

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1929/2006**

(22) Anmeldetag: **21.11.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.06.2008**

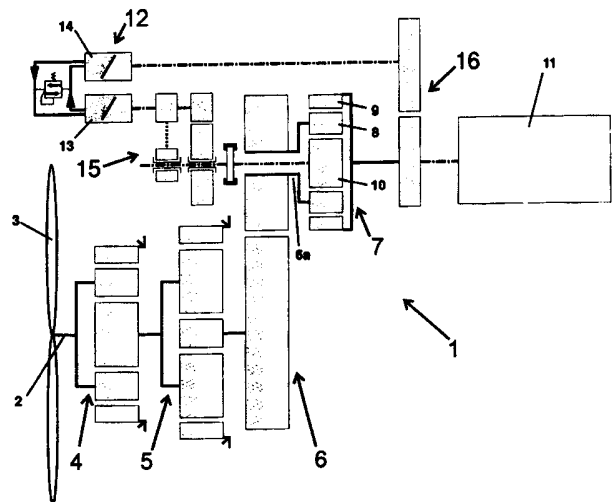
(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **F03D 11/02** (2006.01),  
**F16H 47/04** (2006.01)

(73) Patentanmelder:

WINDTEC CONSULTING GMBH  
A-9020 KLAGENFURT (AT)

(54) **AUSGLEICHSGETRIEBE EINER WINDKRAFTANLAGE UND VERFAHREN ZUM ÄNDERN ODER UMSCHALTEN DES LEISTUNGSBEREICHS DIESES AUSGLEICHSGETRIEBES**

(57) Ein Ausgleichsgetriebe für eine Windkraftanlage weist ein Getriebe (7) mit drei An- bzw. Abtrieben auf, wobei ein Antrieb mit dem Rotor (3) der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator (11) und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes (12), dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes (7) verbunden ist. Die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes (12) ist über ein Verstellgetriebe (15) mit der Abtriebswelle des Getriebes (7) verbunden.



AT 504 395 A1 2008-05-15

01051

- 5 -

Zusammenfassung:

Ein Ausgleichsgetriebe für eine Windkraftanlage weist ein Getriebe (7) mit drei An- bzw. Abtrieben auf, wobei ein Antrieb mit dem Rotor (3) der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator (11) und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes (12), dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes (7) verbunden ist. Die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes (12) ist über ein Verstellgetriebe (15) mit der Abtriebswelle des Getriebes (7) verbunden.

(Fig.)

NACHGEREICHT

010951

- 1 -

Die Erfindung betrifft ein Ausgleichsgetriebe für eine Windkraftanlage mit einem Getriebe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes, dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes verbunden ist.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Ändern oder Umschalten des Leistungsbereiches eines Ausgleichsgetriebes einer Windkraftanlage bei sich ändernder Windstärke mit einem Getriebe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes.

Windkraftanlagen neuester Technologie werden zu Regelungszwecken meist mit variabler Rotordrehzahl mit aktiver Drehmomentregelung des Triebstranges betrieben. Der Grund hierfür ist, dass die variable Rotordrehzahl durch das Massenträgheitsmoment des Rotors eine Dämpfung der Drehzahländerungen des Triebstranges bewirkt und somit das Rotorblattverstellungssystem optimal ausgelegt werden kann. Weiters können durch die Drehmomentregelung des Triebstranges die Belastungen auf die Anlage reduziert und die Stromqualität der ins Netz eingespeisten Energie optimiert werden. Der verbesserte aerodynamische Wirkungsgrad im Teillastbereich ist ein weiterer Vorteil der variablen Rotordrehzahl.

Nachteilig wirkt sich die meist variable Drehzahl des Generators mit den damit zusammenhängenden, überlagerten Beschleunigungsmomenten vor allem für das Getriebe aus, welches dadurch stärker ausgelegt werden muss. Erschwerend kommt hinzu, dass die gemäß dem Stand der Technik vorwiegend verwendeten drehzahlvariablen Antriebe meist mit Frequenzumrichtern arbeiten, welche nur mit einem erheblichen, technischen Zusatzaufwand die geforderte Stromqualität erreichen können.

