

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21)

Anmeldenummer:

GM 50047/2018

(22)

Anmeldetag:

22.03.2018

(24)

Beginn der Schutzdauer:

15.10.2018

(45)

Veröffentlicht am:

15.10.2018

(51)

Int. Cl.:

F16H 3/72

(2006.01)

H02P 1/54

(2006.01)

H02P 27/04

(2016.01)

H02P 5/753

(2006.01)

H02K 7/116

(2006.01)

F03D 15/00

(2016.01)

F04D 25/02

(2006.01)

(30)

Priorität:

23.03.2017 AT GM 62/2017 beansprucht.

(56)

Entgegenhaltungen:

AT 516180 B1

AT 15388 U1

AT 514589 B1

EP 1919055 A2

EP 1895158 A2

(73)

Gebrauchsmusterinhaber:

HEHENBERGER Gerald Dipl.Ing.

9020 Klagenfurt (AT)

(72)

Erfinder:

HEHENBERGER Gerald Dipl.Ing.

9020 Klagenfurt (AT)

(74)

Vertreter:

Beer & Partner Patentanwälte KG

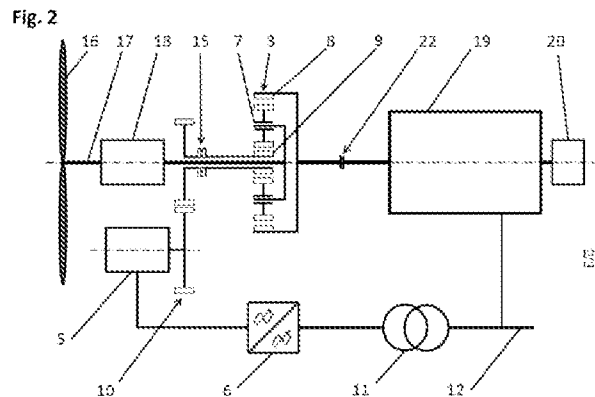
1070 Wien (AT)

(54)

Verfahren zum Betreiben eines Triebstranges und Triebstrang

(57)

Bei einem Verfahren zum Betreiben eines Triebstranges mit einer Antriebswelle (2, 17), einer elektrischen Maschine (4, 19) und mit einem Differentialgetriebe (3) mit drei An- bzw. Abtrieben (7, 8, 9), wobei ein erster An- bzw. Abtrieb (7) mit der Antriebswelle (2, 17), ein zweiter An- bzw. Abtrieb (9), gegebenenfalls mittels einer ersten Kupplung (15), mit einem Differentialantrieb (5, 21) und ein dritter An- bzw. Abtrieb (8), gegebenenfalls mittels einer zweiten Kupplung (22), mit der elektrischen Maschine (4, 19) verbunden ist, wird die elektrische Maschine (4, 19) bei geöffneter erster und/oder zweiter Kupplung (15, 22) von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren. Dann wird die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Netz (12) synchronisiert und verbunden und anschließend wird die elektrische Maschine (4, 19) im Phasenschiebemodus betrieben.



Beschreibung

[0001] Verfahren zum Betreiben eines Triebstranges mit einer Antriebswelle, einer elektrischen Maschine und mit einem Differenzialgetriebe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein erster An- bzw. Abtrieb mit der Antriebswelle, ein zweiter An- bzw. Abtrieb, gegebenenfalls mittels einer ersten Kupplung, mit einem Differenzialantrieb und ein dritter An- bzw. Abtrieb, gegebenenfalls mittels einer zweiten Kupplung, mit der elektrischen Maschine und verbunden ist.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Triebstrang, insbesondere zum Ausführen dieses Verfahrens.

[0003] Windkraftwerke gewinnen zunehmend an Bedeutung als Elektrizitätserzeugungsanlagen. Dadurch erhöht sich kontinuierlich der prozentuale Anteil der Stromerzeugung durch Wind. Dies wiederum bedingt neue Standards bezüglich Stromqualität. Dadurch gewinnt der Einsatz von Mittelspannungs-Synchrongeneratoren eine zunehmende Bedeutung. Ein Vorteil fremderregter Synchrongeneratoren ist, dass sie im sogenannten Phasenschiebebetrieb betrieben werden können. Damit können sie, wenn sie mit dem Netz verbunden sind, reine Blindleistung in das Netz einspeisen. D.h., auch wenn das Windangebot nicht ausreicht, um mittels einer Windkraftanlage Wirkleistung zu produzieren, können diese Maschinen das Netz zumindest mit Blindleistung versorgen, bzw. Blindleistung beziehen, und damit z.B. die Spannung im Netz entsprechend beeinflussen. Gleiches gilt für den Antrieb von Arbeitsmaschinen, wie z.B. Pumpen, Kompressoren, Förderbänder und dergleichen.

[0004] Die EP 1895158 B1 zeigt ein Verfahren zum Betrieb einer Anlage mit einem Synchron-generator und einem Überlagerungsgetriebe, das zwischen einem Rotor und dem Synchron-generator geschaltet ist, und dessen Übersetzungsverhältnis von einer Steuereinheit eingestellt wird. Dabei ist ein Betriebsmodus vorgesehen, bei dem der Synchron-generator an ein elektrisches Netz angeschlossen ist, und die Generatorwelle über das Überlagerungsgetriebe von der Rotorwelle entkoppelt und der Synchron-generator als Phasenschieber für das Netz betrieben wird.

