



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 568 855 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2005 Patentblatt 2005/35

(51) Int Cl.7: **F01L 1/344**

(21) Anmeldenummer: **05004274.6**

(22) Anmeldetag: **28.02.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Knecht, Andreas**
72127 Kusterdingen (DE)
• **Naumann, Ralf**
08451 Crimmitschau (DE)

(30) Priorität: **27.02.2004 DE 102004010829**
22.02.2005 DE 102005007942

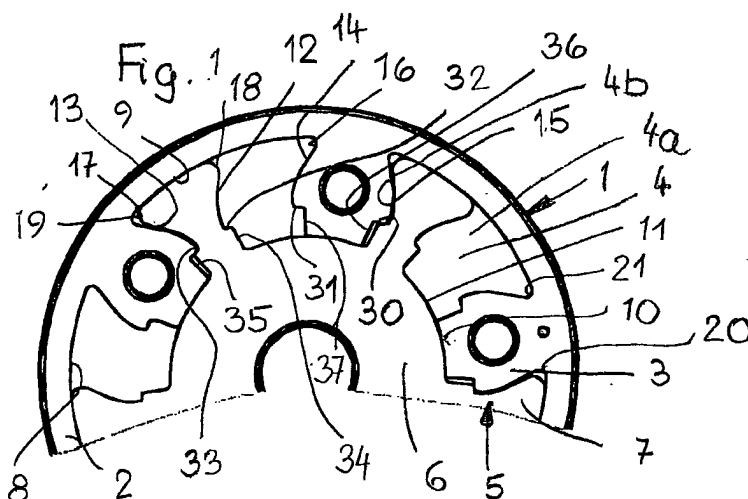
(74) Vertreter: **Jackisch-Kohl, Anna-Katharina**
Patentanwälte
Jackisch-Kohl & Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **HYDRAULIK-RING GMBH**
97828 Marktheidenfeld (DE)

(54) **Nockenwellenverstelleinrichtung für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen**

(57) Nockenwellenverstelleinrichtungen dienen dazu, die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile durch eine Relativdrehung der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle zu verschieben. Die Rotor- und Statorflügel (7 und 3) liegen mit ihren Stirnseiten (9, 10) an den jeweiligen Gegenflächen (8, 11) des Stators (1) bzw. Rotors (5) dichtend an, um den Leckagestrom des Druckmediums zu verringern. Um eine optimale Be-

triebsweise zu gewährleisten, haben die Rotorflügel (7) im Bereich ihrer Stirnseite (9) ihre größte Breite. Die Seitenflächen (12, 13) der Rotorflügel (7) sind über einen Teil ihrer Länge konkav ausgebildet. Auf diese Weise steht eine ausreichend große Dichtlänge zur Verfügung, während die Rotorflügel (7) schmal gehalten werden können. Der Schwenkwinkel des Rotors (5) kann darum groß sein. Die Nockenwellenverstelleinrichtung wird bei Kraftfahrzeugen eingesetzt.



EP 1 568 855 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Nockenwellenverstelleinrichtungen dienen dazu, die Öffnungs- und Schließzeitpunkt der Gaswechselventile durch eine Relativverdrehung der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle zu verschieben. Die Rotor- und Statorflügel liegen mit ihren Stirnseiten an den jeweiligen Gegenflächen des Stators bzw. Rotors. Zur Relativverstellung des Stators bzw. Rotors wird Hydraulikmedium verwendet, das die Rotorflügel von beiden Seiten so beaufschlagen kann, daß der Rotor in der gewünschten Richtung relativ zum Stator gedreht wird. Zur Verringerung des Leckagestromes des Hydraulikmediums zwischen den aneinanderliegenden Flächen müssen die Rotor- bzw. Statorflügel mit ihren Stirnseiten dichtend an den Gegenflächen anliegen. Aus diesem Grunde werden die Dichtflächen entsprechend lang ausgebildet. Dadurch wird aber der Schwenkwinkel der Rotorflügel verringert.

[0003] Bei bekannten Nockenwellenverstelleinrichtungen (DE 101 56 055 C2, DE 102 46 173 A1, DE 102 23 523 A1, US 2003/0217720 A1, US 6 758 177 B1, US 6 637 390 B1, EP 1 143 113 A2) haben die Rotorflügel und damit auch die Statorflügel ebene Seitenflächen. Damit die Dichtflächen an den Stirnseiten der Rotorflügel ausreichend lang sind, haben die Rotorflügel eine entsprechend große Breite, die jedoch nur einen begrenzten Schwenkwinkel des Rotors zuläßt.

