche **7** angestellt, so dass er nach hinten und oben abragt. Der Flügel **5** ist als zweiarmiger Flügel ausgebildet und weist einen ersten Arm **12** und einen zweiten Arm **13** auf.

[0029] In der ersten Betriebsposition gemäß **Fig. 1** sind die beiden Arme **12, 13** parallel zur Flügelbetttoberfläche **7** angeordnet und geben den Durchströmungskanal **8** frei.

[0030] In der zweiten Betriebsposition gemäß **Fig. 2** sind die beiden Arme **12, 13** in einem spitzen Winkel α zur Flügelbetttoberfläche **7** angeordnet. Der erste Arm **12** ist in Richtung auf die Flügelbetttoberfläche geneigt ausgerichtet und blockiert dabei den Durchströmungskanal **8** zumindest teilweise, insbesondere auch vollständig. Der zweite Arm **13** ragt in einem spitzen Winkel nach oben und erhöht den Luftwiderstand, so dass die Luft gemäß Pfeil **11** der **Fig. 2** nach oben abgeleitet wird.

[0031] Dies wird erreicht, da der Arm **12** und auch der Arm **13** von der Drehachse **14** jeweils betrachtet abragen und der Arm **12** hin zur Flügelbetttoberfläche verdreht wird. Der Flügel **5** ist entsprechend verlagerbar angeordnet, so dass der Flügel **5** relativ zur Flügelbettoberfläche **7** verschwenkbar ist.

[0032] Die **Fig. 3** bis **Fig. 5** zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Luftleiteinrichtungen **20, 30, 40**. Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen einen Flügel **21, 31**, welcher jeweils einteilig ausgebildet ist und aus einem Flügelement **22, 32** besteht und um eine Längsachse **23, 33** im Wesentlichen quer zur Fahrzeuglängsachse **24, 34** verschwenkbar ist. Das Flügelement **22, 32** ist dabei seitlich mittels hochstehender Haltemittel **25, 35** schwenkbar gelagert, wobei das Flügelement **22, 32** beispielsweise mittels eines Aktuators verschwenkbar ist.

[0033] Die **Fig. 5** zeigt auch ein Ausführungsbeispiel, bei welchem der Flügel **41** zweiteilig mit mehreren Flügelementen **42, 43** ausgebildet ist, die benachbart zueinander angeordnet sind. Entsprechend sind die Flügelemente **42, 43** um eine jeweilige Längsachse **44** verschwenkbar an Haltemitteln **45** verschwenkbar gehalten. Bei diesen Ausführungsbeispielen ist auch das Flügelement bzw. sind die Flügelemente jeweils als zweiarmiges Flügelement ausgebildet.

[0034] Die seitlich der Flügel bzw. der Flügelemente **22, 32, 42, 43** angeordneten Haltemittel **25, 35, 45** werden vorteilhaft von dem Flügelbett ausgebildet, mittels welchen das Flügelement oder die Flügelemente relativ zur Flügelbettoberfläche verschwenkbar gehalten sind. Dabei ragen die Haltemittel etwas von dem Flügelbett vor, um seitlich der Flü-

gel einen Steg auszubilden, in welchen die Flügelachse bzw. die Flügelementachse eingreifen kann.

[0035] Dabei ist es vorteilhaft, wenn zumindest der Flügel, das Flügelbett und der Durchströmkanal an einem insbesondere heckseitigen Aufsatzteil **26, 36** bzw. **46** angeordnet sind, das lösbar am darunter liegenden Aufbau eines Kraftfahrzeugs in Lage gehalten ist. So kann das Aufsatzteil beispielsweise am Dach des Kraftfahrzeugs oder an einer Heckklappe, Heckscheibe o.Ä. befestigt sein.

[0036] Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen einen Flügel, welcher sich im Wesentlichen über die gesamte Breite des Aufsatzteils erstreckt. Die **Fig. 5** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die beiden Flügelemente jeweils etwa die Hälfte der Breite des Aufsatzteils einnehmen, wobei zwischen den Flügelementen ein Freiraum verbleibt.

[0037] Die in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** gezeigten Flügel bzw. Flügelemente können gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** verstellt werden. Dabei kann die Betriebsposition gemäß **Fig. 1** in Fahrsituationen ohne erwünschten großen Luftwiderstand eingestellt werden, auch Eco-Stellung genannt, und die Betriebsposition der **Fig. 2** bei hoher Leistungsanforderung bzw. bei hoher Geschwindigkeit, wenn ein höherer Abtrieb bzw. ein reduzierter Auftrieb erwünscht ist, beispielsweise bei schneller Fahrt bzw. Autobahnfahrt, auch Performance-Stellung genannt.