[0005] Nachteil dieser Lösung ist, dass eine Entkoppelung der Rotorwelle aufwändig ist, da diese Entkoppelung im Hauptlastpfad des Triebstranges zu erfolgen hat.

[0006] Die WO 2014/183139 A1 zeigt, wie das System auch dazu verwendet werden kann, eine Arbeitsmaschine im Phasenschiebebetrieb zu betreiben. D. h., dass die Arbeitsmaschine Blindstrom in das bzw. aus dem Netz liefern bzw. beziehen kann, ohne dass die Arbeitsmaschine betrieben wird. Die WO 2014/183139 A1 zeigt jedoch nicht, wie eine Energiegewinnungsanlage vom Phasenschiebebetrieb in einen Normalbetrieb (Produktion von Wirkleistung) umgeschaltet werden kann.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welches eine optimale Umschaltung vom Phasenschiebebetrieb in den Normalbetrieb gewährleistet.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass die elektrische Maschine bei geöffneter erster Kupplung und/oder bei geöffneter zweiter Kupplung von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren wird, dass die elektrische Maschine mit dem Netz synchronisiert und verbunden wird, und dass die elektrische Maschine anschließend im Phasenschiebemode betrieben wird.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe des Weiteren mit einem Triebstrang mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

[0010] Dadurch ist eine sehr kompakte und effiziente Bauweise der Anlage möglich, mit der darüber hinaus auch die regelungstechnischen Aspekte für die Energieerzeugungsanlage, insbesondere Windkraftanlage, oder den Antrieb einer Arbeitsmaschine optimal gelöst werden.

[0011] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Nachfolgend werden bevorzugte und den Schutzbereich der Ansprüche nicht beschrän-

kende Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen detailliert beschrieben. Es zeigt:

- [0013]** Fig. 1 das Prinzip eines Differenzialsystems für einen Antrieb einer Pumpe,
[0014] Fig. 2 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Differenzialsystems für eine Energiegewinnungsanlage mit einem elektrischen Differenzialantrieb und
[0015] Fig. 3 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Differenzialsystems für eine Energiegewinnungsanlage mit einer hydrostatischen Pumpe/Motor-Kombination als Differenzialantrieb.

[0016] Fig. 1 zeigt das Prinzip eines Differenzialsystems für einen Triebstrang am Beispiel einer Pumpe gemäß WO 2014/183139 A1. Dabei ist die Arbeitsmaschine 1 der Rotor einer Pumpe, welcher über eine Antriebswelle 2 und ein Differenzialgetriebe 3 von einer Antriebsmaschine 4 angetrieben wird. Der gezeigte Triebstrang weist hier die Arbeitsmaschine 1, die Antriebswelle 2, das Differenzialgetriebe 3, die Antriebsmaschine 4 und einen Differenzialantrieb 5 auf, welcher mittels eines Frequenzumrichters 6 (bestehend aus motorseitigem und netzseitigen Wechselrichter - hier vereinfacht als Einheit dargestellt) und eines Transformators 11 an das Netz 12 angeschlossen ist. Die Antriebswelle 2 ist mit einem Planetenträger 7 (mit drehbar gelagerten Planetenrädern) verbunden, die Antriebsmaschine 4 mit einem Hohlrad 8 und der Differenzialantrieb 5 mit einem Sonnenrad 9 des Differenzialgetriebes 3. Der Kern des Differenzialsystems ist in dieser Ausführungsform somit eine einfache Planetengetriebestufe mit drei An- bzw. Abtrieben, wobei ein erster Abtrieb mit der Antriebswelle 2 der Arbeitsmaschine 1, ein zweiter Antrieb mit dem Differenzialantrieb 5 und ein dritter Antrieb mit der Antriebsmaschine 4 verbunden ist. Der drehzahlvariable Differenzialantrieb 5 realisiert einen Ausgleich zwischen einer gewünschten, variablen Drehzahl der Arbeitsmaschine 1 (Arbeitsdrehzahlbereich) und einer fixen Drehzahl der netzgebundenen Antriebsmaschine 4 (Betriebsdrehzahlbereich). Dabei arbeitet der Differenzialantrieb 5 in seinem Regeldrehzahlbereich. Dieser wird im Wesentlichen von den bauarttypischen Nennwerten (Grenzen) des Differenzialantriebes 5, wie z.B. Strom, Spannung und Drehzahl, bestimmt.

[0017] Der Differenzialantrieb 5 wird mittels eines Anpassungsgetriebes 10 an das Differenzialgetriebe 3 angebunden. Zwischen dem Anpassungsgetriebe 10 und dem Differenzialgetriebe 3 befindet sich eine Kupplung 15.

[0018] Grundsätzlich muss für die Erfindung aber kein Anpassungsgetriebe 10 vorhanden sein.

[0019] Beim Anfahren des Systems werden in einem ersten Schritt der Differenzialantrieb 5 und das Anpassungsgetriebe 10 durch die Kupplung 15 vom Rest des Triebstranges entkoppelt.

[0020] Wird nun die Antriebsmaschine 4 hochgefahren und mit dem Netz verbunden, so dreht das Sonnenrad 9 frei mit, und es kann sich im gesamten Triebstrang kein nennenswertes Drehmoment aufbauen. Somit verbleibt die Arbeitsmaschine 1 in einem Bereich kleiner Drehzahl und die Antriebsmaschine 4 kann ohne nennenswertes äußeres mechanisches Gegenmoment mit dem Netz 12 synchronisiert werden.