[0004] Es sind auch Nockenwellenverstellvorrichtungen bekannt, bei denen an den Seitenflächen der Rotorflügel Vorsprünge vorgesehen sind (DE 101 34 320 A1), mit denen die Rotorflügel in der Endlage an den Seitenflächen der Statorflügel anliegen. Durch diese Vorsprünge wird der Schwenkwinkel des Rotors ebenfalls beeinträchtigt.

[0005] Es sind schließlich Nockenwellenverstelleinrichtungen bekannt (US 2003/0056744 A1), bei denen die freien Enden der Rotorflügel in der Breite verjüngt ausgebildet sind. Auch mit einer solchen Ausbildung ist nur ein begrenzter Schwenkwinkel erreichbar.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Nockenwellenverstelleinrichtung so auszubilden, daß bei konstruktiv einfacher Ausbildung und kostengünstiger Herstellung eine optimale Betriebsweise gewährleistet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung sind die Rotorflügel im Bereich ihrer Stirnseiten so ausgebildet, daß die Rotorflügel ihre größte Breite haben. Dadurch steht eine ausreichend große Dichtlänge zur Verfügung, um den Leckagestrom minimal zu halten. Die Seitenflächen der Rotorflügel sind über einen Teil ihrer Länge konkav gekrümmt, so daß die Rotorflügel schmal gehalten werden können. Dies hat zur Folge, daß der Schwenkwinkel des Rotors vergrößert ist, da die Rotorflügel aufgrund ihrer geringen Breite erst bei größeren Schwenkwinkeln an den Seitenflächen der Statorflügel zur Anlage kommen.

[0009] Vorteilhaft sind bei der Nockenwellenverstelleinrichtung zwischen den Seitenflächen der Rotorflügel und deren Stirnseiten quer zur Längsrichtung der Rotorflügel verlaufende Abschnitte vorgesehen. In den beiden Endstellungen des Rotors, in denen die Rotorflügel mit ihren Seitenflächen an den Seitenflächen der Statorflügel anliegen, werden zwischen den Abschnitten und den Statorabschnitten, ohne daß Vertiefungen am Stator gefertigt werden müssen, kammerartige Aufnahmebereiche gebildet, in denen sich eventuell im Hydraulikmedium bzw. einem Druckraum vorhandene Schmutzpartikel sammeln können. Dadurch wird auf konstruktiv einfache Weise verhindert, daß die Schmutzpartikel zwischen die Stirnseiten der Rotorflügel und der Gegenfläche des Stators gelangen und dadurch die Drehbewegung des Rotors beeinträchtigen können. Die Abschnitte der Rotorflügel lassen sich sehr einfach herstellen, so daß die erfindungsgemäße Nockenwellenverstelleinrichtung kostengünstig gefertigt werden kann. Vorteilhaft sind die Übergangsbereiche so ausgebildet, daß im Bereich der Stirnseite Abstreifkanten gebildet sind, die eventuell vorhandene Schmutzpartikel einfach in die endseitigen Kammern abstreifen.

[0010] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0011] Die Erfindung wird anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in Ansicht einen Teil einer erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung mit einem Rotor und einem Stator,

Fig. 2 bis Fig. 4 jeweils eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung in einer Darstellung entsprechend Fig. 1.

[0012] Die Nockenwellenverstelleinrichtungen werden bei Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen eingesetzt. Mit ihnen wird die Öffnungsdauer der Einspritzventile in Abhängigkeit vom Leistungsbedarf der Verbrennungskraftmaschi-

ne gesteuert. Während des Motorbetriebes wird mit der Nockenwellenverstelleinrichtung die Winkellage zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle verändert.

[0013] Die Nockenwellenverstelleinrichtung hat einen drehfest mit einem Ketten/Riemenrad verbundenen Stator 1. Über das Antriebsrad und ein entsprechendes Antriebselement, wie eine Kette oder einen Riemen, ist der Stator 1 in bekannter Weise mit einer (nicht dargestellten) Kurbelwelle verbunden. Der Stator 1 hat einen zylindrischen Grundkörper 2, von dem in gleichmäßigem Abstand radial nach innen ragende Flügel 3 abstehen. Einander benachbarte Flügel begrenzen jeweils einen Druckraum 4, in die Hydraulikmedium eingebracht werden kann. Auf der (nicht dargestellten) Nockenwelle sitzt drehfest ein Rotor 5, der einen zylindrischen Grundkörper 6 aufweist. Mit ihm ist der Rotor 5 drehfest auf der Nockenwelle befestigt. Vom Grundkörper 6 stehen im gleichmäßigen Abstand radial nach außen ragende Flügel 7 ab, die sich im Ausführungsbeispiel vorteilhaft radial nach außen verbreitern. Die Rotorflügel 7 ragen in die Druckräume 4 zwischen einander benachbarte Statorflügel 3, wodurch die Druckräume in zwei Druckkammern 4a und 4b unterteilt werden. In die Druckkammern 4a, 4b mündet jeweils mindestens eine (nicht dargestellte) Bohrung, über die das Hydraulikmedium in die jeweilige Druckkammer gelangen bzw. aus ihr verdrängt werden kann. Das Druckmedium gelangt über (nicht dargestellte) Ventile gesteuert in die jeweiligen Druckkammern 4a, 4b.

