

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 957 264 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(51) Int. Cl.⁶: F02N 11/04, B64D 41/00

(21) Anmeldenummer: 99106945.1

(22) Anmeldetag: 08.04.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Wernicke, Joachim, Dr.-Ing.**
14167 Berlin (DE)
• **Euer, Hartmut, Dipl.-Ing.**
82393 Iffeldorf (DE)

(30) Priorität: 15.05.1998 DE 19821997

(74) Vertreter: **Volpert, Marcus, Dr.**
Patentanwälte
Kern, Brehm & Partner GbR
Albert-Rosshaupter-Strasse 73
81369 München (DE)

(71) Anmelder:
**EMT Ingenieurbüro für Elektro-Mechanische
Technologien Dipl.-Ing. Hartmut Euer**
82377 Penzberg (DE)

(54) Vorrichtung zum Starten eines Verbrennungsmotors und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom für Fluggeräte

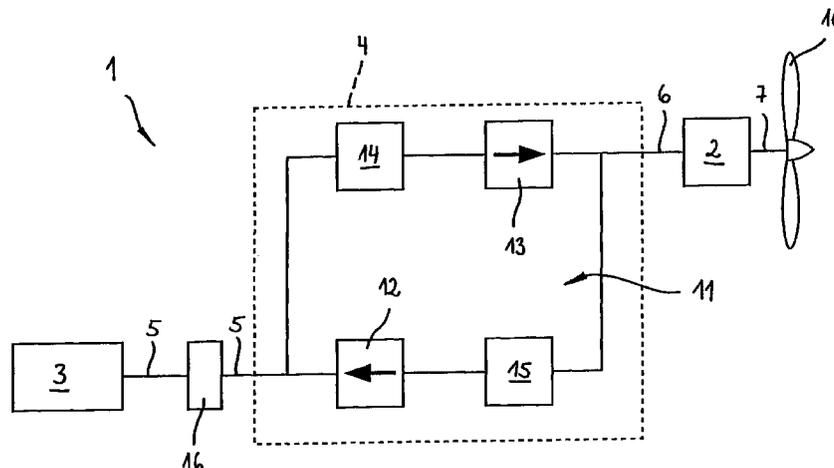
(57) Vorrichtung zum Starten eines Verbrennungsmotors und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom für durch den Verbrennungsmotor angetriebene Fluggeräte.

Aus der Praxis sind Fluggeräte bekannt, deren Flugmotoren durch einen elektrischen Anlasser gestartet werden. Die Stromversorgung für solche Fluggeräte erfolgt meist aus vorgeladenen Bordbatterien, welche bei Fluggeräten, die für lange Flugzeiten ausgelegt sind, durch einen separat vorgesehenen Elektrogenerator aufladbar sind. Derartige Vorrichtungen mit Anlasser und getrenntem Generator weisen ein relativ hohes Gewicht auf. Die Reichweite und Flugdauer vor allem

unbemannter Fluggeräte hängt in hohem Maße vom Gewicht dieser Fluggeräte ab. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll eine Gewichtersparnis ermöglichen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine integrierte Anlasser/Generator-Einheit (3) auf, welche derart ausgebildet ist, daß sie sowohl als Anlasser als auch als Generator arbeitet, und welche über ein Getriebe (4) mit dem Verbrennungsmotor (2) verbunden ist. Vorzugsweise ist die Anlasser/Generator-Einheit (3) ein Seltenerd-magnet-Gleichstrommotor.

Minimieren des Gewichtes insbesondere von unbemannten Fluggeräten.



