

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. August 2012 (16.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/107195 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F03D 7/02* (2006.01) *F03D 7/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000519
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Februar 2012 (06.02.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 003 974.0  
11. Februar 2011 (11.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **REPOWER SYSTEMS SE** [DE/DE];  
Überseering 10, 22297 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SIEVERS, Oliver** [DE/DE]; Waldweg 64, 24787 Fockbek (DE). **WARFEN, Karsten** [DE/DE]; Lindenstr. 1, 23795 Söhren (DE).
- (74) Anwalt: **VOLMER, Jochen**; Seemann & Partner, Ballindamm 3, 20095 Hamburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A WIND POWER INSTALLATION AND WIND POWER INSTALLATION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WINDENERGIEANLAGE UND WINDENERGIEANLAGE

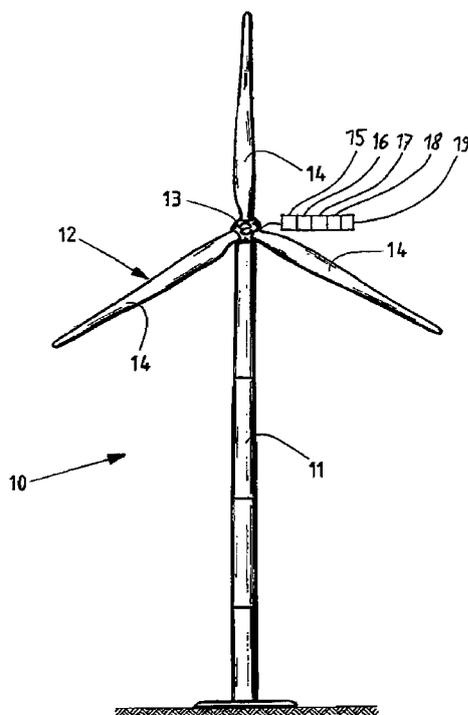


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a wind power installation (10) which comprises a rotor (12) having at least one rotor blade (14), and an operation control apparatus (21), and also to a wind power installation (10) comprising a rotor (12) having at least one rotor blade (14), and an operation control apparatus (21). According to the invention, the rotor rotation speed is reduced in cumulative dependence on the environmental variables ambient brightness (H), calendar date (D), wind speed (V) and ambient temperature (T).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage (10), die einen Rotor (12) mit wenigstens einem Rotorblatt (14) und eine Betriebssteuervorrichtung (21) umfasst, sowie eine Windenergieanlage (10), umfassend einen Rotor (12) mit wenigstens einem Rotorblatt (14) und eine Betriebssteuervorrichtung (21). Erfindungsgemäß wird in kumulativer Abhängigkeit von den Umgebungsvariablen Umgebungshelligkeit (H), kalendarisches Datum (D), Windgeschwindigkeit (V) und Umgebungstemperatur (T) die Rotordrehzahl reduziert.

WO 2012/107195 A1



**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5

10

Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage und Windenergieanlage

15

### Beschreibung

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, die einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt und eine Betriebssteuervorrichtung umfasst, sowie eine Windenergieanlage, umfassend einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt und eine Betriebssteuervorrichtung.

25

Windenergieanlagen mit Rotorblättern und einer horizontalen Rotorachse stellen für fliegende Tiere ein Hindernis dar. Bei rotierendem Rotor kann dies zu tödlichen Kollisionen der Tiere mit den Rotorblättern führen. Da die Genehmigungsbehörden bei der Projektierung von Standorten von Windenergieanlagen und von Windparks mit mehreren Windenergieanlagen Rücksicht darauf zu nehmen haben, wenn in der Nähe geschützte Tierarten, insbesondere Fledermausarten, nisten oder brüten, führt dies häufig dazu, dass Baugenehmigungen für Windenergieanlagen oder Windparks nicht oder nur unter strengen Auflagen erteilt werden. So müssen Windener-

30

gieanlagen in betroffenen Gebieten zu den Zeiten, in denen Fledermausflüge hauptsächlich zu erwarten sind, nachts vollständig abgeschaltet werden, so dass eine gefährdende Rotation der Rotorblätter der Windenergieanlage vermieden wird.

5

Ein völliges Abschalten der Windenergieanlage zu Nachtzeiten führt zu erheblichen Ausfallzeiten, in denen die Anlagen keine Energie erzeugen können und daher unwirtschaftlich sind.

10

Aus WO 2007/038992 A1 ist ein Verfahren zur Regelung einer Windenergieanlage bekannt, wobei zumindest das räumliche Umfeld der Windenergieanlage bereichsweise mittels einer geeigneten Detektionseinrichtung überwacht wird, wobei bei einem Eindringen eines Flugobjektes bestimmter Art, insbesondere einer Fledermaus, in den überwachten Bereich die Detektionseinrichtung ein Signal erzeugt und wobei abhängig von dem Signal zumindest ein Betriebsparameter der Windenergieanlage, wie etwa der Windanstellwinkel des Rotorblatts, eingestellt wird. Das entsprechende Sensorsystem ist aufwendig und störanfällig, so dass Abschaltungen in vielen Fällen auch dann erfolgen, wenn kein Tier aus einer gefährdeten Tierart in den Überwachungsbereich eingedrungen ist.

15

20

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches und zuverlässiges Verfahren sowie eine entsprechende Windenergieanlage zur Verfügung zu stellen, bei denen ein effektiver Schutz von Fledermäusen mit einer möglichst geringen Effizienzeinbuße verbunden ist.

25

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, die einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt und eine Betriebssteuervorrichtung umfasst, gelöst, das dadurch weitergebildet ist, dass in kumulativer Abhängigkeit von den Umgebungsvariablen Umgebungshelligkeit, kalendarisches Datum, Windge-

30

schwindigkeit und Umgebungstemperatur die Rotordrehzahl reduziert wird.

Es sind somit erfindungsgemäß wenigstens vier Umgebungsvariablen definiert, die jeweils bestimmten, insbesondere artspezifischen, Bedingungen entsprechen müssen, bevor die Rotordrehzahl reduziert wird. Diese Bedingungen müssen kumulativ, d.h. alle zugleich, erfüllt sein, bevor die Drehzahlfreisetzung aktiviert wird. Die so definierten Umgebungsvariablen, nämlich die Umgebungshelligkeit, das kalendarische Datum, die Windgeschwindigkeit und die Umgebungstemperatur, sind jeweils solche Variablen, von denen das Flugverhalten der geschützten Fledermausarten abhängt. So fliegen Fledermäuse bei geringerer Helligkeit in der Zeit kurz vor bis nach dem Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang für eine gewisse Zeit. Das kalendarische Datum wird ausgewählt, da Fledermäuse einen Winterschlaf halten und vor allem im Sommer aktiv sind. Die Windgeschwindigkeit wird verwendet, da Fledermäuse bei starkem Wind weniger oder nicht mehr aktiv sind. Die Umgebungstemperatur wird ebenfalls so ausgewählt, dass diese die Flugaktivität von Fledermäusen begünstigt.