[0014] Bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 4 hat der ringförmige Grundkörper 2 des Stators 1 eine zylindrische Innenwand 8, an der die Rotorflügel 7 mit ihren freien Stirnseiten 9 dichtend anliegen. Die Stirnseiten 10 der Statorflügel 3 liegen ebenfalls dichtend an einer zylindrischen äußeren Mantelfläche 11 des Rotorgrundkörpers 6 an. Die Rotorflügel 7 weisen Seitenflächen 12 und 13 auf, die in den beiden Endstellungen an entsprechenden Seitenflächen 14, 15 der Statorflügel 3 anliegen. Durch die Druckbeaufschlagung des Mediums in der jeweiligen Druckkammer 4a bzw. 4b wird die Relativverdrehung zwischen dem Rotor 5 und dem Stator 1 erreicht. Bei der in den Zeichnungen dargestellten Endlage des Rotors 5 ist das Druckmedium in der Druckkammer 4a unter Druck gesetzt, während die Druckkammer 4b zum Tank hin entlastet ist. Soll der Rotor 5 aus dieser Endlage im Uhrzeigersinn gegenüber dem Stator 1 gedreht werden, wird die Druckkammer 4b unter Druck gesetzt, während die Druckkammer 4a druckentlastet wird. Dann kann der Rotor 5 so weit gedreht werden, bis die Rotorflügel 7 mit den Seitenflächen 12 an den Seitenflächen 14 der Statorflügel 3 anliegen. Der Rotor 5 kann auch in eine Zwischenlage gebracht werden, wobei die Rotorflügel 7 von beiden Seiten mit Druck beaufschlagt sind.

[0015] Die Kontaktflächen 8, 9; 10, 11; 12, 13 und 14, 15 des Stators 1 und des Rotors 5 sind einwandfrei bearbeitet, um zu verhindern, daß sich der Rotor 5 gegenüber dem Stator 1 verklemmt. Außerdem muß gewährleistet sein, daß eventuell in den Druckkammern 4a und 4b vorhandene Schmutzpartikel nicht zu einer Verringerung des Schwenkwinkels des Stators 1 und des Rotors 5 gegeneinander bzw. zu einer Blockade dieser Teile führen.

[0016] Zur Aufnahme von in die Druckräume 4 eindringenden Schmutzpartikeln sind bei sämtlichen Ausführungsformen radial äußere Schmutzaufnahmekammern 16, 17 gebildet. Sie sind durch eine bestimmte geometrische Ausbildung der Rotorflügel im Bereich ihrer radial äußeren Ränder gebildet.

[0017] Die Seitenflächen 12, 13 der Rotorflügel 7 sind im Anschluß an die Stirnseiten 9 mit großem Krümmungsradius gekrümmt ausgebildet. Über eine kurze radiale Länge sind die Seitenflächen 12, 13 zunächst nach außen gebogen, so daß die Breite der Rotorflügel 7 zunächst zunimmt. Die Seitenflächen 12, 13 sind anschließend nach innen gebogen, so daß die Breite der Rotorflügel 7 radial nach innen abnimmt. Mit Abstand von der Mantelfläche 11 des Rotorgrundkörpers 6 gehen die gebogenen Seitenflächenabschnitte über eine in Umfangsrichtung liegende Schulterfläche 32, 33 in zueinander parallele Seitenflächenabschnitte 34, 35 über, die senkrecht an die Mantelfläche 11 des Rotorgrundkörpers 6 anschließen. Die Schulterflächen 32, 33 sind jeweils in Richtung auf den benachbarten Statorflügel 3 gerichtet und liegen auf gleicher Höhe. Im Bereich der Seitenflächenabschnitte 34, 35 sind die Rotorflügel 7 schmaler als im Bereich ihrer Stirnseiten 9.