[0021] Um den Effekt eines hohen Anfahrstromes beim Beschleunigen und Synchronisieren der Antriebsmaschine 4 mit dem Netz 12 zu vermeiden, kann für die Antriebsmaschine 4 ein Sanftanlauf, z.B. in Form einer Phasenanschnittsteuerung mit Thyristoren oder einer Stern/Dreieck-Schaltung, etc., implementiert werden. Dies gilt vor allem für Asynchronmaschinen.

[0022] Alternativ kann die Antriebsmaschine 4 durch eine Hilfseinrichtung, z.B. einen kleinen drehzahlvariablen (koppelbaren) Hilfsantrieb 20 (z.B. analog zur WO 2014/169302 A), auf eine Drehzahl gebracht werden, bei der die Synchronisationsbedingungen erfüllt sind. Die Synchronisationsbedingungen definieren die für eine Synchronisation max. erlaubten Abweichungen von Phase bzw. Drehzahl und sind frei wählbar. Ziel ist es, einen möglichst sanften Anschluss der Antriebsmaschine 4 an das Netz 12 zu erreichen. Abschließend wird die Antriebsmaschine 4 mit dem Netz 12 synchronisiert. Der Motor des drehzahlvariablen Hilfsantriebes 20 kann auch vom Frequenzumrichter 6 angetrieben werden, in dem der Frequenzumrichter 6 zu diesem

Zweck vom Differenzialantrieb 5 getrennt und mit dem Hilfsantrieb 20 verbunden wird.

[0023] Eine alternative Methode zur stoßfreien Netzsynchroisation der Antriebsmaschine 4 ist, einerseits den Frequenzumrichter 6 vom Differenzialantrieb 5 und andererseits die Antriebsmaschine 4 vom Netz 12 zu trennen. In weiterer Folge kann man die elektrische Maschine 4 mit dem Frequenzumrichter 6 verbinden, dann mittels des Frequenzumrichters 6 mit dem Netz 12 synchronisieren, daraufhin die Antriebsmaschine 4 mit dem Netz 12 verbinden, und abschließend den Frequenzumrichter 6 (wieder) mit dem Differenzialantrieb 5 verbinden (z.B. gemäß WO 2014/183139 A). Damit kann die Antriebsmaschine 4 stoßfrei ans Netz 12 geschaltet werden.

[0024] Ist die Antriebsmaschine 4 in einer weiteren Alternative mit einer Hilfswicklung ausgeführt, so kann der Frequenzumrichter 6 auch mit dieser verbunden werden. Diese Hilfswicklung wird vorzugsweise so ausgelegt, dass der Frequenzumrichter 6 für die beschriebene Netzsynchroisation der Antriebsmaschine 4 optimal eingesetzt werden kann.

[0025] Ist die Synchronmaschine mit einer Dämpferwicklung ausgestattet, so kann diese wie eine Asynchronmaschine ans Netz geschaltet bzw. hochgefahren werden. Methoden zur Reduktion des Anfahrstromes beim Hochfahren von Drehstrommaschinen wurden bereits oben beschrieben.

[0026] Eine Dämpferwicklung (Dämpferkäfig) wirkt sich auf das Betriebsverhalten von Synchronmaschinen aus. Bei Vollpolmaschinen sitzt die Dämpferwicklung vorzugsweise in den Nuten der Erregerwicklung oder zwischen diesen Nuten in gesonderten Dämpfernuten. Bei Schenkelpolmaschinen sitzt die Dämpferwicklung vorzugsweise in gesonderten Dämpfernuten der Polschuhe. Die wichtigste Aufgabe der Dämpferwicklung von Synchronmaschinen besteht darin, mechanische Pendelmomente zu dämpfen. Pendelmomente treten z.B. durch Asynchronbetrieb und Laststöße auf. Im unsymmetrischen Betrieb (Schieflast) und im Extremfall bei Einphasenbetrieb tritt ein inverses Drehfeld auf, das ebenfalls gedämpft wird.

[0027] Sobald die Antriebsmaschine 4 über eine gewisse Drehzahl hinaus beschleunigt hat und die Arbeitsmaschine 1 sich währenddessen nur langsam dreht (in dieser Betriebsphase mit einer Drehzahl kleiner als eine typische Arbeitsdrehzahl des Arbeitsmaschine 1), stellt sich am Sonnenrad 9 eine entsprechend dem Übersetzungsverhältnis des Differenzialgetriebes 3 hohe Drehzahl ein, welche (unter Berücksichtigung des Anpassungsgetriebes 10) über dem erlaubten Regeldrehzahlbereich des Differenzialantriebs 5 liegt. In dieser Phase ist der Differenzialantrieb 5 vorzugsweise nicht mit dem Netz 12 verbunden. In einem weiteren Schritt wird dann der mit dem Sonnenrad 9 verbundene zweite Antriebs des Differenzialgetriebes 3 mit der Bremse 14 auf eine Drehzahl verzögert, welche im Regeldrehzahlbereich des Differenzialantriebs 5 liegt. Vorzugsweise wird in weiterer Folge der differenzialantriebsseitige Teil der Kupplung 15 mittels des Differenzialantriebs 5 mit der Drehzahl des zweiten Antriebs des Differenzialgetriebes 3 synchronisiert und anschließend die Kupplung 15 geschlossen.

[0028] Durch die Verzögerung der Drehzahl des zweiten Antriebes des Differenzialgetriebes 3 wird zwangsläufig die Antriebswelle 2 beschleunigt.

