



(10) **DE 10 2015 007 149 B4** 2017.09.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 007 149.1**
 (22) Anmeldetag: **03.06.2015**
 (43) Offenlegungstag: **08.12.2016**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **21.09.2017**

(51) Int Cl.: **B64F 1/04 (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:
**Becker, Christian, 91052 Erlangen, DE; Seybold,
 Hansjürgen, 91056 Erlangen, DE**

(74) Vertreter:
**Meyer & Döring GbR Patentanwälte, 91052
 Erlangen, DE**

(72) Erfinder:
**Becker, Christian, 91052 Erlangen, DE; Seybold,
 Hansjuergen, 91056 Erlangen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

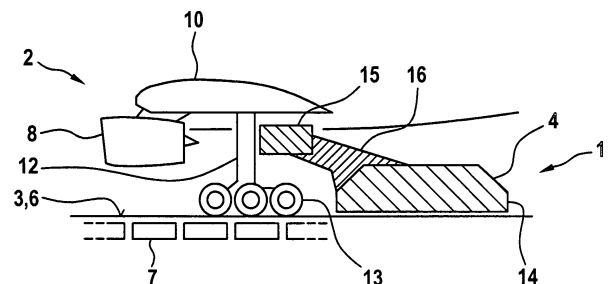
DE	100 46 552	C2
DE	25 53 064	A1
DE	102 41 041	A1
DE	10 2005 004 717	A1

DE	10 2008 023 698	A1
DE	10 2012 013 053	A1
DE	847 102	B
GB	2 423 063	A
US	2003 / 0 102 407	A1
US	2005 / 0 082 424	A1
US	2014 / 0 283 728	A1
US	2016 / 0 039 535	A1
US	3 376 578	A
WO	2014/ 198 746	A2
JP	2014- 65 321	A

Wikipedia, Die freie Enzyklopädie;
 Bearbeitungsstand: **20 April 2016, at 17:26;**
https://en.wikipedia.org/wiki/Sawyer_motor;
 abgerufen am **09.05.2016 15:35**

(54) Bezeichnung: **Starthilfervorrichtung für Flugzeuge mit einem Planarmotor**

(57) Hauptanspruch: Starthilfervorrichtung (1) für Flugzeuge (2), welche als Planarmotor mit mindestens einem, zum Angriff an einem Fahrwerksteil (12) eines Flugzeugs (2) vorgesehenen Läufer (4, 5) ausgebildet ist, welcher ein mit einem in eine Startbahn (6) integrierten Stator (3) zusammenwirkendes Direktantriebsselement (14) sowie ein mit dem Direktantriebsselement (14) verbundenes Anschubelement (15) aufweist, wobei der Läufer (4, 5) auf der Oberfläche der Startbahn (6) schwenkbar sowie in Längsrichtung und in Querrichtung verfahrbar ist und Räder (13) des Flugzeugs (2) direkt auf der die Oberfläche der Startbahn (6) bildenden Oberfläche des Stators (3) abrollen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Starthilfsvorrichtung für Flugzeuge sowie ein Verfahren zum Starten eines Flugzeugs unter Nutzung einer solchen Vorrichtung.

[0002] Die DE 10 2005 004 717 A1 offenbart ein plattformbasiertes Start- und Landebahnssystem für Flugzeuge. Hierbei soll sich eine Plattform abgestimmt auf die Flugphase eines startenden oder landenden Flugzeugs nach dem Magnetschwebeprinzip entlang von Fahrwegen bewegen und das auf der Plattform stehende Flugzeug beim Start beschleunigen beziehungsweise bei der Landung verzögern. Zur Fixierung des Flugzeugs auf der Plattform ist ein automatisches Haltesystem vorgesehen.

[0003] Die US 2003/0102407 A1 beschreibt ein Start- und Landesystem für Flugzeuge, insbesondere Kampfflugzeuge, welches mit einem elektrischen Linearmotor arbeitet. Das Start- und Landesystem soll besonders als bodengestütztes System geeignet sein und die Nutzung kurzer Start- und Landebahnen auch durch schwere Flugzeuge ermöglichen.

[0004] Aus der DE 102 41 041 A1 ist ein Verkehrsmittel mit internem Antrieb sowie zusätzlichem externen Antrieb bekannt. Bei dem Verkehrsmittel kann es sich um ein Schienenfahrzeug, Flugzeug oder Straßenfahrzeug handeln. Als externer Antrieb ist ein Linearmotor vorgesehen.