[0038] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen auch, dass der Flügel bauchig profiliert sein kann, beispielsweise wie ein Flügelprofil einer Tragfläche. Dadurch kann ein gezielter Auftrieb oder Abtrieb erzeugt werden, je nach gewählter Profilierung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004041720 A1 [0003]
- EP 1630080 B1 [0004]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Fachbuch "Aerodynamik des Automobils" von Wolf-Heinrich Hucho, 1. Auflage 1981, Seite 183 [0002]

Patentansprüche

1. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40), wie insbesondere eine heckseitige Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40), die im Bereich einer Dachhinterkante (2) oberhalb einer Heckscheibe (3) eines Kraftfahrzeugs (4) angeordnet ist, die einen oberen, quer verlaufenden Flügel (5, 21, 31, 41) und ein unteres, profiliertes Flügelbett (6) mit einer Flügelbettoberfläche (7) aufweist, wobei zwischen dem Flügel (5, 21, 31, 41) und der Flügelbettoberfläche (7) ein Durchströmungskanal (8) ausgebildet ist, welcher in einer Durchströmungsrichtung (9) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flügelbettoberfläche (7) in Durchströmungsrichtung (9) des Durchströmungskanals (8) betrachtet kontinuierlich abfallend ausgebildet ist.

2. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Flügel (5, 21, 31, 41) einteilig mit einem Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder mehrteilig mit mehreren Flügelementen (22, 32, 42, 43) ausgebildet ist.

3. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Flügel (5, 21, 31, 41) verlagerbar angeordnet ist, so dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder dass die Flügelemente (22, 32, 42, 43) relativ zur Flügelbettoberfläche (7) verschwenkbar ist bzw. sind.

4. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) bzw. die Flügelemente (22, 32, 42, 43) als zweiarmiges Flügelelement (22, 32, 42, 43) ausgebildet ist bzw. sind.

5. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelbett (6) Haltemittel (25, 35, 45) ausbildet, mittels welchen das Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder die Flügelemente (22, 32, 42, 43) relativ zur Flügelbettoberfläche (7) verschwenkbar gehalten sind.

6. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder dass die Flügelemente (22, 32, 42, 43) in einer ersten Betriebsposition im Wesentlichen parallel zur Flügelbettoberfläche (7) angeordnet ist bzw. sind und den Durchströmungskanal (8) frei gibt bzw. frei geben.

7. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder dass die Flügelemente (22, 32, 42, 43) in einer zweiten Betriebsposition gegenüber der Flügel-

bettoberfläche (7) aufgestellt ist bzw. sind und den Durchströmungskanal (8) dabei zumindest teilweise blockiert bzw. blockieren.

8. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) als zweiarmiger Flügel (5, 21, 31, 41) verdrehbar gelagert ist oder dass die Flügelemente (22, 32, 42, 43) als zweiarmige Flügel (5, 21, 31, 41) verdrehbar gelagert sind, so dass in der zweiten Betriebsposition ein erster Arm (12) des jeweiligen Flügelements (22, 32, 42, 43) den Durchströmungskanal (8) zumindest teilweise blockiert.

9. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelelement (22, 32, 42, 43) oder die Flügelemente (22, 32, 42, 43) als zweiarmiger Flügel (5, 21, 31, 41) verdrehbar gelagert ist bzw. als zweiarmige Flügel (5, 21, 31, 41) verdrehbar gelagert sind, so dass in der zweiten Betriebsposition ein zweiter Arm (13) des jeweiligen Flügelements (22, 32, 42, 43) in einem spitzen Winkel zu der Flügelbettoberfläche (7) angeordnet ist.

10. Luftleiteinrichtung (1, 20, 30, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest der Flügel (5, 21, 31, 41), das Flügelbett (6) und der Durchströmungskanal (8) an einem insbesondere heckseitigen Aufsatzteil (26, 36, 46) angeordnet sind, das lösbar am darunter liegenden Aufbau eines Kraftfahrzeugs (4) in Lage gehalten ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