[0018] Die Seitenflächen 14, 15 der Statorflügel 3 sind an die Seitenflächen 12, 13 der Rotorflügel 7 angepaßt, so daß diese in der Endstellung des Rotors 5 flächig an den Seitenflächen 14, 15 der Statorflügel 3 anliegen.

[0019] Die Innenwand 8 des Statorgrundkörpers 2 geht stetig gekrümmt in die Seitenflächen 14, 15 der Statorflügel 3 über. Die an die Innenwand 8 anschließenden Seitenflächenabschnitte sind nach außen gekrümmt und gehen über in Umfangsrichtung sich erstreckende Schulterflächen 30, 31 in parallel zueinander liegende Seitenflächenabschnitte 36, 37 über, die durch die Stirnseite 10 des Statorflügels 3 miteinander verbunden sind. Die Schulterflächen 30, 31 erstrecken sich in Umfangsrichtung nach innen, liegen auf gleicher Höhe und sind gleich breit wie die Schulterflächen 31, 22 der Rotorflügel 7. Die Seitenflächenabschnitte 36, 37 sind in Radialrichtung gleich lang wie die Seitenflächenabschnitte 34, 35 der Rotorflügel 7.

[0020] Die Stator- und die Rotorflügel 3, 7 sind bei allen Ausführungsformen spiegelsymmetrisch zu ihrer jeweiligen Axialmittelebene ausgebildet.

[0021] Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 gehen die Seitenflächen 12, 13 der Rotorflügel 7 über gerundete Abschnitte 18, 19 in die Stirnseiten 9 über. Der Krümmungsradius der Abschnitte 18, 19 ist kleiner als der Krümmungsradius der Abschnitte 20, 21, mit denen die Innenwand 8 des Statorgrundkörpers 2 in die Seitenflächen 14, 15 der Statorflügel 3 übergeht. Dadurch werden in der Endlage des Rotors 5 zwischen den statorseitigen Abschnitten 20, 21 und den rotorseitigen Abschnitten 18, 19 die Aufnahmen 16 bzw. 17 gebildet. Sie sind, in Axialansicht gesehen, si-

chelförmig ausgebildet.

[0022] Die Seitenflächen 12, 13 der Rotorflügel 7 sind am Übergang zu den Stirnseiten 9 mit rechteckigen Ausnehmungen 22, 23 versehen, die durch rechtwinklig zueinander liegende, Schulterflächen bildende Abschnitte 24, 25, 28, 29 begrenzt werden. Die in Umfangsrichtung sich erstreckenden Abschnitte 28, 29 schließen an die gekrümmten Seitenflächen 12, 13 und die radial liegenden Abschnitte 24, 25 an die Stirnseiten 9 der Rotorflügel 7 an.

[0023] In der jeweiligen Endstellung des Rotors 5 begrenzen die Abschnitte 24, 25, 28, 29 der Rotorflügel 7 und die gekrümmten Abschnitte 20, 21 des Stators 1 die Aufnahmen 16, 17.

[0024] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 haben die Rotorflügel 7 abgeschrägte Abschnitte 18, 19. Die geraden Abschnitte 18, 19 verbinden die Seitenflächen 12, 13 mit den Stirnseiten 9 der Rotorflügel 7 und verlaufen konvergierend in Richtung auf die Stirnseiten 9. In der jeweiligen Endstellung der Rotorflügel 7 begrenzen die Abschnitte 18, 19 mit den abgerundeten, an den Ecken liegenden Bereichen 20, 21 des Stators 1 die Aufnahmen 16, 17.

[0025] Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 gehen die in Umfangsrichtung liegenden Abschnitte 28, 29 der Rotorflügel 7 stetig gekrümmt in die Seitenflächen 12, 13 über. Die radial verlaufenden Abschnitte 24, 25 münden in die Stirnseite 9 der Rotorflügel 7. Die Abschnitte 24, 25, 28, 29 und die abgerundeten Bereiche 20, 21 des Stators 1 begrenzen in der jeweiligen Anschlagstellung der Rotorflügel 7 die Aufnahmen 16, 17.

[0026] Bei den Ausführungsformen nach den Fig. 2 bis 4 sind an der Stirnseite 9 der Rotorflügel 7 die Abstreifkanten 26, 27 gebildet, mit denen im Druckraum 4 vorhandene Schmutzpartikel bei Rotation des Rotors 5 an der Innenwand 8 des Stators 1 entlang in die entsprechende Aufnahme 16 bzw. 17 in Drehrichtung geschoben werden.