[0005] Aus der DE 847 102 B ist ein Startkraftwagen für Flugzeuge bekannt. Der Startkraftwagen ist so ausgebildet, dass er ein lösbar befestigtes Flugzeug tragen kann und Mittel zum Entkuppeln des Flugzeugs hat, wobei er unabhängig vom Flugzeug gesteuert werden kann, wenigstens dann, wenn das Flugzeug abgeflogen ist.

[0006] Aus der DE 25 53 064 A1 ist eine Einrichtung für die Starthilfe eines Flugzeugs bekannt, welche einen unter der Startbahn angeordneten endlosen Förderer mit einem über die Startbahnfläche ragenden und am Flugzeug angreifenden Mitnehmer aufweist.

[0007] Eine bodengebundene Vorrichtung für den Start-/Lande- und Rollvorgang von Flugzeugen ist auch aus der DE 10 2008 023 698 A1 bekannt. Diese Vorrichtung soll das weitgehende Beibehalten bestehender Flughafens- und Landebahnstrukturen ermöglichen, wobei auch keine wesentlichen Änderungen der bestehenden Betriebsabläufe erforderlich sein sollen. Die Vorrichtung ist dafür vorgesehen, dass ein Flugzeug den Start-, Lande- und Rollvorgang ohne Fahrwerksystem oder mit eingezogenem Fahrwerk vollzieht. Zu diesem Zweck ist ein Bodenfahrwerk vorgesehen, dessen Geschwindigkeit beim Landen an die Geschwindigkeit des Flugzeugs ange-

passt werden kann. Das Bodenfahrwerk ist lösbar mit einem Schlittensystem verbunden, das in eine Bewegungsrichtung antreibbar ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik weiterentwickeltes, Zusatznutzen bietendes Starthilfesystem für Flugzeuge anzugeben, wobei eine Start- und Landebahn auch von Flugzeugen nutzbar sein soll, die keinen Gebrauch von dem Starthilfesystem machen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Starthilfsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Starten eines Flugzeugs gemäß Anspruch 6. Im Folgenden im Zusammenhang mit dem Startverfahren erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für die Vorrichtung und umgekehrt.

[0010] Die Starthilfsvorrichtung ist als Planarmotor ausgebildet, das heißt als direkt angetriebener Flächenmotor, dessen Stator in eine Start- und Landebahn, kurz auch als Startbahn bezeichnet, integriert ist. Der Planarmotor weist mindestens einen zugehörigen Läufer auf, welcher ein mittels des Stators angetriebenes, in zwei Dimensionen verfahrbares Direktantriebsselement aufweist. Mit dem Direktantriebsselement ist ein Anschubelement verbunden, welches dazu ausgebildet ist, an einen Fahrwerksteil eines Flugzeugs anzugreifen.

[0011] Im Unterschied zu bekannten Starthilfesystemen für Flugzeuge ist der Läufer, welcher eine Kraft auf das Flugzeug überträgt, auf einer Fläche verfahrbar. Hinsichtlich der grundsätzlichen Gestaltung eines Planarmotors wird beispielhaft auf die DE 100 46 552 C2 verwiesen.

[0012] Die Oberfläche des Stators des Planarmotors ist entsprechend einer herkömmlichen Start- und Landebahn auch von Flugzeugen nutzbar, die keinen Gebrauch von der Starthilfsvorrichtung machen. Eine Unterbrechung der Oberfläche des Planarmotors durch Schienen oder ähnliche Führungssysteme ist nicht erforderlich.

[0013] Das Anschubelement ist in bevorzugter Ausgestaltung als von dem Direktantriebsselement auskragendes Element ausgebildet. Hierbei kann entweder eine starre oder eine nachgiebige, dämpfende Verbindung zwischen dem Anschubelement und dem Direktantriebsselement vorgesehen sein. In beiden Fällen ist das Anschubelement vorzugsweise derart ausgestaltet, dass es beim Anschieben des Flugzeugs ebenso wie bei jedem anderen Betriebszustand in keiner Weise an dem Fahrwerk des Flugzeugs oder an einem sonstigen Flugzeugteil verriegelt ist. Das Flugzeug kann sich somit beim Startvorgang jederzeit selbständig von dem Anschubelement

lösen. Das Anschubelement befindet sich vorzugsweise auf einer Höhe, die zumindest näherungsweise der Höhe eines Triebwerks, insbesondere Strahltriebwerks, des Flugzeugs entspricht. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass durch die Startunterstützung mit Hilfe des Läufers des Planarmotors höchstens ein geringes zusätzliches Drehmoment um die Querachse des Flugzeugs erzeugt wird.