Aus der WO 2004/088132 A ist eine Vorrichtung bekannt, welche mittels eines Ausgleichsgetriebes und eines hydrodynamischen Drehmomentwandlers oben genannte Nachteile vermeidet. Als Nachteil dieser Lösung ergibt sich jedoch ein erheblicher Aufwand für das Getriebe und die Hydrodynamik, welche für relativ große Leistungen ausgelegt werden muss. Vor allem die damit verbundenen hohen Hydraulikverluste sind insbesondere bei großen Drehzahlbereichen erheblich, was große Verluste im Teillastbereich der Anlage und hohe Anschaffungskosten verursacht.

Diese Nachteile werden durch das aus der WO 2004/109157 A bekannte Getriebe weitgehend vermieden. Hier wird eine Hydraulik eingesetzt,

**NACHGEREICHT**

012851

- 2 -

welche durch ein Mehrwege-Ausgleichsgetriebe die im Teillastbereich über die Hydraulik gelenkte Leistung relativ gering hält. Ein wesentlicher Nachteil dieser Lösung ist jedoch das kompliziert aufgebaute, mehrpfadige Ausgleichsgetriebe in Kombination mit einem komplexen Kupplungssystem und nur sehr aufwändig regelbaren Pumpen, wobei beide Pumpen drehzahlvariabel betrieben werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, oben beschriebene Nachteile der bekannten Ausgleichsgetriebe zu reduzieren und ein zugleich einfaches, effizientes und kostengünstiges Konzept zur Verfügung zu stellen.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einem gattungsgemäßen Getriebe dadurch, dass die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes über ein Verstellgetriebe mit der Abtriebswelle des Getriebes verbunden ist.

Diese Aufgabe wird des Weiteren gelöst mit einem Verfahren zum Umschalten des Leistungsbereiches eines Ausgleichsgetriebes einer Windkraftanlage bei sich ändernder Windstärke mit einem Getriebe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes, dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes verbunden ist, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Antrieb des Getriebes auf ein geringes bis kein Antriebsmoment geregelt und der Generator vom Netz genommen wird, ein die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes mit der Abtriebswelle des Getriebes verbindendes Schaltgetriebe geschaltet wird, danach die Drehzahl des ersten Abtriebes des Getriebes angepasst wird, bis am Generator wieder die Synchron-drehzahl eingestellt ist worauf der Generator wieder auf das Netz geschaltet wird.

Diese Aufgabe wird schließlich auch gelöst mit einem Verfahren zum Ändern des Leistungsbereiches eines Ausgleichsgetriebes einer Windkraftanlage bei sich ändernder Windstärke mit einem Getriebe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes, dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes verbunden ist, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Übersetzung eines die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes mit der Abtriebswelle des Getriebes verbindendes stufenlosen Getriebes verändert wird.

**NACHGEREICHT**

01251

- 3 -

Durch das Verstellgetriebe, das ein gestuftes Getriebe oder ein stufenloses Getriebe sein kann, kann durch eine Übersetzungsänderung in diesem Verstellgetriebe der Drehzahlbereich in Abhängigkeit des notwendigen Drehmomentes verändert werden, wodurch der Leistungsbereich des stufenlos regelbaren Getriebes und in der Folge die Anlagekosten und auch die Verlustleistung dieses Getriebes kleiner gehalten werden können.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossene Zeichnung näher beschrieben.

Die Zeichnung zeigt in schematisch vereinfachter Art und Weise einen Antriebsstrang 1 mit einem erfindungsgemäßen Ausgleichsgetriebe. Der Antriebsstrang umfasst eine mit dem Rotor 3, gegebenenfalls über ein Zwischengetriebe, verbundene Antriebswelle 2, die im vorliegenden Fall zwei nacheinander angeordnete, als Planetenstufen 4 und 5 ausgeführte Getriebestufen antreibt. Die Ausführung der Getriebestufen als Planetenstufen ist nicht zwingend erforderlich, sondern kann auch durch andere Getriebe ausgeführt werden oder auch ganz entfallen.