[0029] Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Systems für eine Energiegewinnungsanlage, insbesondere Windkraftanlage, mit einem elektrischen Differenzialantrieb. Dabei wird das System von einem Rotor 16 der Energiegewinnungsanlage angetrieben. Der Energiefluss dreht sich damit im Vergleich zur Ausführungsvariante gemäß Fig. 1 um, womit anstelle der Antriebsmaschine 4 aus Fig. 1 ein Generator 19 als elektrische Maschine zum Einsatz kommt, der mit dem Hohlrad 8 (= Abtrieb des Differenzialgetriebes 3) verbunden ist. In einer Ausführungsvariante kann die Antriebsmaschine 4 bzw. der Generator 19 mittels einer zweiten Kupplung 22 vom Differenzialgetriebe 3 trennbar sein. Der Generator 19 ist vorzugsweise eine fremderregte Mittelspannungs-Synchronmaschine, welche an ein Netz 12, welches im gezeigten Beispiel ein Mittelspannungsnetz ist, angeschlossen wird.

[0030] Das gewählte Spannungsniveau hängt jedoch vom Einsatzfall und vor allem dem Leistungsniveau des Generators 19 ab und kann ohne Einfluss auf die Grundfunktion des erfin-

dungsgemäßen Systems jedes gewünschte Spannungsniveau haben. Entsprechend der Polpaarzahl des Generators 19 ergibt sich ein bauartspezifischer Betriebsdrehzahlbereich. Der Betriebsdrehzahlbereich ist dabei jener Drehzahlbereich, in dem der Generator 19 ein definiertes bzw. gewünschtes bzw. erforderliches Drehmoment liefern und mit dem Netz 12 synchronisiert werden kann.

[0031] Grundsätzlich gilt für das Synchronisieren des Generators 19 mit dem Netz 12 Gleiches wie für die Antriebsmaschine 4 von Fig. 1 beschrieben.

[0032] Alternativ kann die Synchronisierung des Generators 19 auf das Netz 12 so erfolgen, dass sich der Rotor 16 der Energiegewinnungsanlage während des Synchronisationsvorganges innerhalb seines Arbeitsdrehzahlbereiches dreht, und die Feinregelung der Drehzahl des Generators 19 zur Netzsynchronisation über den mit dem Überlagerungsgetriebe 3 verbundenen Differenzialantrieb 5 erfolgt.

[0033] Der Rotor 16 der Energiegewinnungsanlage (meist bestehend aus einer Rotornabe und mehreren verstellbaren Rotorblättern) ist über die Antriebswelle 17 und ein ein- oder mehrstufiges Hauptgetriebe 18 mit dem Planetenträger 7 (= erster Antrieb des Differenzialgetriebes 3) verbunden. Der Triebstrang mit der Antriebswelle 17, dem Hauptgetriebe 18, dem Differenzialgetriebe 3 und dem Generator 19 ist in Fig. 2 nur beispielhaft dargestellt. Verschiedene alternative Ausführungsmöglichkeiten gemäß Stand der Technik, v.a. in Bezug auf das Hauptgetriebe 18 in Kombination mit dem Differenzialgetriebe 3, sind erfindungsgemäß ebenfalls umfasst.

[0034] Wie auch in Fig. 1 wird bei variabler Drehzahl der Antriebswelle 17 eine konstante Drehzahl des Generators 19 durch Überlagerung der Drehzahl mittels des Differenzialantriebs 5 (= zweiter Antrieb des Differenzialgetriebes 3) erreicht. Der Differenzialantrieb 5 ist zur Anpassung des Regeldrehzahlbereiches über eine Anpassungsstufe 10 mit dem Sonnenrad 9 verbunden. Alternativ zur dargestellten Stirnradstufe kann das Anpassungsgetriebe 10 beispielsweise auch mehrstufig sein bzw. als Zahnriemen oder Kettentrieb ausgeführt und/oder mit einer Planetengetriebestufe kombiniert werden. Mit dem Anpassungsgetriebe 10 kann man darüber hinaus einen Achsversatz für den Differenzialantrieb 5 realisieren, der aufgrund der beispielsweise koaxialen Anordnung von schnelllaufender Abtriebswelle des Hauptgetriebes 18 und Generator 19 einen einfachen Anbau des Differenzialantriebes 5 ermöglicht.

[0035] Grundsätzlich muss aber für die Erfindung überhaupt kein Anpassungsgetriebe 10 vorhanden sein.

[0036] Der Differenzialantrieb 5 ist vorzugsweise als Drehstrommaschine, insbesondere als (permanenterregte) Synchronmaschine, ausgeführt.

[0037] Die Kupplung 15 befindet sich vorzugsweise zwischen dem zweiten Antrieb der Differenzialstufe 3 und dem Anpassungsgetriebe 10.

[0038] Alternativ kann diese aber auch an jeder anderen Stelle zwischen dem zweiten Antrieb des Differenzialgetriebes 3 (Sonnenrad 9) und dem Differenzialantrieb 5 angeordnet werden. Entsprechend der Position der Kupplung 15 ergeben sich für diese unterschiedliche Bedingungen bezüglich Drehzahl und Drehmoment, welche Einfluss auf die Auslegung einer Lagerung (bezüglich Anpassungsgetriebe 10 und zweitem Antrieb des Differenzialgetriebes 3) und der Kupplung 15 haben.