[0014] Das Anschubelement befindet sich vorzugsweise auf einer Höhe, die zumindest der Achse des Triebwerks, insbesondere Strahltriebwerks, des Flugzeugs entspricht. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass durch die Startunterstützung mit Hilfe des Läufers des Planarmotors ein möglichst geringes zusätzliches Drehmoment um die Querachse des Flugzeugs erzeugt wird. Ebenso wird damit die zusätzliche Belastung des Fahrwerks möglichst gering gehalten.

[0015] In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst der Läufer eine Sensorvorrichtung, welche dazu ausgebildet ist, eine Trajektorie des Flugzeugs zu detektieren und mit einer Ansteuereinheit des Planarmotors zusammenzuwirken. Die Sensorvorrichtung kann Teil eines Sensorsystems sein, welche auch ortsfeste Komponenten sowie Komponenten an Bord des Flugzeugs umfasst. Ein Betrieb der Starthilfervorrichtung ist jedoch auch möglich, wenn sich an Bord des Flugzeugs keine datentechnischen, mit der Starthilfervorrichtung zusammenwirkenden Komponenten befinden. In jedem Fall ist der mindestens eine Läufer des als Starthilfervorrichtung fungierenden Planarmotors in vorteilhafter Ausgestaltung in der Lage, dem Kurs des Flugzeugs, solange sich dieses auf der Start- und Landebahn befindet, selbsttätig zu folgen.

[0016] Beim Starten des Flugzeugs mit Hilfe der Starthilfervorrichtung wird das Flugzeug typischerweise zunächst auf der Start- und Landebahn, welche zugleich als Stator eines Planarmotors ausgebildet ist, zum Stillstand gebracht. Hierbei ist es nicht erforderlich, dass sich das Flugzeug an einer exakt definierten Position befindet. Vielmehr wird der mindestens eine Läufer des Planarmotors unabhängig von der exakten Position des Flugzeugs an dieses herangefahren. Der anschließende Beschleunigungsvorgang des Flugzeugs erfolgt aus Sicht des Piloten in herkömmlicher Weise, wobei der Läufer eine zusätzliche, beschleunigende Kraft auf das Flugzeug überträgt. Konstruktive Änderungen gegenüber herkömmlichen Flugzeugen sind nicht oder nur in geringfügigem Umfang erforderlich. Hebt das Flugzeug ab, so verzögert der Läufer des Planarmotors und fährt in der Regel in eine Parkposition.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung existieren mindestens zwei Läufer ein und desselben Planarmotors, welche gleichzeitig an verschiedenen Fahrwerksteilen des Flugzeugs angreifen. Hierdurch

ist es möglich, bei Bedarf ein lenkendes oder stabilisierendes, um die Hochachse des Flugzeugs wirkendes Moment aufzubringen. Dies ist beispielsweise von Vorteil, wenn das Flugzeug ansonsten – etwa durch Seitenwind – auszubrechen droht.

[0018] Optional können Funktionen des Planarmotors, beispielsweise die Inbetriebnahme des Läufers oder der Läufer, vom Flugzeug aus angesteuert werden. Ebenso ist es möglich, den Betriebszustand des Planarmotors einschließlich der Läufer des Planarmotors im Flugzeug anzuzeigen.

[0019] Beispielsweise ist die Starthilfervorrichtung derart konfiguriert, dass der Pilot vom Flugzeug aus einen oder mehrere Läufer an das Flugzeug heranfährt, um den Startvorgang zu unterstützen. In einer alternativen Konfiguration erfolgt das Heranfahren der Läufer ohne Zutun des Piloten aufgrund eines vom Boden aus gegebenen Kommandos. In beiden Fällen wird der weitere Startvorgang aus Sicht des Piloten genauso durchgeführt wie ein konventioneller Startvorgang ohne Servounterstützung. Die die Servounterstützung bereitstellenden Läufer können derart betrieben werden, dass sie eine Kraft, die durch das Triebwerk oder die Triebwerke des Flugzeugs erzeugt wird, um einen bestimmten Faktor multiplizieren.