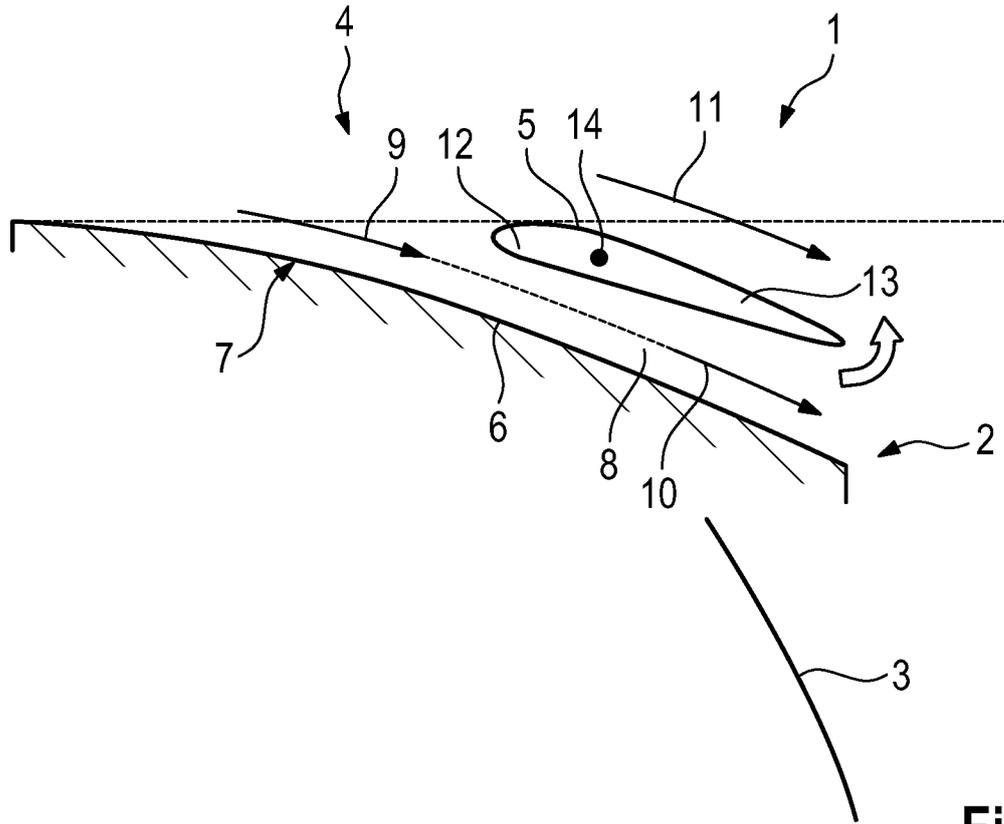


Fig. 1

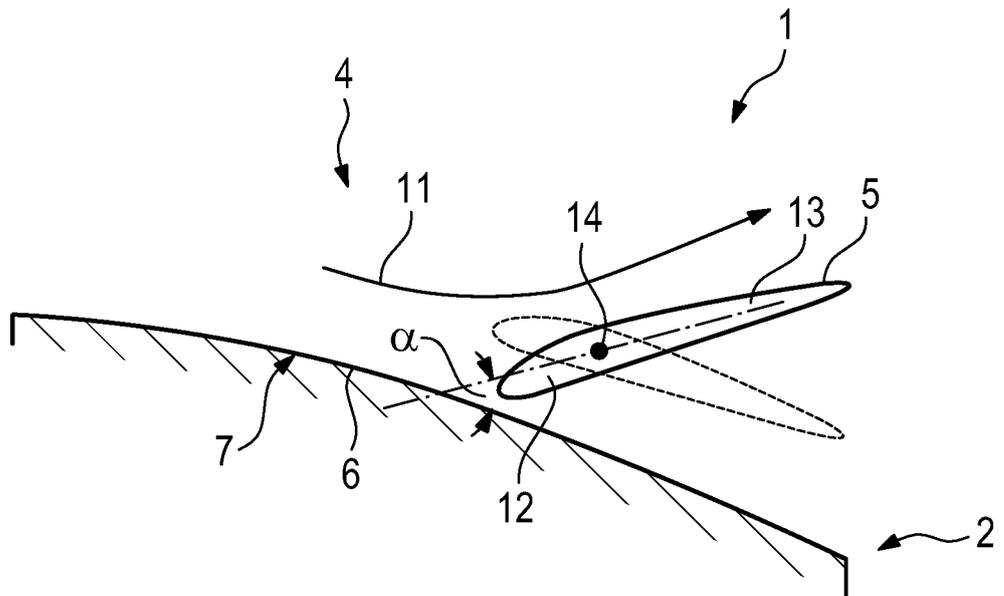


Fig. 2

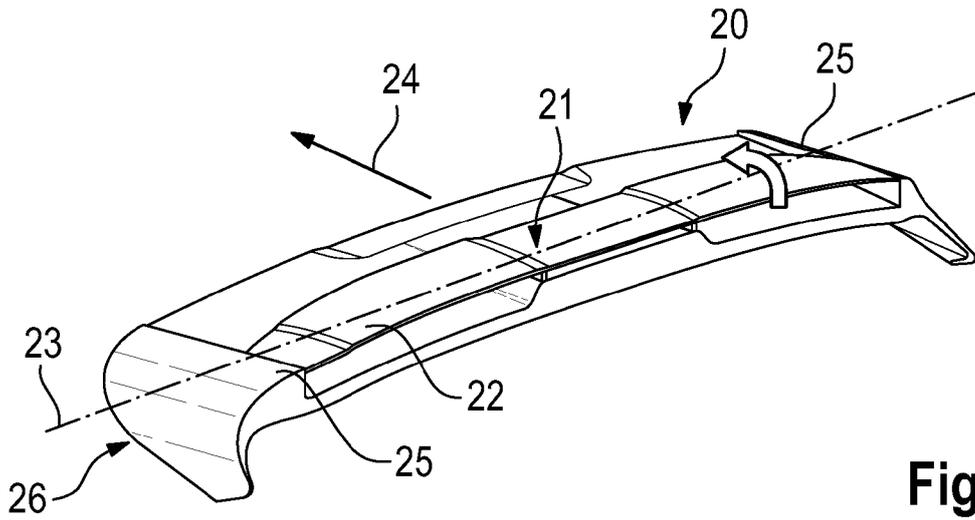