EP 0 957 264 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Starten eines Verbrennungsmotors mit Hilfe eines elektrischen Anlassers und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom mit Hilfe eines Generators für durch den Verbrennungsmotor angetriebene Fluggeräte nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der Praxis sind mittels eines Verbrennungsmotors angetriebene Fluggeräte bekannt. Solche Flugmotoren werden beispielsweise mit Hilfe eines elektrischen Anlassers gestartet. Nach erfolgtem Starten des Verbrennungsmotors wird der Anlasser durch eine Kupplung mechanisch von der Welle des Flugmotors getrennt. Die Stromversorgung von Fluggeräten erfolgt meist aus vorgeladenen Bordbatterien. Bei Fluggeräten, die für lange Flugzeiten ausgelegt sind, ist üblicherweise ein elektrischer Generator vorgesehen, der die Bordbatterien nachlädt. Nachteilig ist bei der bekannten Vorrichtung, daß sowohl der elektrische Anlasser als auch der Generator ein verhältnismäßig hohes Gewicht aufweisen und dadurch das Gewicht des Fluggeräts insgesamt erhöhen. Das hohe Gewicht von Anlasser und Generator ist auf die erforderlichen Magnet- und Spulenmaterialien zurückzuführen. Die Reichweite und Flugdauer insbesondere von unbemannten Fluggeräten, beispielsweise für die ferngesteuerte Gewinnung und Übertragung von Luftbildern, hängt in starkem Maße vom Gewicht dieser Fluggeräte ab. Zur Maximierung von Reichweite und Flugdauer ist das Fluggewicht des Fluggeräts so gering wie möglich zu halten.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, welche ein geringeres Gewicht aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Durch die integrierte Ausführung der Anlasser/Generator-Einheit ist diese in der Lage, eine Doppelfunktion auszuführen. Die Einheit kann als Anlasser zum Starten des Verbrennungsmotors des durch diesen angetriebenen Fluggeräts und als Generator beispielsweise zum Laden der Bordbatterien eingesetzt werden. Während also im Stand der Technik zum Ausführen der Funktion "Starten des Verbrennungsmotors" und der Funktion "Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom" zwei separate elektrische Bauteile benötigt werden, kommt die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer einzigen Einheit aus, welche beide Funktionen erfüllen kann. Mit Hilfe des geeignet ausgelegten Getriebes ist diese Anlasser/Generator-Einheit ständig mit dem Verbrennungsmotor verbunden.

[0006] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Getriebe als Schaltgetriebe mit einer bestimmten Übersetzung für den Anlasserbetrieb und einer bestimmten Übersetzung für den Generatorbetrieb

ausgebildet. Üblicherweise treten beim Starten des Flugmotors niedrige Drehzahlen in Verbindung mit einem hohen benötigten Anlaßdrehmoment auf während im Generatorbetrieb hohe Drehzahlen der Motorwelle des Flugmotors auf die im Generatorbetrieb arbeitende Anlasser/Generator-Einheit zu übertragen sind. Mit Hilfe des Schaltgetriebes ist es möglich, sowohl für den Anlasser- als auch für den Generatorbetrieb eine optimale Ankopplung zwischen der Anlasser/Generator-Einheit und dem das Fluggerät antreibenden Verbrennungsmotor zu schaffen. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Schaltgetriebe ermöglicht also im Gegensatz zu einem Getriebe mit konstanter Über- bzw. Untersetzung die Optimierung beider Einsatzfälle, so daß die erfindungsgemäße Vorrichtung optimal so arbeiten kann, daß im Anlasserbetrieb ein ausreichend hohes Anlaßdrehmoment zur Verfügung steht und im Generatorbetrieb eine unzulässig hohe Drehzahlbelastung der Anlasser/Generator-Einheit ausgeschlossen ist. Bei einem Getriebe mit konstanter Über- bzw. Untersetzung kann nämlich nur einer der beiden Einsatzfälle, also der Anlasserbetrieb oder der Generatorbetrieb, optimal ausgelegt sein, so daß entweder kein ausreichend hohes Drehmoment zum Starten des Verbrennungsmotors zur Verfügung steht oder die ohnehin hohe Drehzahl des Verbrennungsmotors im Generatorbetrieb zu einer unzulässig hohen Drehzahl der Anlasser/Generator-Einheit führen würde.