[0020] Die Starthilfervorrichtung eignet sich für Frachtflugzeug ebenso wie für Passagierflugzeuge. Aufgrund der verkürzten Startstrecke kann je nach den örtlichen Gegebenheiten die Zuladung des Flugzeugs signifikant erhöht werden. Hierbei kann im Einzelfall in Kauf genommen werden, dass nach dem Abheben die Steigrate aufgrund der erhöhten Zuladung etwas verringert ist. Durch das frühere Abheben im Vergleich zu einem Startvorgang ohne Servounterstützung bleibt dennoch gesichert, dass das Flugzeug in einem bestimmten Abstand von der Start- und Landebahn eine geforderte Mindestflughöhe erreicht.

[0021] Ebenso wie zur Erzeugung einer zusätzlichen Beschleunigung beim Start des Flugzeugs sind die Läufer prinzipiell auch zur Verzögerung des Flugzeugs bei der Landung nutzbar, wobei auch in diesem Fall stabilisierende oder lenkende Momente auf das Flugzeug übertragen werden können. Auch Rollvorgänge auf der Start- und Landebahn oder sonstigen Flächen können mit Unterstützung durch die Läufer des Planarmotors oder ausschließlich mit Hilfe des Planarmotors vollzogen werden.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen in schematisierter Darstellung:

[0023] Fig. 1 eine an einem Fahrwerk eines Flugzeugs angreifende Starthilfervorrichtung in Seitenansicht,

[0024] Fig. 2 in Draufsicht ein zum Start bereitest Flugzeug samt Starthilfvorrichtung.

[0025] Eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnete Starthilfvorrichtung kommt zum Einsatz beim Start eines in Fig. 1 nur andeutungsweise dargestellten Flugzeugs 2. Die Starthilfvorrichtung 1 ist als Planarmotor mit einem Stator 3 und zwei Läufern 4, 5 gestaltet. Hierbei stellt die Oberfläche des Stators 3 zugleich die Oberfläche einer Start- und Landebahn 6 für das Flugzeug 2 dar. In Fig. 2 beispielhaft angedeutete Statorsegmente 7 sind dazu ausgebildet, die beiden Läufer 4, 5 unabhängig voneinander mit jeweils zwei Freiheitsgraden zu verfahren. Als x-Richtung ist in Fig. 2 die Längsrichtung der Startbahn 6, das heißt diejenige Richtung, in welcher das Flugzeug 2 startet, bezeichnet. Die y-Richtung ist quer zur Startbahn 6 ausgerichtet. Jeder der Läufer 4, 5 kann sich in eine Richtung bewegen, die sich in beliebiger Weise aus einer Bewegung in x-Richtung und einer Bewegung in y-Richtung, jeweils mit positivem oder negativem Vorzeichen, zusammensetzt. Auch Schwenkbewegungen der Läufer 4, 5 um die zur x-Richtung sowie zur y-Richtung orthogonale z-Achse sind möglich.

[0026] Das Flugzeug 2 ist im Ausführungsbeispiel mit zwei Triebwerken 8, 9, nämlich Strahltriebwerken, ausgerüstet. Die Triebwerke 8, 9 befinden sich unterhalb der Tragflächen 10, 11. In Fig. 1 ist weiterhin ein Fahrwerksteil 12 des Flugzeugs 2 mit Rädern 13, die direkt auf der Oberfläche des Stators 3 abrollen, erkennbar. Die geometrische Relation zwischen Fahrwerksteilen 12, Tragflächen 10, 11 und Triebwerken 8, 9 ist in Fig. 2 verzerrt dargestellt.