Vorzugsweise wird die Drehzahlfreisetzung aktiviert, wenn die Umgebungshelligkeit einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Helligkeitsgrenzwert unterschreitet, das kalendarische Datum in einem vorbestimmten oder vorbestimmbaren Datumsbereich liegt, die Windgeschwindigkeit unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenzwindgeschwindigkeit liegt und die Umgebungstemperatur oberhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenztemperatur liegt. Diese Grenzwerte für die Helligkeit, das kalendarische Datum, die Windgeschwindigkeit und die Umgebungstemperatur hängen von der jeweiligen Art der geschützten Tiere bzw. Fledermäuse ab, da diese artspezifisch unterschiedliches

Flugverhalten zeigen. Der Helligkeitsgrenzwert kann beispielsweise so definiert sein, dass er derjenigen Helligkeit entspricht, bei der die dämmerungsaktiven Tiere ihre Flugaktivität aufnehmen. Der Datumsbereich entspricht beispielsweise den Sommermonaten, speziell demjenigen Zeitraum im Frühjahr bis Herbst, in dem Fledermäuse in der Nähe der Windenergieanlage oder des Windparks der beheimateten Art besonders aktiv sind.

Als Windgeschwindigkeitsmesswert wird vorzugsweise ein laufender Mittelwert der Windgeschwindigkeit, beispielsweise ein Mittelwert über einen Zeitraum von 10 Minuten, verwendet. Grenzwindgeschwindigkeiten können etwa im Bereich von 3 m/s bis 15 m/s, insbesondere zwischen 5 m/s und 12 m/s, besonders bevorzugt bei etwa 9 m/s, liegen. Grenztemperaturen liegen vorzugsweise zwischen 3 °C und 20 °C, vorzugsweise zwischen 5 °C und 15 °C, besonders bevorzugt bei etwa 8 °C.

Das Verfahren erfährt eine vorteilhafte Weiterbildung, wenn eine Drehzahlreduzierung nur erfolgt, wenn zusätzlich eine gemessene Niederschlagsstärke unterhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Niederschlagsgrenzwerts liegt. Ein starker Niederschlag hindert die Fledermäuse ebenfalls an Flugaktivitäten, zumal die bevorzugte Jagdbeute, kleine Insekten, bei starken Niederschlägen ebenfalls nicht fliegen. Ein Niederschlagsgrenzwert liegt vorzugsweise zwischen 0,1 l/h pro qm und 15 l/h pro qm, ferner vorzugsweise bei etwa 3 l/h pro qm. Diese Grenzwerte sind artenspezifisch anzupassen.

Falls die Position einer Kolonie von Fledermäusen oder entsprechenden anderen artengeschützten Tieren relativ zu der Windenergieanlage oder einem Windpark bekannt ist, ist ferner vorzugsweise vorgesehen, dass eine Drehzahlreduzierung nur erfolgt, wenn zu-

sätzlich eine Windrichtung und/oder eine Ausrichtung der Windenergieanlage, insbesondere der Gondel, innerhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Winkelbereichs liegt. Dieser Winkelbereich erstreckt sich um die Richtung zu der Kolonie der Fledermäuse oder anderer artengeschützter fliegender Tiere herum und schließt einen Winkelsektor ein, innerhalb dessen oder aus dem das Auftreten von fliegenden Tieren zu erwarten ist. Dieser Winkelbereich hängt von den lokalen Gegebenheiten ab. Auch der Windrichtungsmesswert ist vorzugsweise über ein Zeitintervall gemittelt, vorzugsweise zwischen 5 und 30 Minuten, insbesondere etwa 10 Minuten.

Vorzugsweise wird die Drehzahlreduzierung spätestens nach einem vorbestimmten oder vorbestimmbaren Zeitintervall aufgehoben. Ein entsprechendes Zeitintervall ist vorzugsweise zwischen zwei und fünf Stunden, ferner vorzugsweise zwischen zweieinhalb und dreieinhalb Stunden, insbesondere drei Stunden. Dies entspricht in etwa der Flugaktivität von Fledermäusen und ist artenspezifisch auszuwählen.

Vorzugsweise wird eine bestehende Drehzahlreduzierung aufgehoben, wenn die Windgeschwindigkeit die Grenzwindgeschwindigkeit um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Windgeschwindigkeitspufferwert überschreitet, wenn die Umgebungstemperatur den Temperaturgrenzwert um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturpufferwert unterschreitet, wenn die gemessene Niederschlagsstärke den Niederschlagsgrenzwert um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Niederschlagspufferwert überschreitet oder wenn die Windrichtung und/oder die Ausrichtung der Windenergieanlage sich um mehr als einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenzwinkelpuffer aus dem Winkelbereich heraus bewegt. In jedem dieser Fälle nimmt die Wahrscheinlichkeit von

Flugaktivitäten artengeschützter Tiere, insbesondere Fledermäusen, stark ab. Die Pufferwerte, die auch als Hysteresewerte bezeichnet werden können, definieren eine Sicherheitsmarge, damit bereits aktive Tiere sich auf die für sie sich verschlechternden Umgebungsbedingungen einstellen können und zu ihrer Kolonie bzw. Behausung zurückkehren können. So liegt ein Windgeschwindigkeitspufferwert beispielsweise zwischen 0,01 m/s und 2 m/s, vorzugsweise bei 0,5 m/s. Ein Temperaturpufferwert liegt zwischen 0,1 °C und 4 °C, vorzugsweise 0,5 °C. Der Niederschlagspufferwert liegt vorzugsweise zwischen 0,01 l/h/m<sup>2</sup> und 0,5 l/h/m<sup>2</sup>, insbesondere vorzugsweise bei ca. 0,05 l/h/m<sup>2</sup>. Die Niederschlagsüberwachung wird bevorzugt mit kürzeren Überwachungszeiten als eine Stunde, z.B. im 10min-Intervall durchgeführt. Die Grenzwerte sind dann entsprechend anzupassen. Der Grenzwinkelpuffer liegt vorzugsweise zwischen 0,5° und 15°, ferner vorzugsweise zwischen 1° und 10°, vorzugsweise bei etwa 5°.