[0007] Vorteilhafterweise weist das Schaltgetriebe mehrere Kupplungen, vorzugsweise je eine Kupplung zum Schalten des Getriebes auf Anlasser- bzw. auf Generatorbetrieb, auf wobei die Kupplungen mittels eines Kraftflußrichtungs-Sensors, vorzugsweise eines Drehmomentsensors, steuerbar sind oder wobei die Kupplungen mechanische Freilaufkupplungen sind, die automatisch in Abhängigkeit von der Kraftflußrichtung eingreifen oder freilaufen. Dadurch ist ein Schaltgetriebe geschaffen, das sich, gesteuert durch die Kraftflußrichtung einerseits von der Anlasser/Generator-Einheit zum Verbrennungsmotor, andererseits vom Verbrennungsmotor zur Anlasser/Generator-Einheit automatisch auf eine von zwei vorgewählten Übersetzungen bzw. Übersetzungen einstellt. Die jeweils andere Übersetzung/Übersetzung ist durch die betreffende andere Kupplung inaktiv geschaltet.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Anlasser/Generator-Einheit ein Kollektor-Gleichstrommotor, vorzugsweise ein Seltenerd-magnet-Gleichstrommotor, wobei der Seltenerd-magnet gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ein Neodym-Eisen-Bor-Magnet ist. Derartige Magnete sind anderen Dauermagnetwerkstoffen sowohl im Energieprodukt als auch in der Stabilität weit überlegen, so daß ein solcher Gleichstrommotor äußerst kompakt konstruiert werden kann und gleichzeitig einen hohen Wirkungsgrad aufweist. Ein solcher Gleichstrommotor kleiner Baugröße bietet trotz seines geringen Gewichts ein hohes Drehmoment.

[0009] Insbesondere im Fall des letztgenannten Seltenermagnet-Gleichstrommotors ist das Getriebe gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ein konstantes Getriebe mit fest vorgegebener, konstanter Übersetzung bzw. Untersetzung. Dadurch wird das Gewicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung und damit des Fluggerätes insgesamt weiter minimiert, da ein derartiges Getriebe ein geringeres Gewicht als ein Schaltgetriebe aufweist. Für den vorgeschlagenen Seltenermagnet-Gleichstrommotor läßt sich beispielsweise ein einziger Untersetzungswert und damit ein konstantes Getriebe konstruktiv so wählen und auslegen, daß ein dauerhaft funktionsfähiger Kompromiß in bezug auf Anlasser- bzw. Generatorbetrieb bei gleichzeitig äußerst geringem Gewicht realisiert werden kann. Durch das vorgeschlagene Getriebe mit fester bzw. konstanter Übersetzung oder Untersetzung kann also im Vergleich zum Einsatz eines geeignet konstruktiv ausgelegten Schaltgetriebes ein Gewichtsvorteil erreicht werden. Die erfindungsgemäß bevorzugt vorgeschlagene Vorrichtung hat somit insbesondere den Vorteil, daß damit ausgerüstete Fluggeräte während des Fluges den das Fluggerät antreibenden Verbrennungsmotor wiederholt aus- und wieder einschalten und damit antriebslose Flugphasen realisieren können. Dies ist für die unauffällige Gewinnung von elektronischen Luftbildern mit unbemannten Motorsegler-Fluggeräten von besonderer Bedeutung.

[0010] Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, deren einzige Figur zeigt:

eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Starten eines Verbrennungsmotors und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom für durch den Verbrennungsmotor angetriebene Fluggeräte.

[0011] Unter dem Begriff "Übersetzung" wird hier ein Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl < 1 und unter dem Begriff "Untersetzung" ein Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl > 1 verstanden. Demnach wird bei einer Übersetzung die Drehzahl vom Antriebs zum Abtrieb hin erhöht, bei einer Untersetzung hingegen verringert.