[0039] In allen Ausführungsformen der Erfindung kann das erfindungsgemäße System dazu verwendet werden, die elektrische Maschine, im Ausführungsbeispiel von Fig. 2 den Generator 19, im Phasenschiebemodus zu betreiben. D.h., dass der Generator 19 Blindstrom in das bzw. aus dem Netz 12 liefern bzw. beziehen kann, während der Rotor 16 im Wesentlichen leistungsfrei läuft („trudelt“) oder steht. Dabei wird der Generator 19 bloß mit dem Netz 12 verbunden (z.B. wie zu Fig. 1 beschrieben), ohne dass die weiteren Schritte des zu Fig. 1 beschriebenen Anfahrprozesses ausgeführt werden müssen. D.h., der Differenzialantrieb 5 bleibt mittels geöffneter erster Kupplung 15 während des Phasenschiebemodus vom Differenzialgetriebe 3 entkoppelt. Zusätzlich oder alternativ kann auch der Generator 19 mittels der zweiten Kupplung 22

vom Differenzialgetriebe 3 getrennt werden.

[0040] Sobald die Energiegewinnungsanlage den Betrieb aufzunehmen hat, wird die Drehzahl des Rotors 16 vorzugsweise mittels Verstellung der Rotorblätter so weit erhöht, dass der Rotor seinen Arbeitsdrehzahlbereich erreicht. Dabei stellt sich am zweiten Antrieb des Differenzialgetriebes 3 eine Drehzahl ein, bei der die erste Kupplung 15 bzw. die zweite Kupplung 22 stoßfrei geschlossen werden kann, indem der Differenzialantrieb 5 in seinem Regeldrehzahlbereich dreht und mit der Drehzahl des zweiten Antriebes des Differenzialgetriebes 3 bzw. der Abtrieb des Differenzialgetriebes 3 mit dem Generator 19 synchronisiert werden kann. Anschließend arbeitet der Triebstrang im sogenannten Differenzialmodus und die Energiegewinnungsanlage kann auch Wirkleistung ins Netz 12 liefern.

[0041] Arbeitet die Energiegewinnungsanlage im Differenzialmodus und in der Anlage tritt z.B. ein Fehler auf oder das Windenergieangebot verringert sich so weit, dass keine Wirkleistung mehr erzeugt werden kann, kann der Differenzialantrieb mittels der ersten Kupplung 15 vom zweiten Antrieb des Differenzialgetriebes 3 bzw. der Generator 19 mittels der zweiten Kupplung 22 vom Differenzialgetriebe 3 entkoppelt werden, während der Rotor 16 vorzugsweise in den Trudelbetrieb übergeht, d.h. keine nennenswerte Leistung mehr produziert. Der Generator 19 bleibt dabei vorzugsweise mit dem Netz 12 verbunden und arbeitet im Bedarfsfall im Phasenschiebemodus.

[0042] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Differenzialsystems für eine Energiegewinnungsanlage mit einer hydrostatischen Pumpe/Motor-Kombination als Differenzialantrieb gemäß z.B. WO 2008/061263 A2.

[0043] Prinzipiell ist der Triebstrang gleich aufgebaut wie zu Fig. 2 beschrieben. Anstelle des elektrischen Differenzialantriebes 5 kommt in dieser Ausführungsvariante jedoch eine hydrostatische Pumpe/Motor-Kombination 21 als Differenzialantrieb zum Einsatz. D.h. die variable Drehzahl am zweiten Antrieb des Differenzialgetriebes 3 wird mittels Pumpe/Motor realisiert.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Triebstranges mit einer Antriebswelle (2, 17), einer elektrischen Maschine (4, 19) und mit einem Differenzialgetriebe (3) mit drei An- bzw. Abtrieben (7, 8, 9), wobei ein erster An- bzw. Abtrieb (7) mit der Antriebswelle (2, 17), ein zweiter An- bzw. Abtrieb (9), gegebenenfalls mittels einer ersten Kupplung (15), mit einem Differenzialantrieb (5, 21) und ein dritter An- bzw. Abtrieb (8), gegebenenfalls mittels einer zweiten Kupplung (22), mit der elektrischen Maschine (4, 19) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) bei geöffneter erster Kupplung (15) und/oder bei geöffneter zweiter Kupplung (22) von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren wird, dass die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Netz (12) synchronisiert und verbunden wird, und dass die elektrische Maschine (4, 19) anschließend im Phasenschiebemodus betrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzialantrieb (5, 21) über einen Frequenzumrichter (6) mit dem Netz (12) verbindbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) mittels eines Hilfsantriebes (20) von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren und mit dem Netz (12) synchronisiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hilfsantrieb (20) eine elektrische Maschine ist, die mittels des vom Differenzialantrieb (5) getrennten Frequenzumrichters (6) drehzahlvariabel betrieben wird und dabei die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Stromnetz (12) synchronisiert, und dass abschließend der Hilfsantrieb (20) vom Frequenzumrichter (6) getrennt und der Frequenzumrichter (6) wieder mit dem Differenzialantrieb (5) verbunden wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) mittels des vom Differenzialantrieb (5) getrennten Frequenzumrichters (6) beschleunigt und mit dem Stromnetz (12) synchronisiert wird, dass dann die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Stromnetz (12) verbunden wird und dass abschließend die elektrische Maschine (4, 19) vom Frequenzumrichter (6) getrennt und der Frequenzumrichter (6) wieder mit dem Differenzialantrieb (5) verbunden wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) eine Hilfswicklung hat, welche mit dem vom Differenzialantrieb (5) getrennten Frequenzumrichter (6) verbunden wird, dass sie mittels der Hilfswicklung beschleunigt und mit dem Stromnetz (12) synchronisiert wird, dass dann die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Stromnetz (12) verbunden wird und dass abschließend die Hilfswicklung vom Frequenzumrichter (6) getrennt und der Frequenzumrichter (6) wieder mit dem Differenzialantrieb (5) verbunden wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) mit dem Netz (12) verbunden und von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) mittels Sanftanlauf von einer Drehzahl von Null oder annähernd Null angefahren und mit dem Netz (12) synchronisiert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (16) nach dem Phasenschiebemodus soweit beschleunigt wird, bis die Drehzahl des zweiten Antriebs (9) eine Drehzahl erreicht hat, bei der der Differenzialantrieb (5, 21) in seinem Regeldrehzahlbereich dreht, dass anschließend die beiden Hälften der ersten und/oder zweiten Kupplung (15, 22) mittels Drehzahlregelung des Differenzialantriebes (5) synchronisiert werden, und dass dann die Kupplung (15, 22) geschlossen wird.