Um die Helligkeit zu bestimmen, bei der die Rotordrehzahlreduktion aktiviert wird, ist vorzugsweise vorgesehen, dass zur Bestimmung der Umgebungshelligkeit ein lichtempfindlicher Sensor, insbesondere ein Dämmerungsschalter, verwendet wird. Dies hat den Vorteil, dass die Helligkeit, auf die die Tiere reagieren, witterungsunabhängig bestimmt wird, da bei bedecktem Himmel ein niedriger Helligkeitswert früher erreicht bzw. später verlassen wird als bei einem klaren Himmel. Lichtempfindliche Sensoren und Dämmerungsschalter sind verhältnismäßig zuverlässige und kostengünstige Bauteile.

Alternativ oder zusätzlich dazu ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Umgebungshelligkeit ermittelt wird, indem aus geographischen Standortparametern der Windenergieanlage der Zeitpunkt des lokalen Sonnenaufgangs und/oder Sonnenuntergangs errechnet wird, wobei die Rotordrehzahlreduzierung in einem vorbestimmten oder

vorbestimmbaren Zeitraum erfolgt, der vor oder zum Zeitpunkt des lokalen Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs beginnt und nach dem lokalen Sonnenaufgang und/oder Sonnenuntergang endet, wobei insbesondere ein größerer Teil des Zeitraums vor dem lokalen Sonnenaufgang und/oder nach dem lokalen Sonnenuntergang liegt. In diesem Fall wird aus den geographischen Standortparametern, also geographischer Länge und Breite, der exakte Zeitpunkt des Sonnenaufgangs und/oder Sonnenuntergangs bestimmt. Dies ist ebenfalls ein Maß für die Helligkeit. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang im Allgemeinen nicht als der Zeitpunkt definiert ist, zu dem die Sonne die Horizontlinie berührt oder durchschreitet, sondern eine Linie, die 50 Winkelminuten unter dem Horizont liegt, also 0,0145 Bogenminuten. Der Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang lässt sich insofern auf der Grundlage der geographischen Breite und der geographischen Länge einer Windenergieanlage berechnen. Die entsprechenden Berechnungen sind bekannt. Eine einfache Formel zu Sonnenaufgangs- und -untergangszeit ist als Zeitgleichung beispielsweise unter <http://lexikon.astronomie.info/zeit-gleichung> gezeigt.

Ein typischer Zeitraum, in dem die Rotordrehzahl reduziert wird, ist beispielsweise 20 Minuten vor Sonnenuntergang bis 2 Stunden und 40 Minuten nach Sonnenuntergang. Diese Werte gelten dann in umgekehrter Folge für den Sonnenaufgang. Auch andere Werte können hier, artenspezifisch, verwendet werden. Es ist hierbei die lokale Uhrzeit zu berücksichtigen, um zu entscheiden, welche Zeiträume vor oder nach Sonnenaufgang- bzw. -untergang Anwendung finden.

Die Helligkeitsbestimmung durch einen lichtempfindlichen Sensor, insbesondere Dämmerungsschalter, kann im Rahmen der Erfindung

auch mit der Bestimmung der Umgebungshelligkeit anhand der Berechnung des Zeitpunkts des lokalen Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs kombiniert werden, indem die Abfrage des lichtempfindlichen Sensors nur in einem erweiterten Zeitfenster um den Sonnenaufgang und/oder Sonnenuntergang herum geschieht, beispielsweise ein bis zwei Stunden vor Sonnenuntergang beginnend oder nach Sonnenaufgang endend.

Vorzugsweise erfolgt die Berechnung des Zeitpunktes des lokalen Sonnenaufgangs und/oder Sonnenuntergangs wenigstens innerhalb des Datumsbereichs täglich. Damit ist täglich der jeweils aktuelle Sonnenaufgangszeitpunkt und/oder Sonnenuntergangszeitpunkt verfügbar.

Vorteilhafterweise wird der Rotor durch die Drehzahlreduzierung nahezu oder vollständig zum Stillstand gebracht. Diese weitgehende Drehzahlreduzierung vermindert signifikant die Schlaggefahr für die gefährdete Tierart.

Die Drehzahlreduzierung erfolgt vorzugsweise durch eine Verdrehung des Rotorblatts oder der Rotorblätter in Richtung Fahnenstellung oder durch eine Verschiebung einer Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie oder einer Drehzahl-Leistung-Kennlinie in Richtung höheren Drehmoments oder höherer Leistung. Die Verdrehung der Rotorblätter in Richtung Fahnenstellung bedeutet, dass die Rotorblätter weniger bis keine Energie aus dem Wind entnehmen und somit nicht mehr angetrieben werden. Dadurch wird die Rotordrehzahl effektiv reduziert. Auch eine Verschiebung der Kennlinie in Richtung höheren Drehmoments oder höherer Leistung bedeutet eine verstärkte Bremsung des Rotors durch Leistungsentnahme und eine entsprechende Abbremsung des Rotors mit folgender Drehzahlreduzierung. Letztere Alternative hat den Vorteil einer kontinuierlichen

Leistungsentnahme bei reduzierter Rotordrehzahl.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch eine Windenergieanlage, umfassend einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt und eine Betriebssteuervorrichtung, gelöst, wobei die Betriebssteuervorrichtung ausgebildet ist, gemäß dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren die Rotordrehzahl zu reduzieren. Die erfindungsgemäße Windenergieanlage hat somit die gleichen Eigenschaften und Vorteile, wie das erfindungsgemäße Verfahren.

Vorzugsweise ist ein lichtempfindlicher Sensor, insbesondere ein Dämmerungsschalter, vorgesehen, mittels dessen eine Umgebungshelligkeit messbar ist.

Ferner vorzugsweise ist ein Regensensor vorgesehen, mittels dessen eine Niederschlagsstärke messbar ist.

Schließlich erfährt die erfindungsgemäße Windenergieanlage eine vorteilhafte Weiterbildung, wenn Spalte und/oder Öffnungen an der Windenergieanlage mittels Labyrinthdichtungen, Bürstendichtungen, umlaufenden Gummidichtungen und/oder Drahtgittern mit einer Maschenweite von weniger als 10 mm abgedichtet sind, insbesondere Spalte zwischen Blattwurzel und Spinner, Spalte zwischen Spinner und Gondel oder Spalte zwischen Gondel und Turm, Kühllufteinlässe, Mannlöcher und/oder Kranluken. Die Spalten und die genannten Öffnungen werden von Fledermäusen, zumindest im Ruhezustand der Windenergieanlage, gerne als Unterschlupf verwendet, wobei bei jedem Anfahren der Windenergieanlage die Tiere einer tödlichen Gefahr ausgesetzt sind. Labyrinthdichtungen, Bürstendichtungen, umlaufende Gummidichtungen und/oder Drahtgitter mit enger Maschenweite verhindern ein Eindringen der Tiere in die Öffnungen

der Windenergieanlage. Labyrinthdichtungen basieren auf dem Prinzip, dass ein Spalt durch formkomplementäre Ausgestaltung der Seitenwände des Spaltes mit Windungen oder Ecken und Kurven ausgestaltet ist, durch die Tiere nicht eindringen können. Diese Art der Dichtung ist außerdem berührungslos, so dass sie besonders  
5 geeignet ist, die Spalte zwischen gegeneinander drehend bewegten Komponenten einer Windenergieanlage gegeneinander abzudichten.