[0012] Eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Starten eines Verbrennungsmotors 2 und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom für durch den Verbrennungsmotor 2 angetriebene, nicht näher gezeigte Fluggeräte, ist in der einzigen Figur dargestellt.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 weist im wesentlichen eine integrierte Anlasser/Generator-Einheit 3 und den Verbrennungsmotor 2 auf welche über ein Getriebe 4 miteinander verbunden sind. Die Anlasser/Generator-Einheit 3 ist derart ausgebildet, daß sie sowohl als elektrischer Anlasser für den Verbrennungs-

motor 2 als auch als Generator beispielsweise zum Laden der nicht dargestellten Bordbatterien des nicht näher gezeigten Fluggerätes arbeiten kann. Der Verbrennungsmotor 2 ist beispielsweise ein Kolbenverbrennungsmotor, das Fluggerät beispielsweise ein unbemannter Motorsegler.

[0014] Im einzelnen ist die Anlasser/Generator-Einheit 3 über eine Welle 5 mit dem Getriebe 4 und über das Getriebe 4 mittels einer Motorwelle 6 mit dem Verbrennungsmotor 2 verbunden. Der Verbrennungsmotor 2 weist außerdem eine Propellerwelle 7 auf, die einen fest damit verbundenen Propeller 10 antreibt. Das Fluggerät kann anstelle des Propellers 10 auch Tragschrauben aufweisen.

[0015] Gemäß der in der einzigen Figur dargestellten ersten Ausführungsform der Erfindung ist das Getriebe 4 als Schaltgetriebe 11 mit einer bestimmten, vorgewählten Untersetzung für den Anlasserbetrieb und einer bestimmten, vorgewählten Untersetzung für den Generatorbetrieb ausgebildet, wobei die jeweiligen Untersetzungsverhältnisse so gewählt sind, daß die Anlasser/Generator-Einheit 3 im Anlasserbetrieb das erforderliche Drehmoment zum Starten des Verbrennungsmotors 2 erreicht und im Generatorbetrieb mit einer zumindest noch zulässigen Drehzahl beaufschlagt wird.

[0016] Gemäß der Figur weist das Schaltgetriebe 11 zwei Kupplungen 12, 13, und zwar jeweils eine Kupplung zum Schalten des Getriebes 4 auf Anlasserbetrieb und zum Schalten des Getriebes 4 auf Generatorbetrieb, auf, wobei die Kupplung 13 einseitig mit einem Getriebeteil 14 und andererseits mit der Motorwelle 6 des Verbrennungsmotors 2 und die Kupplung 12 einseitig mit einem Getriebeteil 15 und andererseits mit der Anlasser/Generator-Einheit 3 gekoppelt ist. Es ist klar, daß die vorerwähnten Elemente derart zusammenwirken, daß das Getriebeteil 14 auch mit der Welle 5 der Einheit 3 und das Getriebeteil 15 auch mit der Motorwelle 6 des Verbrennungsmotors 2 verbunden sind.

[0017] Das Schaltgetriebe kann beispielsweise ein Zahnrad-, Zahnriemen- oder Reibriemengetriebe sein. Die Kupplungen 12, 13 können beispielsweise elektromagnetische Kupplungen oder mechanische Freilaufkupplungen sein, wobei letztere automatisch in Abhängigkeit von der Kraftflußrichtung eingreifen oder freilaufen.

[0018] Im Falle der Ausbildung der Kupplungen 12, 13 beispielsweise als elektromagnetische Kupplungen, ist gemäß der Figur auf der Welle 5 und zwischen der Einheit 3 und dem Getriebe 4 ein sogenannter Kraftflußrichtungs-Sensor 16 vorgesehen, welcher die Kupplungen 12, 13 über nicht näher gezeigte Mittel steuert. Der Kraftflußrichtungs-Sensor 16 ist vorzugsweise ein Drehmomentsensor mit induktiver Stromversorgung und induktiver, d. h. berührungsfreier, Signalableitung. Der Drehmomentsensor ermittelt die Drehmomentrichtung und wird ausschließlich hinsicht-