Fig. 3

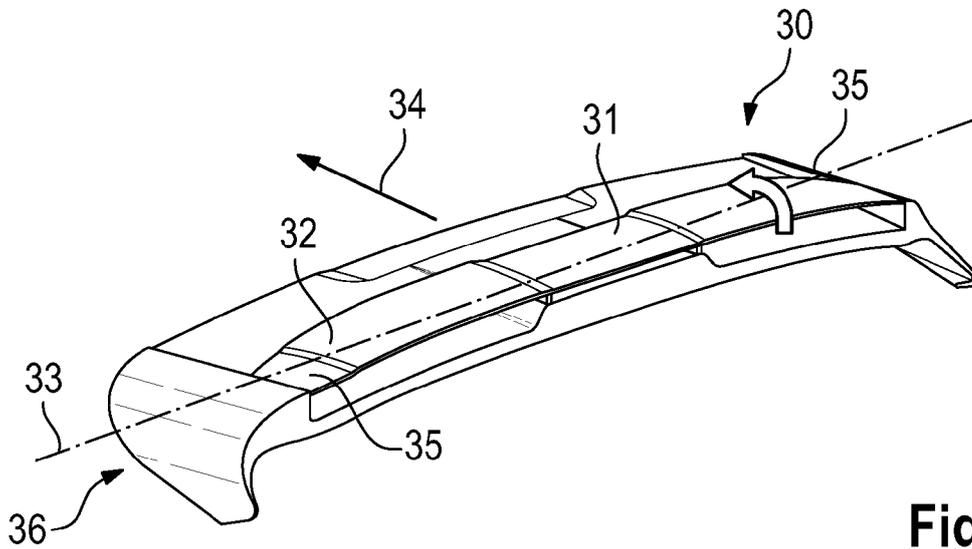


Fig. 4

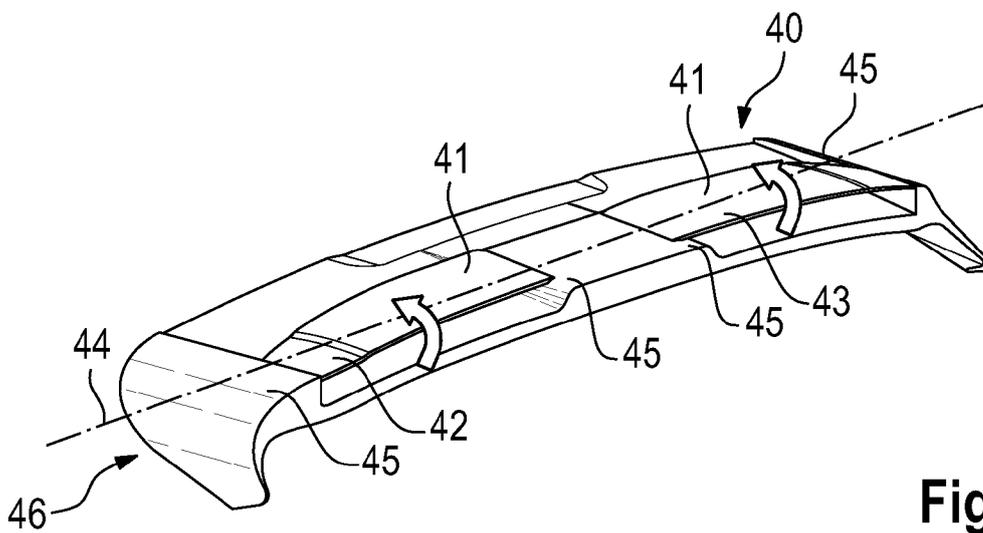


Fig. 5