10 Die zu den genannten Erfindungsgegenständen, d.h. dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Windenergieanlage, genannten Merkmale, Vorteile und Eigenschaften gelten jeweils ohne Einschränkung auch für den jeweils anderen Erfindungsgegenstand.

15 Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten  
20 ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage,

25 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Betriebssteuerung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der lokalen Gegebenheiten eines Windparks und einer Fledermauskolonie,

30 Fig. 4a, b schematische Darstellungen des Einflusses von Windrichtungen auf den Betrieb von Windenergieanlagen

und

Fig. 5 eine schematische beispielhafte erfindungsgemäße Ablaufsteuerung.

5

In den folgenden Figuren sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente bzw. entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer entsprechenden erneuten Vorstellung abgesehen wird.

10

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Windenergieanlage 10 dargestellt. Diese umfasst einen Turm 11, an dessen Spitze ein Rotor 12 mit einer zentralen Rotornabe 13 und drei Rotorblättern 14 angeordnet ist. Schematisch ist dargestellt, dass sich im Bereich des Rotors 12 bzw. der nicht dargestellten Gondel, die von der Rotornabe 13 verdeckt ist, mehrere Sensoren angeordnet sind. Dabei handelt es sich um einen Dämmerungsschalter 15 als Beispiel eines lichtempfindlichen Sensors, um einen Windgeschwindigkeitssensor 16, um einen Temperatursensor 17, um einen Windrichtungssensor 18 und einen Regenstärkensenor 19. Mittels dieser Sensoren 15 bis 19 werden Umgebungsvariablen gemessen, aus denen auf die Flugaktivität von geschützten Flugtieren, beispielsweise Fledermäusen, rückgeschlossen werden kann. Anhand dieser Umgebungsvariablen wird, wenn die Umgebungsvariablen eine Flugaktivität der geschützten Tiere begünstigt, die Drehzahl des Rotors 12 reduziert, um eine Schlaggefahr für die geschützten Tiere zu vermindern.

25

30

In Fig. 2 ist eine Betriebssteuerung 21 der Windenergieanlage 10 gemäß Fig. 1 schematisch dargestellt. Diese erhält Messdaten von dem Dämmerungsschalter 15 oder alternativ dem Berechnungsmodul für den Sonnenstand, dem Windgeschwindigkeitssensor 16, dem Temperatursensor 17, dem Windrichtungssensor 18, dem Regen-

stärkensenor 19 sowie einem Sensor 20, der die Orientierung der Gondel beschreibt.

Die drei letztgenannten Sensoren sind gestrichelt gezeichnet, da es sich hierbei um optionale und vorteilhaft hinzuzufügende Sensoren für die erfindungsgemäße Steuerung zum Fledermausschutz handelt. Bei dem Sensor 20 handelt es sich bevorzugt um einen Sensor, der eine absolute Referenzierung der Gondel, z.B. bezüglich der Nordrichtung, ermöglicht.

Sobald sich alle gemessenen Umgebungsvariablen inklusive der steuerungsinternen Kalenderfunktion innerhalb der Parameterbereiche befinden, die eine Flugaktivität der betreffenden Flugtiere begünstigt, teilt die Betriebssteuerung 21 der Blattwinkelsteuereinheit 22 mit, dass die Rotorblätter in Richtung Fahnenstellung zu bewegen sind. Damit wird jedes Rotorblatt 14 aus dem Wind gedreht, so dass nur noch wenig oder keine Leistung mehr aus dem Wind entnommen wird, wodurch der Rotor 12 abgebremst wird. Alternativ kann die Generatorsteuereinheit (nicht dargestellt) angewiesen werden, den Generator anhand einer in Richtung auf eine höhere Leistung oder ein höheres Drehmoment verschobenen Kennlinie zu steuern. Auch hierdurch wird die Rotordrehzahl vermindert.

In Fig. 3 ist schematisch ein Teil einer Landkarte abgebildet. Im linken Teil der Landkarte befindet sich ein Windpark 30, dessen Grenze mit einer strichpunktierten Linie gekennzeichnet ist. Beispielshaft sind zwei Windenergieanlagen 10 im Windpark 30 dargestellt. Außerhalb der Grenzen des Windparks 30 befindet sich eine Fledermauskolonie 31. Bei windstillem Wetter bewegen sich die Fledermäuse der Kolonie 31 innerhalb eines Fluggebiets 32, das um die Fledermauskolonie 31 herum zentriert ist. Bei stärkerem Wind, dessen Windrichtung mit dem Pfeil 33 dargestellt ist, verlagert sich das

Fluggebiet 32 zu dem Fluggebiet 34, das in Richtung auf den Windpark 30 hin verlängert ist. Der äußere Bereich des verlängerten Fluggebiets 34 überschneidet den Windpark 30.

5 Ebenfalls in Fig. 3 ist ein Grenzwinkelbereich 35 mit zwei durchgezogenen Linien dargestellt, der der vereinfachten Darstellung halber im Zentrum des Windparks 30 beginnt und einen Sektor definiert, der auf die Fledermauskolonie 31 hin zentriert ist. Der Winkelbereich um die Fledermauskolonie 31 herum ist so groß, dass das in  
10 Fig. 3 gezeigte Fluggebiet 32 bei Windstille vollständig umfasst ist. Mit gestrichelten Linien 36 ist außerdem noch ein Grenzwinkelpuffer eingezeichnet, der beidseits des eigentlichen Grenzwinkelbereichs 35 definiert ist und für eine Hysterese für das Abschalten des drehzahlreduzierten Regimes von Belang ist. Als Messwert kann bei-  
15 spielsweise der 10-minütige Durchschnittswert der Windrichtung oder der Gondelorientierung herangezogen werden.

Der Grenzwinkelbereich 35 und der Grenzwinkelpuffer 36 gelten insbesondere für das Kriterium der Windrichtung, aber auch für die  
20 Orientierung der Gondeln der Windenergieanlage 10. Wenn die Gondeln in dieser Richtung ausgerichtet sind bzw. wenn die Windrichtung in diesem Grenzwinkelbereich liegt, muss mit dem Auftauchen von Fledermäusen aus der Fledermauskolonie 31 im Windpark 30 gerechnet werden. Eine Drehzahlreduzierung der Rotoren der  
25 Windenergieanlage 10 ist in diesem Fall angezeigt. Die Gondelorientierung kann auch direkt als Messwert verwendet werden, da sie der Windrichtung mit einer gewissen Verzögerung und Trägheit folgt und somit eine Hardware-Mittelung der Windrichtung betreibt.