10. Triebstrang, insbesondere zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einer Antriebswelle (2, 17), einer elektrischen Maschine (4, 19) und mit einem Differenzialgetriebe (3) mit drei An- bzw. Abtrieben (7, 8, 9), wobei ein erster An- bzw. Abtrieb (7) mit der Antriebswelle (2, 17), ein zweiter An- bzw. Abtrieb (9) mit einem Differenzialantrieb (5, 21) und ein dritter An- bzw. Abtrieb (8) mit der elektrischen Maschine (4, 19) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite An- bzw. Abtrieb (9) über eine erste Kupplung (15) mit dem Differenzialantrieb (5, 21) verbunden ist und/oder dass der dritte An- bzw. Abtrieb (8) mittels einer zweiten Kupplung (22) mit der elektrischen Maschine (4, 19) verbunden ist, und dass, wenn die elektrische Maschine (4, 19) im Phasenschiebemode betrieben wird, die erste Kupplung (15) und/oder die zweite Kupplung (22) geöffnet ist.
11. Triebstrang nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) eine mit einem Netz (12) verbundene Drehstrommaschine ist.
12. Triebstrang nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (4, 19) eine Dämpferwicklung hat.
13. Triebstrang nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzialantrieb (5) eine Drehstrommaschine ist.
14. Triebstrang nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzialantrieb (21) eine hydrostatische Pumpe/Motor-Kombination ist.
15. Triebstrang nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzialantrieb (5, 21) über eine Anpassungsgetriebestufe (10) mit dem zweiten Antrieb (9) verbunden ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