[0027] Die Höhe der Läufer 4, 5 ist gering genug, um sie unterhalb der Tragflächen 10, 11 zu positionieren. Jeder Läufer 4, 5 weist ein unmittelbar mit dem Stator 3 zusammenwirkendes Direktantriebselement 14 auf, welches – wie aus Fig. 2 hervorgeht – eine rechteckige Grundform aufweist. Das Direktantriebselement 14 ist beispielsweise mit Permanentmagneten bestückt und dazu ausgebildet, sich auf einem dünnen und gleichzeitig steifen Luftpolster auf dem Stator 3 zu bewegen. Vom Direktantriebselement 14 auskragend ist mit diesem ein Anschubelement 15 verbunden, welches einerseits soweit von der Oberfläche der Startbahn 6, das heißt vom Stator 3, abgehoben ist, dass es oberhalb einzelner Räder 13 angeordnet werden kann, und andererseits niedrig genug positioniert ist, um auch bei ausgefahrenen Klappen unter die Tragfläche 10, 11 gefahren werden zu können. Das Direktantriebselement 14 ist mit dem Anschubelement 15 über einen Ausleger 16 verbunden, der optional dämpfende Eigenschaften hat. Beispielsweise kann der Ausleger 16 als hydraulisches Dämpfungselement ausgebildet sein oder mindestens ein solches Dämpfungselement enthalten. Die Höhe des Anschubelementes 15, gemessen ab der Oberfläche

des Stators 3, entspricht etwa der Höhe der Triebwerke 8, 9. Die Mittelachse des Triebwerks 8, 9 liegt in einer zur Startbahn 6 parallelen Ebene, welche das Anschubelement 15 schneidet. Hierdurch ist sichergestellt, dass beim Anschieben des Flugzeugs 2 mittels der Läufer 4, 5 kein unerwünschtes Moment um die Querachse des Flugzeugs 2 erzeugt wird. In Fig. 2 ist eine Situation vor dem Start des Flugzeugs 2 skizziert. Hierbei ist der Läufer 5 bereits an ein Fahrwerksteil 12, das heißt an ein Teil des Hauptfahrwerks herangefahren, während der baugleiche Läufer 4 noch vom Flugzeug 2 beabstandet ist. Vor dem Beschleunigen des Flugzeugs 2 wird auch der Läufer 4 in Kontakt zu einem Fahrwerksteil 12 gebracht, wobei keine Verriegelung zwischen Läufer 4, 5 und Fahrwerksteil 12 vorgesehen ist. Das Flugzeug 2 kann sich zu Beginn des Startvorgangs mittig oder – wie in Fig. 2 dargestellt – außermittig auf der Startbahn 6 befinden. Die Funktion der als Planarmotor ausgebildeten Starthilfvorrichtung 1 wird hierdurch nicht beeinträchtigt. Der Startvorgang selbst wird vom Piloten des Flugzeugs 2 in gewohnter Weise, wie auf einer Startbahn ohne Starthilfvorrichtung, durchgeführt. Sämtliche Bewegungen des Flugzeugs 2, insbesondere Links-Rechts-Bewegungen, das heißt Bewegungen um die Hochachse des Flugzeugs 2, werden ausschließlich vom Piloten gesteuert. Die Läufer 4, 5 unterstützen hierbei in der Art einer Servounterstützung die Beschleunigung des Flugzeugs 2. Unabhängig von der möglicherweise gekrümmten Trajektorie, die das Flugzeug 2 während des Startens, mit Kontakt zur Startbahn 6, beschreibt, folgen die Läufer 4, 5 stets den Fahrwerksteilen 12, wobei eine beschleunigende Kraft auf das Flugzeug 2 übertragen wird. Dies gilt auch dann, wenn das Flugzeug 2, etwa durch Seitenwind, Bewegungskomponenten in y-Richtung erfährt. In solchen nicht gewollten Betriebszuständen kann die Starthilfvorrichtung 1 zusätzlich zum Beschleunigen des Flugzeugs 2 dazu genutzt werden, die Bahn des Flugzeugs 2 zu stabilisieren. Zu diesem Zweck werden durch die Läufer 4, 5 unterschiedliche Kräfte auf das Flugzeug 2 übertragen. Im Extremfall kann dies bedeuten, dass lediglich einer der Läufer 4, 5 eine Kraft in das betreffende Fahrwerksteil einleitet, um einen gezielten Drehimpuls des Flugzeugs 2 um dessen z-Achse, das heißt Hochachse, zu erzeugen.