30 In den Fig. 4a) und 4b) sind zwei Situationen schematisch dargestellt, in denen jeweils eine Fledermauskolonie 31 von einem bevorzugten Fluggebiet 32 entfernt liegt und sich dazwischen eine Wind-

energieanlage 10 oder ein Windpark befindet. Die Flugrichtung 37 der Fledermäuse von ihrer Kolonie 31 zum Fluggebiet 32 ist weitgehend unabhängig von der Windrichtung 33. Ist die Windrichtung 33, wie in Fig. 4a) dargestellt, in der gleichen Richtung oder in entgegengesetzter Richtung zur Flugrichtung 37 der Fledermäuse, dann sind die Windenergieanlagen 10 den Fledermäusen maximal zugewandt, die Schlaggefahr ist dann ebenfalls maximal. In dieser Situation ist die Rotordrehzahl zum Schutz der Fledermäuse zu reduzieren. Ist hingegen die Windrichtung 33 quer zur Flugrichtung 37, wie in Fig. 4b) gezeigt, dann zeigen die Windenergieanlagen 10 den Fledermäusen ihr schmales Profil, wodurch die Schlaggefahr sinkt. Bei der in Fig. 4b) gezeigten Windrichtung kann die Rotordrehzahl dann weniger oder gar nicht reduziert werden.

In Fig. 5 ist schematisch der Verfahrensablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Mit den Bezugszeichen 40 und 41 sind die Betriebszustände des Normalbetriebs 40 und des Betriebs 41 mit Drehzahlreduktion dargestellt. Außerhalb des jahreszeitlichen Flugzeitraumes wird immer der Normalbetrieb gefahren. Wenn das Beobachtungsregime angeschaltet wird, wird ausgehend von dem Normalbetrieb 40 eine Kette von Abfragen abgearbeitet, die bei jeweiliger Beantwortung mit „Ja“ („Yes“) dazu führt, dass der Betrieb 41 mit Drehzahlreduktion aktiviert wird.

Die Kette von Abfrage besteht aus einer Abfrage 51, ob der Tag des Jahres D innerhalb des jahreszeitlichen Tagesbereichs liegt, in dem die Fledermäuse ihre Flugaktivität entfalten. So wird dann, wenn der jahreszeitliche Zeitraum der Fledermausaktivität in der Abfrage 51 bejaht wird, in der Abfrage 52 abgefragt, ob der Helligkeitsgrenzwert  $H_{\text{grenz}}$  unterschritten ist. Ist dies der Fall, wird in der Abfrage 53 abgefragt, ob die Windgeschwindigkeit  $V$  unterhalb der entsprechenden Grenzwindgeschwindigkeit  $V_{\text{grenz}}$  liegt. Ist auch dies der Fall,

wird in der Abfrage 54 abgefragt, ob die Umgebungstemperatur  $T$  oberhalb der unteren Grenztemperatur  $T_{\text{grenz}}$  liegt. Ist auch dies der Fall, wird in der Abfrage 55 abgefragt, ob eine Niederschlagsstärke  $N$  unterhalb eines Niederschlagsgrenzwertes  $N_{\text{grenz}}$  liegt.

5

Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, wird in der Abfrage 56 abgefragt, ob die Windrichtung  $R$  innerhalb eines Winkelbereichs, beispielsweise des Winkelbereichs 35, liegt. Zusätzlich oder alternativ dazu kann auch abgefragt werden, ob die Orientierung der Gondel  $G_{\text{Or}}$  innerhalb eines entsprechenden Winkelbereichs liegt.

10

Erst wenn alle diese Abfragen 51 bis 57 mit „ja“ beantwortet worden sind, wird der Betriebszustand 41 mit Drehzahlreduktion aktiviert. Liegt nur eine der Variablen bei einer der Abfragen 51 bis 57 außerhalb der entsprechenden Bereiche, so zweigt das Verfahren jeweils ab und bleibt im Normalbetrieb 40, der bis zu dem Zeitpunkt auch nicht verlassen worden ist. Nach einer kurzen, insbesondere vorbestimmten oder vorbestimmbaren, Zeitdauer oder unmittelbar darauffolgend wird die Abfragekette erneut in Gang gesetzt. Nicht dargestellt ist, dass diese Abfrage, solange der Normalbetrieb 40 eingestellt ist, innerhalb eines bestimmten Zeitfensters des Tages erfolgt, in dem Fledermausaktivität überhaupt zu erwarten ist. Dieses Zeitfenster kann eine Dauer von zwei bis fünf Stunden, insbesondere etwa drei Stunden, aufweisen. Die gezeigte schrittweise Abfrage ist nur beispielhaft zu verstehen, ebenso können in einer einzigen Abfrage sämtliche Bedingungen mit UND-Verknüpfung geprüft werden.

15

20

25

Ist einmal der Betrieb 41 mit Drehzahlreduktion eingestellt, so wird laufend überprüft, ob der drehzahlreduzierte Betrieb 41 wieder verlassen werden kann und ein Normalbetrieb 40 eingestellt werden kann. Dies dient einer Erhöhung der Effizienz, wobei die Fleder-

30

mäuse oder andere geschützte Tiere nicht gefährdet werden, da überprüft wird, ob die Bedingungen immer noch die Flugaktivität der entsprechenden Tiere begünstigen.

5 So wird in einer ersten Abfrage 61 abgefragt, ob das Zeitintervall, in dem der Betrieb 41 mit Drehzahlreduktion gefahren wird, abgelaufen ist. Ist dies der Fall, wird der Normalbetrieb 40 wieder aufgenommen. Ist dies nicht der Fall, so wird eine weitere Abfragekette 63 bis 67 durchlaufen. In der Abfrage 63 wird abgefragt, ob die  
10 Windgeschwindigkeit  $V$  inzwischen einen Wert überschreitet, der die Summe aus der Grenzwindgeschwindigkeit  $V_{\text{grenz}}$  und einem Windgeschwindigkeitspufferwert  $V_{\text{puffer}}$  beträgt. Ist dies der Fall, so wird der Normalbetrieb 40 eingestellt. Wenn nicht, wird die Abfrage 64 durchlaufen, wobei abgefragt wird, ob die Umgebungstemperatur  
15 inzwischen unterhalb eines Wertes gefallen ist, die der Grenztemperatur  $T_{\text{grenz}}$  abzüglich eines Umgebungstemperaturpufferwertes  $T_{\text{puffer}}$  entspricht. Ist dies der Fall, so wird der Normalbetrieb 40 eingestellt.