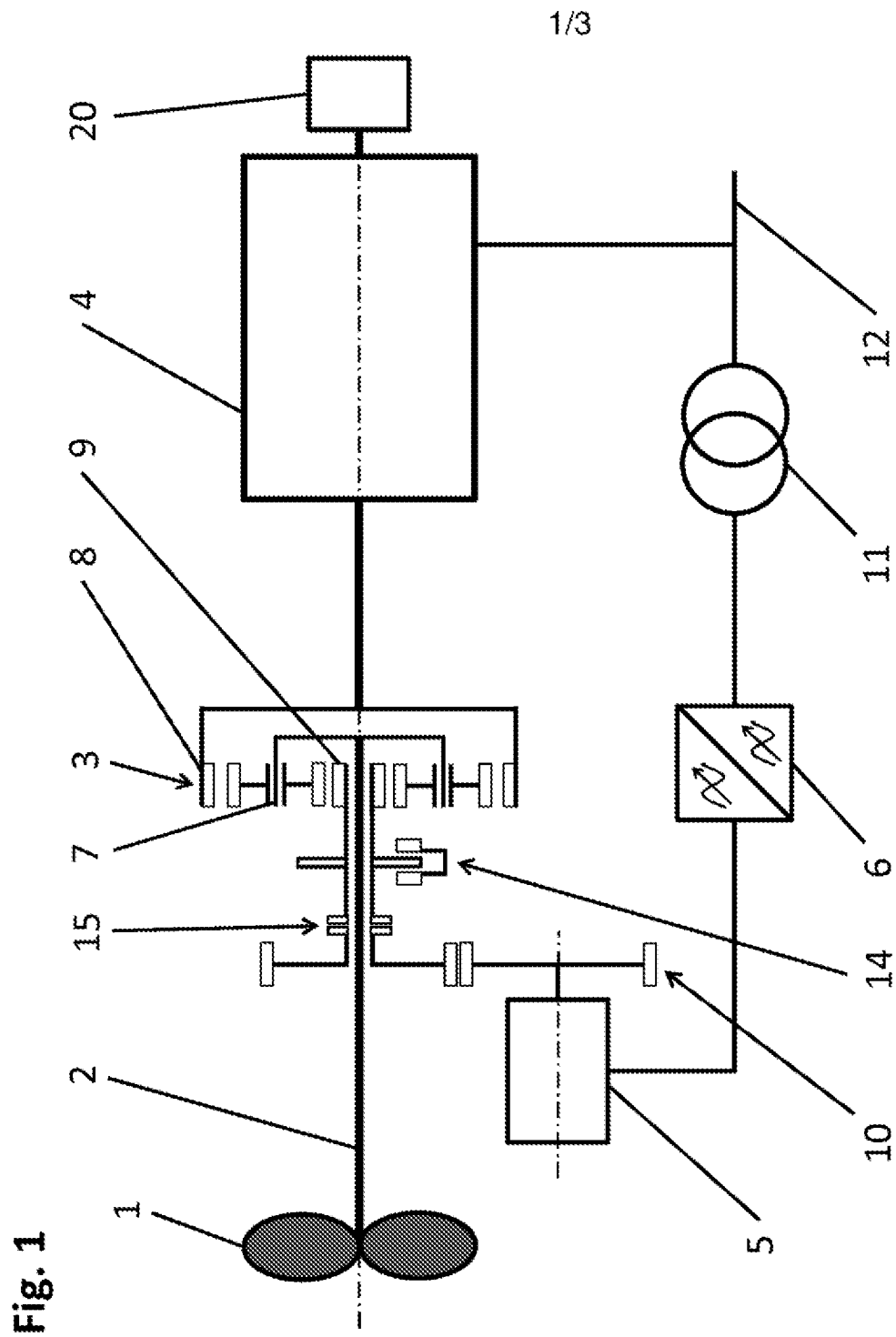


Fig. 2

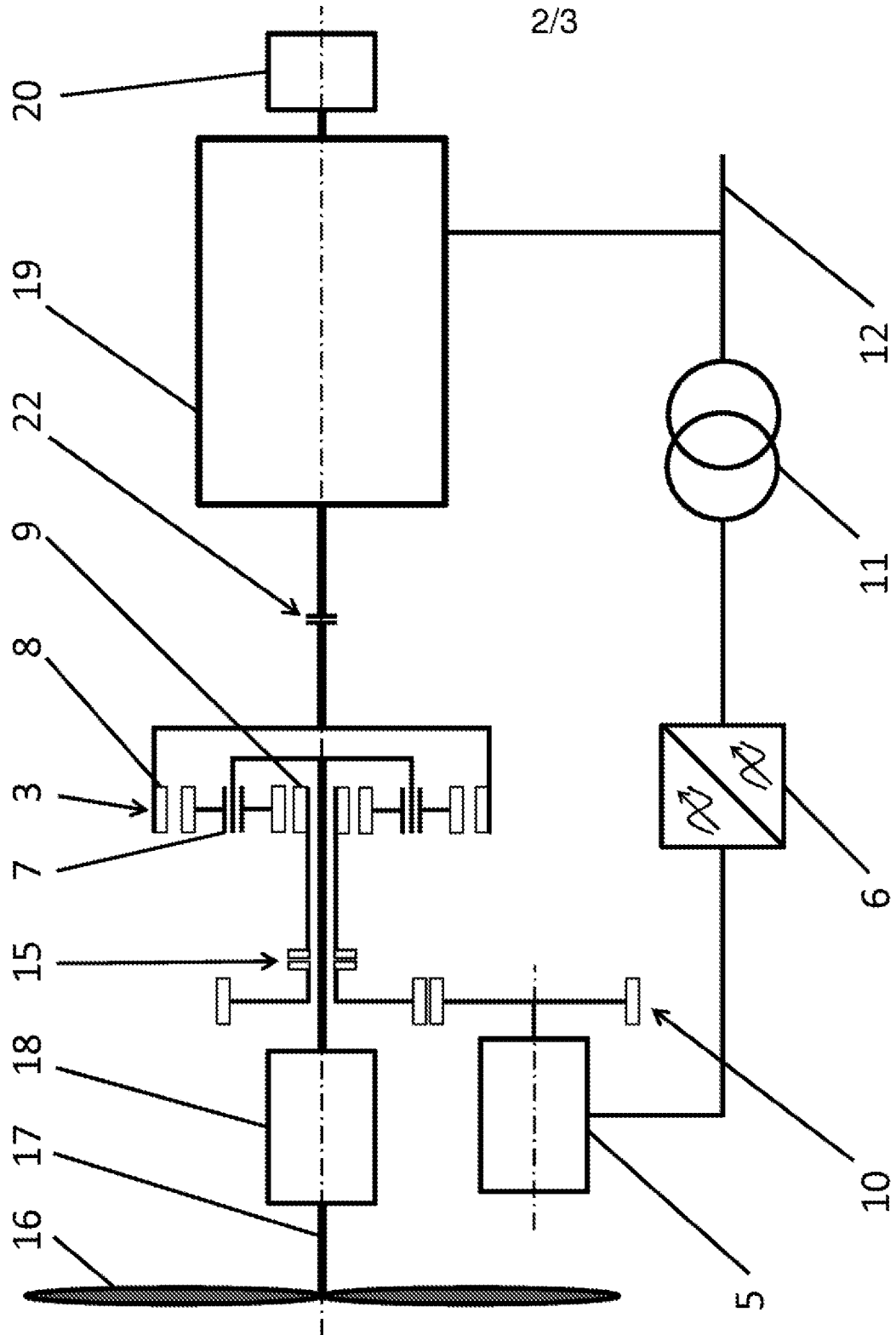
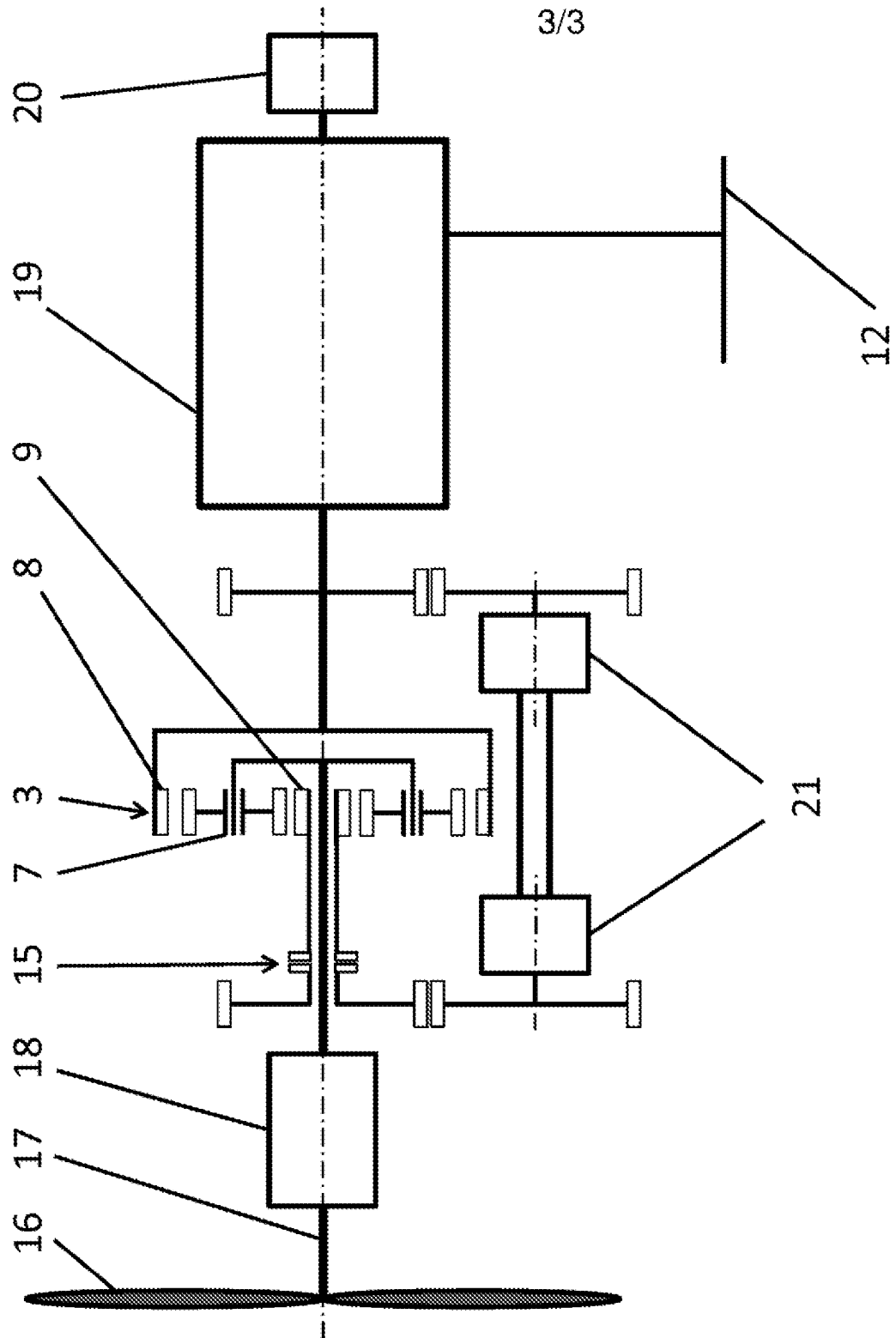