[0028] Die Bewegung der Läufer 4, 5 auf der Startbahn 6, die – für den Piloten des Flugzeugs 2 unsichtbar – als Stator 3 ausgebildet ist, wird unter anderem mit Hilfe einer in die Läufer 4, 5 integrierten Sensorik 17 ermöglicht. Die Sensorik 17 kann radarbasierte Sensoren, optische Sensoren und/oder Ultraschallsensoren umfassen. Insbesondere kann die Sensorik 17 mit der Ansteuerung des Planarmotors 1, das heißt mit einer nicht dargestellten Steuereinheit, die mit dem Stator 3 sowie den Läufern 4, 5 zusammenwirkt, verknüpft sein. Darüber hinaus ist die Sensorik 17 dazu geeignet, Warnmeldungen auszugeben, die

im Flugzeug **2** und/oder am Boden empfangbar sind. Eine derartige Warnmeldung wird beispielsweise generiert, wenn mittels der Sensorik **17** ein Fremdkörper auf der Startbahn **6** detektiert wird.

15 Anschubelement
16 Ausleger
17 Sensorik
18 Löschvorrichtung

[0029] Zusätzlich zu den Komponenten, welche zum Beschleunigen, teilweise auch zum Lenken, des Flugzeugs **2** benötigt werden, ist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Löschvorrichtung **18** in jeden Läufer **4, 5** integriert. Die Löschvorrichtungen **18** können beispielsweise genutzt werden, um äußerst schnell einen Triebwerksbrand am Flugzeug **2** zu bekämpfen. Die Menge an Löschmittel in jeder Löschvorrichtung **18** ist ausreichend, um entweder die Brandbekämpfung erfolgreich abzuschließen oder zumindest solange einen Brand zu bekämpfen, bis weitere Löschvorrichtungen vor Ort sind.

[0030] Die Starthilfsvorrichtung **1** kann nicht nur genutzt werden, um den Beschleunigungsvorgang beim Starten des Flugzeugs **2** zu unterstützen, sondern auch, um das Rollen des Flugzeugs auf dem Flugplatz zu bewerkstelligen. Hierbei können Teile des Stators **3** auch außerhalb der Start- und Landebahn **6** angeordnet sein. Die Verwendung eines gesonderten Schleppfahrzeugs oder der Antrieb des Flugzeugs **2** durch dessen eigene Triebwerke **8, 9** ist somit beim Rollen des Flugzeugs **2** entbehrlich. Ein Rückwärtsrollen des Flugzeugs **2** mit Hilfe der Läufer **4, 5** ist beispielsweise möglich, indem eine flexible mechanische Verbindung zwischen den Anschubelementen **15** und den Fahrwerksteilen **12** hergestellt wird. Eine solche gelenkige, auch auf Zug belastbare Verbindung ist auch nutzbar, um das Flugzeug **2**, besonders in Notfällen, auf der Startbahn **6** zu bremsen. Ebenso kann ein regelmäßiges Bremsen des Flugzeugs **2** auf der Startbahn **6** mit Hilfe der Läufer **4, 5** vorgesehen sein, um die Landestrecke zu verkürzen. Vergleichbar mit dem Startvorgang kommt es auch hierbei nicht genau darauf an, welchen Abschnitt der Startbahn **6** der Pilot zum Verzögern des Flugzeugs **2** nutzt.

Bezugszeichenliste

1 Starthilfsvorrichtung
2 Flugzeug
3 Stator
4 Läufer
5 Läufer
6 Start- und Landebahn
7 Statorsegment
8 Triebwerk
9 Triebwerk
10 Tragfläche
11 Tragfläche
12 Fahrwerksteil
13 Rad
14 Direktantriebselement

Patentansprüche

1. Starthilfsvorrichtung (**1**) für Flugzeuge (**2**), welche als Planarmotor mit mindestens einem, zum Angriff an einem Fahrwerksteil (**12**) eines Flugzeugs (**2**) vorgesehenen Läufer (**4, 5**) ausgebildet ist, welcher ein mit einem in eine Startbahn (**6**) integrierten Stator (**3**) zusammenwirkendes Direktantriebselement (**14**) sowie ein mit dem Direktantriebselement (**14**) verbundenes Anschubelement (**15**) aufweist, wobei der Läufer (**4, 5**) auf der Oberfläche der Startbahn (**6**) schwenkbar sowie in Längsrichtung und in Querrichtung verfahrbar ist und Räder (**13**) des Flugzeugs (**2**) direkt auf der die Oberfläche der Startbahn (**6**) bildenden Oberfläche des Stators (**3**) abrollen.

2. Starthilfsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschubelement (**15**) als – ausgehend von dem Direktantriebselement (**14**) – auskragendes, zur Kontaktierung des Fahrwerksteils (**12**) auf Höhe eines Triebwerks (**9, 10**) des Flugzeugs (**2**) vorgesehenes Element ausgebildet ist.

3. Starthilfsvorrichtung (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Läufer (**4, 5**) eine zur Detektion der Trajektorie des Flugzeugs (**2**) sowie zur Überwachung der Startbahn (**6**) ausgebildete, mit einer Ansteuereinheit des Planarmotors zusammenwirkende Sensorik (**17**) umfasst.

4. Starthilfsvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Läufer (**4, 5**) eine Löschvorrichtung (**18**) integriert ist.

5. Starthilfsvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Planarmotor zwei Läufer (**4, 5**) aufweist, welche zum Angriff an verschiedenen Fahrwerksteilen (**12**) des Flugzeugs (**2**) vorgesehen sind.

6. Verfahren zum Starten eines Flugzeugs (**2**) unter Nutzung einer als Planarmotor ausgebildeten Starthilfsvorrichtung (**1**), mit folgenden Merkmalen:
– Das Flugzeug (**2**) wird auf einem als Startbahn (**6**) fungierenden Stator (**3**) des Planarmotors positioniert,
– mindestens ein Läufer (**4, 5**) des Planarmotors übt, das Flugzeug (**2**) kontaktierend, eine beschleunigende Kraft auf das Flugzeug (**2**) aus, wobei der Läufer (**4, 5**) auf der Oberfläche der Startbahn (**6**) schwenkbar sowie in Längsrichtung und in Querrichtung verfahrbar ist und Räder (**13**) des Flugzeugs (**2**) direkt auf der die Oberfläche der Startbahn (**6**) bildenden Oberfläche des Stators (**3**) abrollen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Läufer (4, 5) während des Startvorgangs Bewegungen des Flugzeugs (2), auch in seitlicher Richtung, nachgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flugzeug (2) mittels mehrerer Läufer (4, 5) beschleunigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Läufer (4, 5) ein stabilisierendes, um die Hochachse des Flugzeugs (2) wirkendes Moment erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass Funktionen des Planarmotors wahlweise vom Boden oder vom Flugzeug (2) aus angesteuert werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

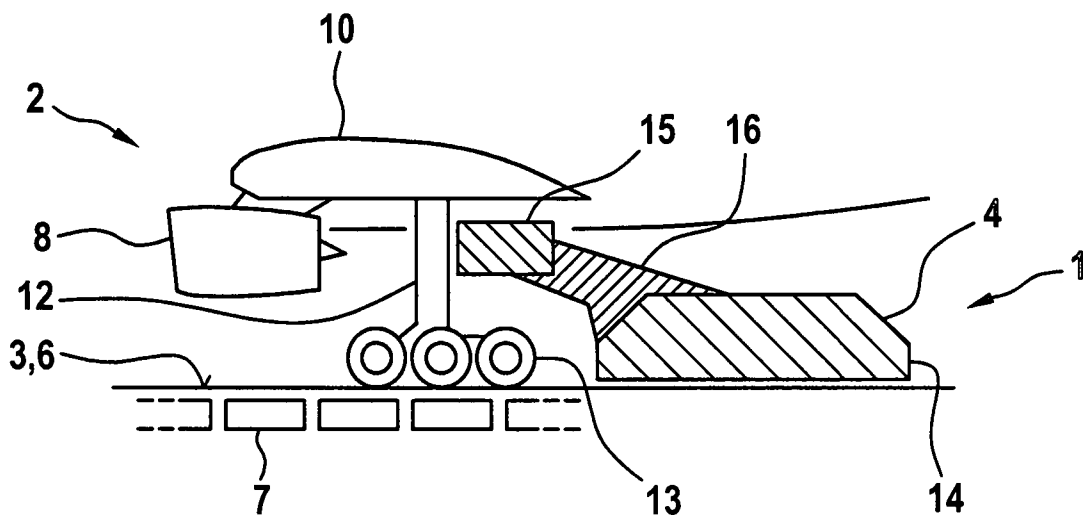


Fig. 2