20 Wenn nicht, so wird die Abfrage 65 durchlaufen, wobei abgefragt wird, ob eine Niederschlagsstärke  $N$  inzwischen einen Wert überschreitet, der die Summe aus dem Niederschlagsgrenzwert  $N_{\text{grenz}}$  und einem Niederschlagspuffer  $N_{\text{puffer}}$  beträgt. Ist dies der Fall, so wird der Normalbetrieb 40 eingestellt. Falls nicht, wird die Abfrage  
25 66 durchlaufen, wobei abgefragt wird, ob die Windrichtung inzwischen außerhalb des um einen Puffer 36 erweiterten Grenzwinkelbereichs 35 liegt. Ist dies der Fall, wird der Normalbetrieb 40 eingestellt. Falls nicht, wird weiter in der Abfrage 67 abgefragt, ob die Gondelorientierung inzwischen außerhalb des um den Puffer 36 erweiterten Grenzwinkelbereichs 35 für die Gondelorientierung liegt.  
30 Wenn dies der Fall ist, so wird der Normalbetrieb 40 eingestellt. Wenn nicht, geht die Abfrageschleife zurück zum drehzahlreduzier-

ten Betriebszustand 41.

Dieses Ablaufschema ist als beispielhaft zu verstehen. Die Abfragen können auch in unterschiedlicher logischer Abfolge oder Kombination miteinander verknüpft werden.

Insbesondere kann die Verknüpfung der Abfrage so sein, dass die Abfragen 51 bis 54 kumulativ mit „Ja“ beantwortet sein müssen, während von den übrigen Abfragen 55 bis 57 nur beispielsweise eine oder zwei mit „Ja“ beantwortet sein müssen, um den Betriebszustand 40, 41 zu ändern. Auch eine Gewichtung der einzelnen Abfragen bezogen auf ihre Indikatorfunktion bezüglich der Flugaktivitäten der geschützten Tiere und eine Betriebszustandsänderung in Reaktion auf eine Überschreitung eines vorbestimmbaren oder vorbestimmten Grenzwerts durch die gewichtete Summe ist im Rahmen der Erfindung umfasst. Dies kann damit kombiniert werden, dass die Abfrage von Datum, Helligkeit, Windgeschwindigkeit und Temperatur kumulativ erfüllt sein sollen. In ähnlicher Weise lassen sich auch die Abfragen 63 bis 67 in anderer als der dargestellten Weise verknüpfen, so dass beispielsweise das Verlassen nur eines Parameters seines flugbegünstigten Bereichs noch nicht zur Änderung des Betriebszustandes ausreicht, sondern eine Gewichtung oder eine Kumulation notwendig ist.

Eine derartige Gewichtung ermöglicht es, im Endeffekt eine mathematische Abschätzung des Kollisionsrisikos durchzuführen, welches unterhalb eines vorbestimmten Grenzwertes bleiben muss. Ein derartiger Grenzwert kann beispielsweise im Bereich von 1 bis 5 Kollisionen pro Jahr und Windenergieanlage bzw. Windpark liegen

Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit

anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein.

Bezugszeichenliste

	10	Windenergieanlage
	11	Turm
5	12	Rotor
	13	Rotornabe
	14	Rotorblatt
	15	Dämmerungsschalter
	16	Windgeschwindigkeitssensor
10	17	Temperatursensor
	18	Windrichtungssensor
	19	Regenstärkensenor
	20	Orientierung der Gondel
	21	Betriebssteuerung
15	22	Blattwinkelsteuereinheit
	30	Windpark
	31	Fledermauskolonie
	32	Fluggebiet bei Windstille
	33	Windrichtung
20	34	Fluggebiet bei Wind
	35	Grenzwinkelbereich
	36	Grenzwinkelpuffer
	37	Flugrichtung
	40	Normalbetrieb
25	41	Betrieb mit Drehzahlreduktion
	51	Abfrage: $D_{\min} \leq D \leq D_{\max}$ ?
	52	Abfrage: $H < H_{\text{grenz}}$
	53	Abfrage: $V < V_{\text{grenz}}$
	54	Abfrage: $T > T_{\text{grenz}}$
30	55	Abfrage: $N < N_{\text{grenz}}$
	56	Abfrage: R innerhalb Winkelbereich
	57	Abfrage: GOr innerhalb Winkelbereich

	61	Abfrage: Zeitintervall abgelaufen
	63	Abfrage: $V > V_{\text{grenz}} + V_{\text{puffer}}$
	64	Abfrage: $T < T_{\text{grenz}} - T_{\text{puffer}}$
	65	Abfrage: $N > N_{\text{grenz}} + N_{\text{puffer}}$
5	66	Abfrage: R außerhalb Winkelbereich einschließlich Puffer
	67	Abfrage: GOr außerhalb Winkelbereich einschließlich Puffer
	D	Tag des Jahres
10	$D_{\text{min}}$	Anfangstag
	$D_{\text{max}}$	Endtag
	H	Helligkeit
	$H_{\text{grenz}}$	Helligkeitsgrenzwert
	V	Windgeschwindigkeit
15	$V_{\text{grenz}}$	Grenzwindgeschwindigkeit
	$V_{\text{puffer}}$	Windgeschwindigkeitspufferwert
	T	Umgebungstemperatur
	$T_{\text{grenz}}$	Grenztemperatur
	$T_{\text{puffer}}$	Umgebungstemperaturpufferwert
20	N	Niederschlagsstärke
	$N_{\text{grenz}}$	Niederschlagsgrenzwert
	$N_{\text{puffer}}$	Niederschlagspufferwert
	R	Windrichtung
	GOr	Gondelorientierung

25

30

5

10

Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage und Windenergieanlage

15

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage (10), die einen Rotor (12) mit wenigstens einem Rotorblatt (14) und eine Betriebssteuervorrichtung (21) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass in kumulativer Abhängigkeit von den Umgebungsvariablen Umgebungshelligkeit (H), kalendarisches Datum (D), Windgeschwindigkeit (V) und Umgebungstemperatur (T) die Rotordrehzahl reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlreduzierung aktiviert wird, wenn die Umgebungshelligkeit (H) einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Helligkeitsgrenzwert ( $H_{E_{\text{grenz}}}$ ) unterschreitet, das kalendarische Datum (D) in einem vorbestimmten oder vorbestimmbaren Datumsbereich ( $D_{\text{min}}$  bis  $D_{\text{max}}$ ) liegt, die Windgeschwindigkeit (V) unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenz-

windgeschwindigkeit ( $V_{\text{grenz}}$ ) liegt und die Umgebungstemperatur ( $T$ ) oberhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenztemperatur ( $T_{\text{grenz}}$ ) liegt.