Die Abtriebswelle der zweiten Getriebestufe 5 treibt eine Stirnradstufe 6, wodurch ein axialer Versatz des Antriebsstrangs erreicht wird. Dieser Versatz eröffnet einerseits die Möglichkeit, zur Nabe führende Kabel zur Leistungsregelung der Anlage mit Hilfe eines Blattverstellmechanismus durch das Getriebe zu führen, und andererseits die weitere Möglichkeit, die erforderlichen Einrichtungen zur Signalübertragung (Schleifringkörper) vom rotierenden zum feststehendem Teil in der Gondel der Windkraftanlage unterzubringen und die Möglichkeit den Antriebsstrang in seiner Gesamtlänge kurz und kompakt zu gestalten.

Die Abtriebswelle 6a der Stirnradstufe treibt einen Planetenträger 8 eines Überlagerungsgetriebes 7. Im Überlagerungsgetriebe 7 findet die Momentenaufteilung an einen Generator 11 und an eine Hydraulikeinheit 12 statt. Der Generator 11 ist dazu mit dem Hohlrad 9 des Überlagerungsgetriebes 7 verbunden. Das Sonnenrad 10 des Überlagerungsgetriebes 7 ist mit einem 2-stufigen Verstellgetriebe 15 verbunden. Die Getriebestufen des Verstellgetriebes 15 werden entsprechend der Rotordrehzahl und dem Windangebot geschaltet. Am Abtrieb des 2-stufigen Getriebes 15 sitzt eine erste verstellbare Axialkolbenpumpe 13 in hydraulischer Verbindung mit einer zweiten verstellbaren Axialkolbenpumpe 14. Die Welle der

**NACHGEREICHT**

012851

- 4 -

zweiten Axialkolbenpumpe 14 ist über eine Stirnradstufe 16 an die Welle 11 des Generator gekoppelt.

Im unteren Leistungs- und Drehzahlbereich der Windkraftanlage wird durch Verstellung der Axialkolbenpumpen 13,14 die erforderliche Synchrondrehzahl am Generator 11 eingestellt. Der Leistungsfluss im Überlagerungsgetriebe 7 führt von der antreibenden Stirnradstufe 6 auf den Planeten 8, weiter auf das Hohlrads 9 und auf den Generator 11. Über die Stirnradstufe 16 auf der Generatorwelle wird die zweite Axialkolbenpumpe 14 angetrieben, die den erforderlichen Druck im Hydraulikkreis erzeugt. Die Energie im Hydraulikkreis wird mittels der ersten Axialkolbenpumpe 13 wieder in Rotationsenergie umgeformt und treibt das Sonnenrad 10 der Überlagerungsstufe 7. Dadurch wird das Übersetzungsverhältnis kontinuierlich variiert und an die gegebene Leistung angepasst, wobei gleichzeitig die Drehzahl der Antriebswelle des Generators 11 konstant bleibt.

Mit steigendem Windangebot erhöht sich auch die Leistung der Anlage und damit die Drehzahl an der Hydraulikeinheit 12. Vor Erreichen der Grenzdrehzahl an der Hydraulikeinheit 12 wird die Anlage durch das elektrische Blattverstellungssystem auf ein geringes bis kein Antriebsmoment geregelt. Der Synchrongenerator 11 wird während dieser Umschaltphase vom Netz genommen. Das Getriebe 15 wird in dieser leistungsreduzierten Phase auf die kleinere Übersetzung geschaltet. Danach wird die Rotordrehzahl durch das Blattverstellungssystem wieder erhöht, bis am Generator 11 wieder die Synchrondrehzahl erreicht ist. Nach diesem Synchronisationsvorgang und der Netzaufschaltung geht das System wieder in den normalen Produktionsbetrieb über, jedoch bei höherer Leistung. Mit den Hydraulikeinheiten 12 ist es nun möglich bei gleicher Verlustleistung eine wesentlich höhere Gesamtsystemleistung zu regeln.

Im Nennbetrieb und im zulässigen Bereich über der Nennleistung dreht sich der Leistungsfluss über die Überlagerungsstufe 7 um. Der Leistungsüberschuss wird vom Sonnenrad 10 der Überlagerungsstufe 7 über das Getriebe 15 an die Hydraulikeinheit 12 weitergegeben. Diese erzeugt durch die Ankopplung über die Stirnradstufe 16 an der Generatorwelle ein bremsendes Moment, womit die Generatordrehzahl weiterhin konstant auf Synchrondrehzahl gehalten wird. Dieses Moment wird solange aufgebracht, bis die Blattverstellung die Rotorblätter soweit aus dem Wind gedreht hat, bis wieder Nennleistung erreicht ist.