[0027] Durch die beschriebenen Ausbildungen ist bei einfacher Geometrie der Rotorflügel 7 verhindert, daß im Druckraum 4 vorhandene Schmutzpartikel zwischen den Dichtflächen des Rotors 5 und des Stators 1 verkleben und so deren Relativbewegung zueinander beeinträchtigen können.

[0028] Der Stator 1 und der Rotor 5 können aus Kunststoff oder auch aus metallischem Werkstoff, insbesondere Leichtmetall, vorzugsweise Aluminium, bestehen. Der Stator 1 und der Rotor 5 können auch aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

Patentansprüche

1. Nockenwellenverstelleinrichtung für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen, mit einem Stator und einem Rotor, die relativ zueinander verdrehbar sind und jeweils radial abstehende Flügel aufweisen, die mit ihren Stirnseiten dichtend an einer Gegenfläche des Rotors bzw. Stators anliegen und Seitenflächen haben, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotorflügel (7) im Bereich ihrer Stirnseiten (9) ihre größte Breite haben, und daß die Seitenflächen (12, 13) der Rotorflügel (7) über einen Teil ihrer Länge konkav gekrümmt sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der konkav gekrümmte Teil der Seitenflächen (12, 13) über einen nach außen gekrümmt verlaufenden Abschnitt (18, 19) in die Stirnseite (9) des Rotorflügels (7) übergeht.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Krümmungsradius der nach außen gekrümmt verlaufenden Abschnitte (18, 19) der Seitenflächen (12, 13) kleiner ist als der Krümmungsradius der konkav gekrümmten Abschnitte der Seitenflächen (12, 13) der Rotorflügel (7).

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Seitenflächen (12, 13) der Rotorflügel (7) radial innen an zueinander parallele Seitenflächenabschnitte (34, 35) anschließen.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Seitenflächen (12, 13) über Schulterflächen (32, 33) an die Seitenflächenabschnitte (34, 35) anschließen.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schulterflächen (32, 33) auf gleicher Höhe liegen.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Seitenflächen (12, 13) der Rotorflügel (7) über mindestens teilweise quer zur Längsrichtung der Rotorflügel (7) verlaufende Abschnitte (18, 19; 24, 25; 28, 29) an die Stirnseite (9) des Rotorflügels (7) anschließen.

8. Einrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (18, 19; 24, 25; 28, 29) in Anschlagstellung der Rotorflügel (7) an den Statorflügeln (3) unter Vermeidung von Vertiefungen am Stator mit Abschnitten (20, 21) des Stators (1) Aufnahmekammern (16, 17) bilden.
9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (18, 19) stetig gekrümmt in die Seitenflächen (12, 13) und die Stirnseite (9) des Rotorflügels (7) übergehen.
10. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (18, 19) gerade verlaufen und winklig an die Seitenflächen (12, 13) und an die Stirnseite (9) anschließen.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (24, 25, 28, 29) Ausnehmungen (22, 23) an den freien Enden des Rotorflügels (7) begrenzen.
12. Einrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (22, 23) in die Seitenflächen (12, 13) und in die Stirnseite (9) des Rotorflügels (7) münden.
13. Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (24, 25, 28, 29) etwa rechtwinklig zueinander liegen.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß die einen Abschnitte (24, 25) etwa radial und die anderen Abschnitte (28, 29) etwa in Umfangsrichtung des Rotors (5) verlaufen.
15. Einrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß die etwa in Umfangsrichtung des Rotors (5) verlaufenden Abschnitte (28, 29) stetig gekrümmt in die Seitenflächen (12, 13) des Rotorflügels (7) übergehen.
16. Einrichtung nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die etwa radial verlaufenden Abschnitte (24, 25) unter Bildung einer Abstreifkante (26, 27) winklig an die Stirnseite (9) des Rotorflügels (7) anschließen.
17. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (18, 19; 24, 25; 28, 29) in Anschlagstellung der Rotorflügel (7) an den Statorflügeln (3) unter Vermeidung von Vertiefungen am Stator mit Abschnitten (20, 21) des Stators (1) Aufnahmekammern (16, 17) bilden.
18. Einrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, daß die die Aufnahmekammern (16, 17) begrenzenden Abschnitte (20, 21) des Stators (1) am Übergang von einer Innenwand (8) des Stators (1) zu den Seitenflächen (14, 15) der Statorflügel (3) vorgesehen sind.
19. Einrichtung nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (20, 21) des Stators (1) gekrümmt verlaufen.