lich dieser Drehmomentrichtung ausgewertet. Der Drehmomentsensor hat beispielsweise einen mechanisch-federvorgespannten Drehmomentrichtungsschalter, der die radiale oder axiale Position eines beweglichen Elementes in Abhängigkeit von der Drehmomentrichtung beispielsweise mit Hilfe einer Nutenföhrung verschiebt und dadurch ein Eingreifen oder Auskuppeln der Kupplungen 12, 13 ermöglicht. Die Anordnung und Auslegung der Kupplungen 12, 13 ist erfindungsgemäß so gewählt, daß die Komponenten der jeweils zugehörigen Getriebeteile 14, 15 nicht mit unzulässig hohen Drehzahlen oder Momenten beaufschlagt werden.

[0019] Für den Anlasserbetrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ergibt sich demnach die Wirkungskette: Anlasser/Generator-Einheit 3 - Getriebeteil 14 - Kupplung 13 (geschlossen) - Verbrennungsmotor 2, während sich für den Generatorbetrieb folgende Wirkungskette ergibt: Verbrennungsmotor 2 - Getriebeteil 15 - Kupplung 12 (geschlossen) - Anlasser/Generator-Einheit 3. Es ist klar, daß im Anlasserbetrieb die andere Kupplung 12 freiläuft und daß im Generatorbetrieb die Kupplung 13 geöffnet ist.

[0020] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes ist sichergestellt, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem optimalen Betriebsbereich arbeiten kann. Vor allem ist gewährleistet, daß die Einheit 3 ein zum Starten des Verbrennungsmotors ausreichendes Drehmoment aufbringt und zum Verbrennungsmotor übertragen kann und daß die Einheit im Generatorbetrieb nicht mit unzulässig hohen Drehzahlen arbeitet. Im Gegensatz dazu wird bei einem Getriebe mit konstanter Über- bzw. Untersetzung der Anlasserbetrieb dadurch realisiert, daß die Anlasserdrehzahl zur Erreichung eines ausreichenden Drehmomentes zur Motorwelle 6 bzw. zum Verbrennungsmotor 2 hin untersetzt ist. In diesem Fall würde diese Untersetzung im Generatorbetrieb als Übersetzung wirken, die die bereits hohe Drehzahl des Verbrennungsmotors 2 bzw. der Motorwelle 6 weiter erhöht und dadurch die Einheit 3 im Generatorbetrieb besonders belasten und mit einer unzulässig hohen Drehzahl beaufschlagen würde. Bei einer umgekehrten Auslegung des konstanten Getriebes würde die Einheit 3 zwar im zulässigen Drehzahlbereich betrieben, andererseits bestünde aber die Gefahr, daß die Einheit 3 aufgrund ihrer erforderlichen kleinen und leichten Bauform das erforderliche Drehmoment zum Starten des Verbrennungsmotors nicht aufbringen kann.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Anlasser/Generator-Einheit 3 ein Seltenerd-magnet-Gleichstrommotor, wobei der Seltenerd-magnet vorzugsweise ein Neodym-Eisen-Bor-Magnet ist. Seltenerdmetalle werden die Elemente Scandium, Yttrium und Lanthan sowie die 14 auf das Lanthan folgenden Elemente bezeichnet. Die Seltenerdmetalle befinden sich im Periodensystem in der dritten Gruppe und zählen zu den Übergangsmetallen. Die Seltener-

delemente werden auch Lanthanoide oder Lanthanide bezeichnet. In Verbindung mit einem derartigen Gleichstrommotor ist das Getriebe gemäß einer zweiten, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung als konstantes Getriebe, d. h. mit fest vorgegebener, konstanter Übersetzung bzw. Untersetzung ausgebildet, da ein solcher Motor ein hohes Drehmoment bei gleichzeitig kompakter Bauform aufweist und damit auch bei fest vorgegebener, konstanter Untersetzung im Anlasser- und im Generatorbetrieb gut arbeitet.