21.11.2006

WINDTEC Consulting GmbH

vertreten durch:

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. MANFRED BEER  
DIPL.-ING. REINHARD HEIENBERGER

durch:

**NACHGERECHT**

21.11.2006  
H159-14000-pAT  
He

WINDTEC Consulting GmbH  
in Klagenfurt (AT)

Patentansprüche:

1. Ausgleichsgetriebe für eine Windkraftanlage mit einem Getriebe (7) mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor (3) der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator (11) und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes (12), dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes (7) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes (12) über ein Verstellgetriebe (15) mit der Abtriebswelle des Getriebes (7) verbunden ist.

2. Ausgleichsgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Verstellgetriebe (15) ein gestuftes Getriebe ist.

3. Ausgleichsgetriebe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellgetriebe (15) ein zweistufiges Getriebe ist.

4. Ausgleichsgetriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellgetriebe (15) ein Stirnradgetriebe ist.

5. Ausgleichsgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellgetriebe (15) ein stufenloses Getriebe ist.

6. Ausgleichsgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (7) ein Planetengetriebe ist und dass der Antrieb des Planetengetriebes mit dem Planetenträger (8), der erste Abtrieb mit dem Sonnenrad (10) und der zweite Abtrieb mit dem Generator (11) verbunden ist.

7. Ausgleichsgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das stufenlos regelbare Getriebe (12) ein hydraulisches Getriebe ist.

8. Verfahren zum Ändern oder Umschalten des Leistungsbereiches eines Ausgleichsgetriebes (1) einer Windkraftanlage bei sich ändernder Windstärke mit einem Getriebe (7) mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor (3) der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator (11) und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes (12), dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes (7) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb des Getriebes (7) auf ein geringes bis kein Antriebsmoment geregelt und der Generator (11) vom Netz genommen wird, ein die Antriebswelle des stufenlos regelbaren

019851

- 2 -

Getriebes mit der Abtriebswelle des Getriebes (12) verbindendes Schaltgetriebe geschaltet wird, danach die Drehzahl des ersten Abtriebs des Getriebes (7) angepasst wird, bis am Generator (11) wieder die Synchron-drehzahl eingestellt ist worauf der Generator (11) wieder auf das Netz geschaltet wird.