Fig. 3



3/3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F16H 3/72 (2006.01); **H02P 1/54** (2006.01); **H02P 27/04** (2016.01); **H02P 5/753** (2006.01); **H02K 7/116** (2006.01); **F03D 15/00** (2016.01); **F04D 25/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F16H 3/724 (2013.01); **H02P 1/54** (2013.01); **H02P 27/04** (2013.01); **H02P 5/753** (2013.01); **H02K 7/116** (2013.01); **F03D 15/00** (2017.02); **F04D 25/028** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F16H, H02P, H02K, F03D, F04D

Konsultierte Online-Datenbank:

PATDEW, FULLTEXT

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **22.03.2018** eingereichten Ansprüchen **1-15** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	AT 516180 B1 (HEHENBERGER) 15. März 2016 (15.03.2016) Fig. 3, 4, Absätze [0037]-[0042], [0044], [0057]-[0059], Ansprüche 1, 4, 5, 7, 8, 17, 18	1-8, 10-15
P, X	AT 15388 U1 (HEHENBERGER) 15. Juli 2017 (15.07.2017) Fig. 4, Absätze [0036]-[0041], [0051], [0059], Ansprüche 2, 4, 5, 7, 8, 14, 16, 20	1-6, 10- 13, 15
X	AT 514589 B1 (HEHENBERGER) 15. Februar 2015 (15.02.2015) Fig. 2, Absätze [0042]-[0047], [0051], Ansprüche 11, 13-15	10-15
Y		1-3, 7, 8
Y	EP 1919055 A2 (NORDEX ENERGY GMBH) 07. Mai 2008 (07.05.2008) Fig., Zusammenfassung, Absätze [0018]-[0021]	1-3, 7, 8
A	EP 1895158 A2 (NORDEX ENERGY GMBH) 05. März 2008 (05.03.2008) Fig. 2, Absätze [0011], [0018], [0020], Ansprüche 1-5	1-3

Datum der Beendigung der Recherche:
08.05.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

EHRENDORFER Kurt

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.