- 5           3.    Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehzahlreduzierung nur erfolgt, wenn zusätzlich eine gemessene Niederschlagsstärke ( $N$ ) unterhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Niederschlagsgrenzwerts ( $N_{\text{grenz}}$ ) liegt.
- 10
4.    Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehzahlreduzierung nur erfolgt, wenn zusätzlich eine Windrichtung ( $R$ ) und/oder eine Ausrichtung der Windenergieanlage ( $G_{\text{Or}}$ ) innerhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Winkelbereichs ( $35$ ) liegt.
- 15
5.    Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlreduzierung spätestens nach einem vorbestimmten oder vorbestimmbaren Zeitintervall aufgehoben wird.
- 20
6.    Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine bestehende Drehzahlreduzierung aufgehoben wird, wenn die Windgeschwindigkeit ( $V$ ) die Grenzwindgeschwindigkeit ( $V_{\text{grenz}}$ ) um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Windgeschwindigkeitspufferwert ( $V_{\text{puffer}}$ ) überschreitet, wenn die Umgebungstemperatur ( $T$ ) den Temperaturgrenzwert ( $T_{\text{grenz}}$ ) um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturpufferwert ( $T_{\text{puffer}}$ ) unterschreitet, wenn die gemessene Niederschlagsstärke ( $N$ ) den Niederschlagsgrenzwert ( $N_{\text{grenz}}$ ) um einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Niederschlagspufferwert ( $N_{\text{puffer}}$ ) überschreitet
- 25
- 30

oder wenn die Windrichtung (R) und/oder die Ausrichtung (GO<sub>r</sub>) der Windenergieanlage (10) sich um mehr als einen vorbestimmten oder vorbestimmbaren Grenzwinkelpuffer (36) aus dem Winkelbereich (35) heraus bewegt.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Umgebungshelligkeit (H) ein lichtempfindlicher Sensor, insbesondere ein Dämmerungsschalter (15), verwendet wird.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Umgebungshelligkeit (H) ermittelt wird, indem aus geographischen Standortparametern der Windenergieanlage der Zeitpunkt des lokalen Sonnenaufgangs und/oder Sonnenuntergangs errechnet wird, wobei die Rotordrehzahlreduzierung in einem vorbestimmten oder vorbestimmbaren Zeitraum erfolgt, der vor oder zum Zeitpunkt des lokalen Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs beginnt und nach dem lokalen Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang endet, wobei insbesondere ein größerer Teil des Zeitraums vor dem lokalen Sonnenaufgang oder nach dem lokalen Sonnenuntergang liegt.

15

20

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung des Zeitpunktes des lokalen Sonnenaufgangs und/oder Sonnenuntergangs wenigstens innerhalb des Datumsbereichs ( $D_{\min}$  bis  $D_{\max}$ ) täglich erfolgt.

25

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (12) durch die Drehzahlreduzierung nahezu oder vollständig zum Stillstand gebracht wird.

30

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlreduzierung durch eine Verdrehung des Rotorblatts (14) oder der Rotorblätter (14) in Richtung Fahnenstellung oder durch eine Verschiebung einer Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie oder einer Drehzahl-Leistung-Kennlinie in Richtung höheren Drehmoments oder höherer Leistung erfolgt.
- 10 12. Windenergieanlage (10), umfassend einen Rotor (12) mit wenigstens einem Rotorblatt (14) und eine Betriebssteuervorrichtung (21), dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebssteuervorrichtung (21) ausgebildet ist, gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 die Rotordrehzahl zu reduzieren.
- 15 13. Windenergieanlage (10) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein lichtempfindlicher Sensor, insbesondere ein Dämmerungsschalter (15), vorgesehen ist, mittels dessen eine Umgebungshelligkeit (H) messbar ist.
- 20 14. Windenergieanlage (10) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Regensensor (19) vorgesehen ist, mittels dessen eine Niederschlagsstärke (N) messbar ist.
- 25 15. Windenergieanlage (10) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass Spalte und/oder Öffnungen an der Windenergieanlage (10) mittels Labyrinthdichtungen, Bürstendichtungen, umlaufenden Gummidichtungen und/oder Drahtgittern mit einer Maschenweite von weniger als 10 mm  
30 abgedichtet sind, insbesondere Spalte zwischen Blattwurzel und Spinner, Spalte zwischen Spinner und Gondel oder Spalte zwischen Gondel und Turm (11), Kühllufteinlässe, Mannlö-

cher und/oder Kranluken.