[0022] Dadurch wird der Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter vereinfacht und das Gewicht der Vorrichtung bzw. das Gesamtgewicht des Fluggerätes weiter minimiert. Somit kann das Getriebe 4 als in der Figur dargestelltes Schaltgetriebe 11 oder als konstantes Getriebe mit fester Übersetzung/Untersetzung ausgebildet sein.

[0023] Der vorerwähnte Kraftflußrichtungs-Sensor 16 kann alternativ auch an der Motorwelle 6 angeordnet sein. Es ist klar, daß das Ausgangssignal dieses Sensors die Kupplungen 12, 13 in komplementärer Schaltweise steuert, so daß unter keinen Betriebsbedingungen beide Kupplungen gleichzeitig eingreifen.

[0024] Es ist gemäß einer dritten, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung auch möglich, ein festes Untersetzungsgetriebe, d. h. ein Getriebe mit konstanter Untersetzung, vorzusehen und die Welle 5 der Einheit 3 bzw. die Motorwelle 6 des Verbrennungsmotors 2 derart mit diesem Getriebe zu koppeln, daß sowohl im Anlasser- als auch im Generatorbetrieb eine Untersetzung der Drehzahl möglich ist. Dazu wird im Anlasserbetrieb die Welle 5 beispielsweise mit einem Getriebezahnrad mit kleinem Durchmesser und die Motorwelle 6 mit einem Getriebezahnrad mit großem Durchmesser, das mit dem Getriebezahnrad mit kleinem Durchmesser in Eingriff steht, verbunden. Im Generatorbetrieb wird die Motorwelle 6 dann mit dem Getriebezahnrad mit kleinem Durchmesser und die Welle 5 mit dem Getriebezahnrad mit großem Durchmesser verbunden.

[0025] Damit ist eine Vorrichtung zum Anlassen eines Verbrennungsmotors mit Hilfe eines elektrischen Anlassers und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom mit Hilfe eines Generators für durch den Verbrennungsmotor angetriebene Fluggeräte geschaffen, welche insbesondere aufgrund der erfindungsgemäßen integrierten Anlasser/Generator-Einheit 3 ein niedriges Gewicht aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Starten eines Verbrennungsmotors (2) mit Hilfe eines elektrischen Anlassers und zum Umwandeln von mechanischer Leistung in elektrischen Strom mit Hilfe eines Generators für durch den Verbrennungsmotor (2) angetriebene Fluggeräte,

gekennzeichnet durch

eine integrierte Anlasser/Generator-Einheit (3), welche derart ausgebildet ist, daß sie sowohl als Anlasser als auch als Generator arbeitet, und welche über ein Getriebe (4) mit dem Verbrennungsmotor (2) verbunden ist. 5

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Getriebe (4) als Schaltgetriebe (11) mit einer bestimmten Übersetzung für den Anlasserbetrieb und einer bestimmten Übersetzung für den Generatorbetrieb ausgebildet ist. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schaltgetriebe (11) mehrere Kupplungen (12, 13), vorzugsweise je eine Kupplung (12; 13) zum Schalten des Getriebes (4) auf Anlasser- bzw. auf Generatorbetrieb, aufweist. 15
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kupplungen (12, 13) mittels eines Kraftflußrichtungs-Sensors (16), vorzugsweise eines Drehmomentsensors, steuerbar sind. 20
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kupplungen (12, 13) mechanische Freilaufkupplungen sind, die automatisch in Abhängigkeit von der Kraftflußrichtung eingreifen oder freilaufen. 25
30
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anlasser/Generator-Einheit (3) ein Kollektor-Gleichstrommotor ist. 35
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gleichstrommotor ein Seltenerd-magnet-Gleichstrommotor ist, wobei der Seltenerd-magnet vorzugsweise ein Neodym-Eisen-Bor-Magnet ist. 40
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Getriebe (4) ein konstantes Getriebe mit fest vorgegebener, konstanter Übersetzung bzw. Übersetzung ist. 45

50

55