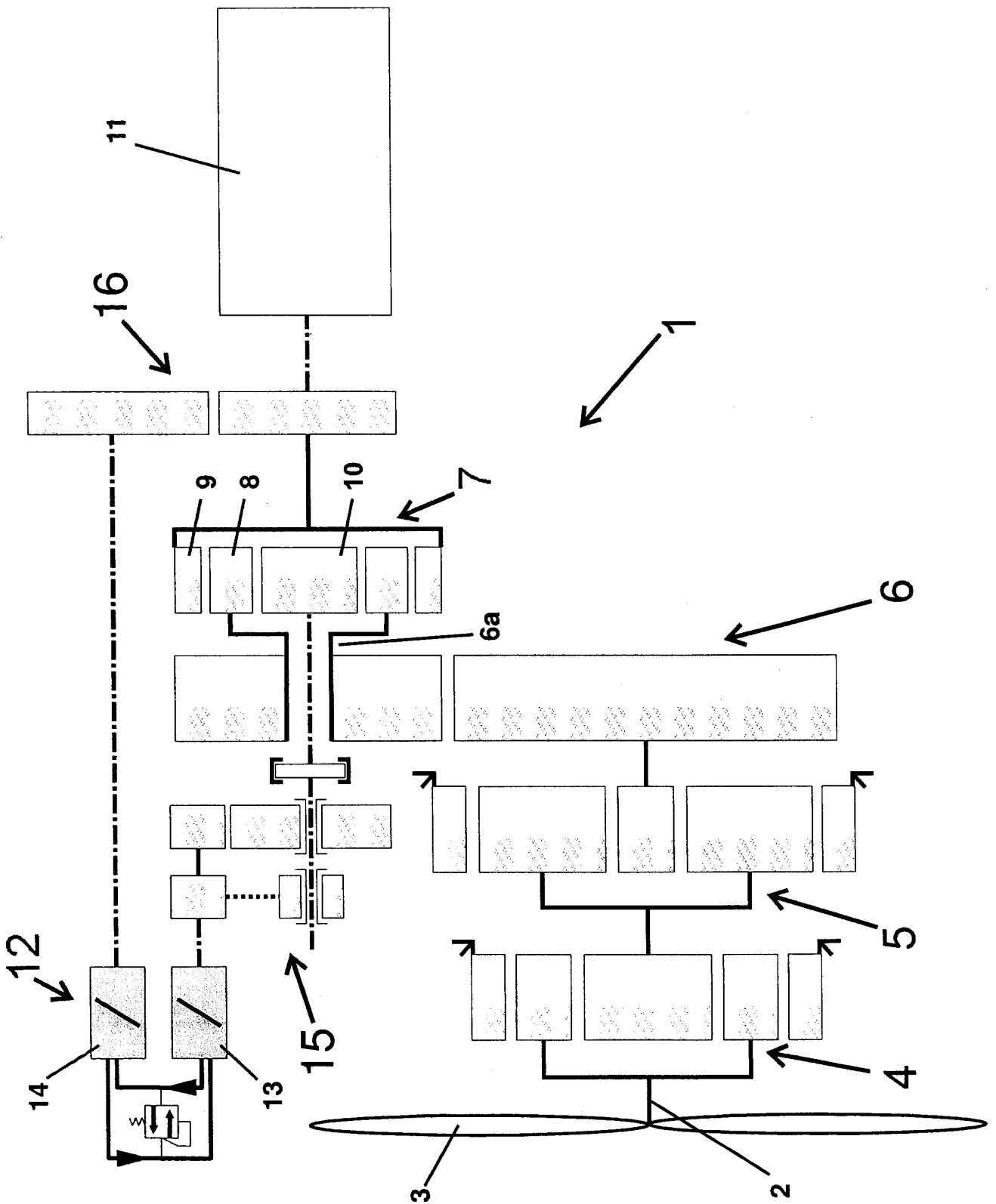
9. Verfahren zum Ändern des Leistungsbereiches eines Ausgleichsgetriebes (1) einer Windkraftanlage bei sich ändernder Windstärke mit einem Getriebe (7) mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein Antrieb mit dem Rotor (3) der Windkraftanlage verbunden ist, der erste Abtrieb mit einem Generator (11) und der zweite Abtrieb mit der Antriebswelle eines stufenlos regelbaren Getriebes (12), dessen Abtriebswelle mit dem generatorseitigen Abtrieb des Getriebes (7) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzung eines die Antriebswelle des stufenlos regelbaren Getriebes (12) mit der Abtriebswelle des Getriebes (7) verbindenden stufenlosen Getriebes verändert wird.

WINDTEC Consulting GmbH  
vertreten durch:

**PATENTANWÄLTE**  
**DIPL.-ING. MANFRED BEER**  
**DIPL.-ING. REINHARD HEINBERGER**  
durch:



**NACHGEREICHT**



NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC<sup>8</sup>:  
**F03D 11/02 (2006.01); F16H 47/04 (2006.01)**

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:  
**F03D 11/02, F16H 47/04**

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
**F03D, F16H 47**

Konsultierte Online-Datenbank:  
**EPODOC, WPI, FULLTEXT**

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **21. November 2006** eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie <sup>7)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 101 23 105 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG) 14. November 2002 (14.11.2002)  <i>Fig. 2, Anspruch 1</i>  --	1
A	US 2003 - 168 862 A1 (ISHIZAKI NAOKI) 11. September 2003 (11.09.2003) <i>Fig. 1, Absätze [0021], [0022]</i>  --	1
A	US 4 774 855 A (MURRELL ET AL.) 4. Oktober 1988 (04.10.1988) <i>Fig. 7, Spalte 5 Zeilen 48-66</i>  ----	1

Datum der Beendigung der Recherche:  
**22. Februar 2008**

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):  
**Dr. EHRENDORFER**

<sup>7)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem **Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von **besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.