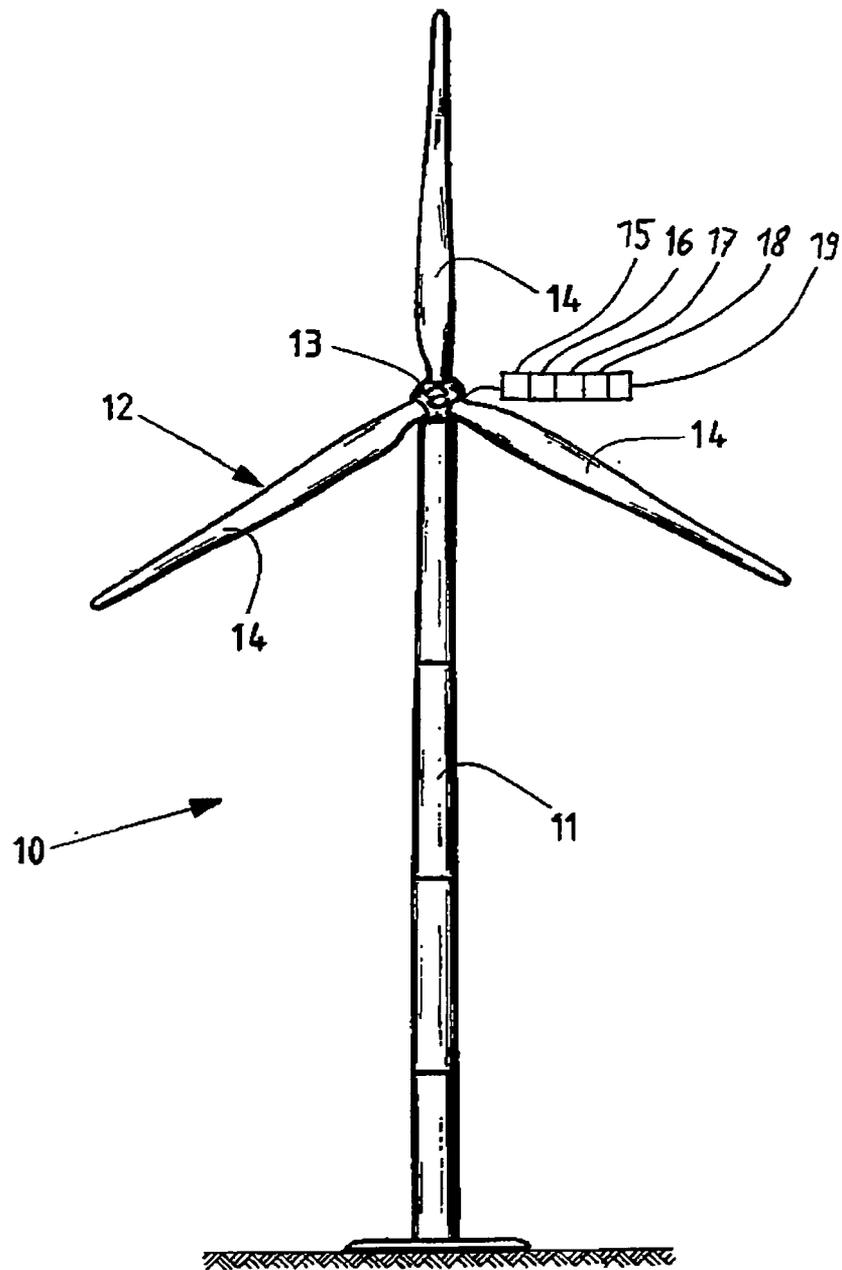


Fig. 1

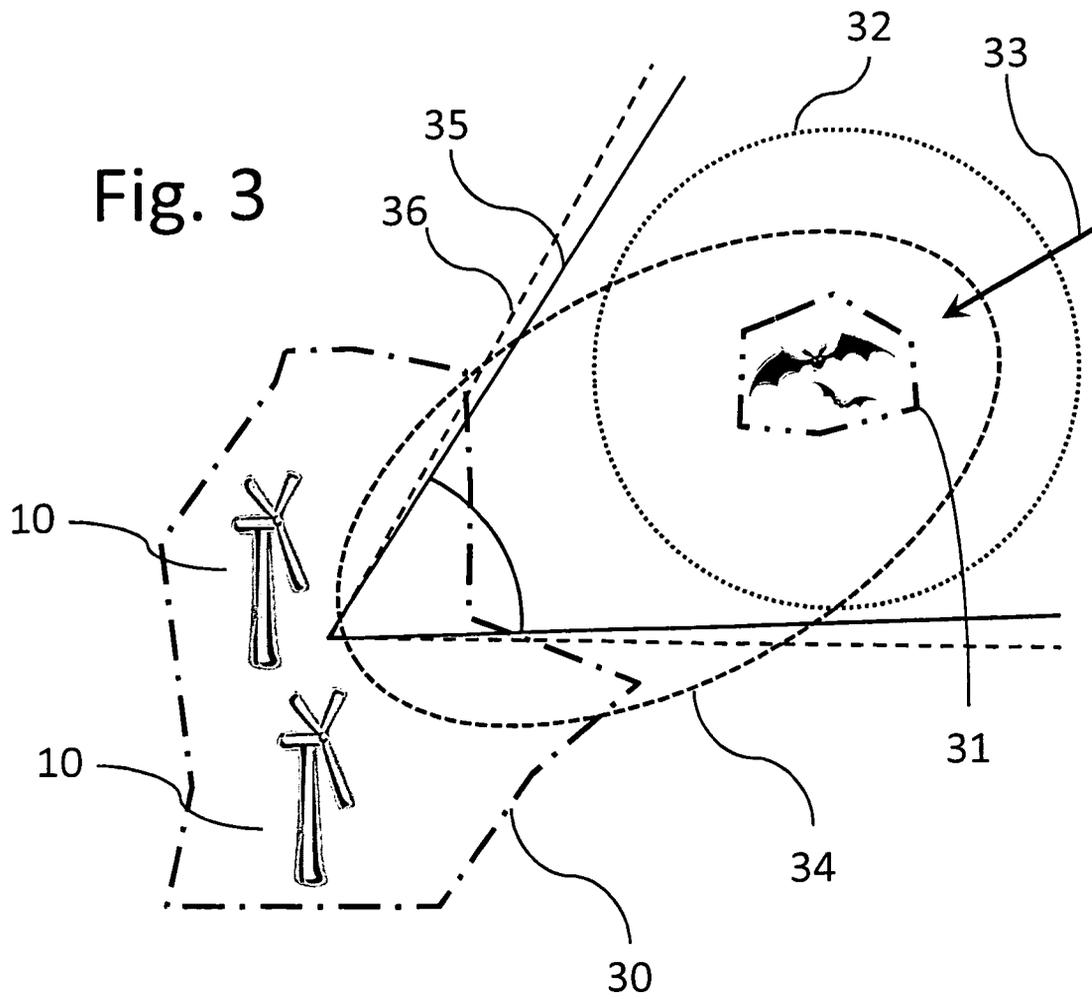
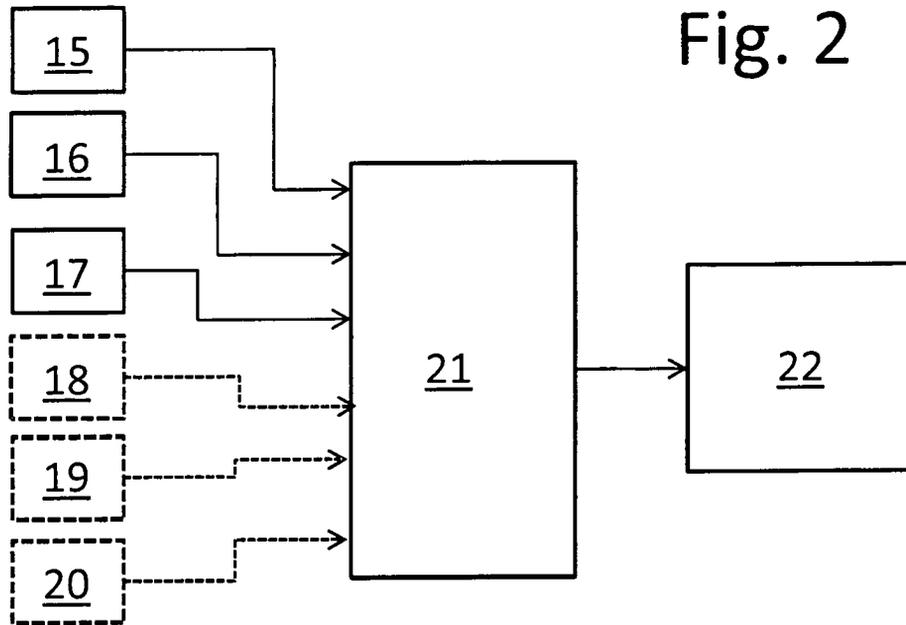


Fig. 4

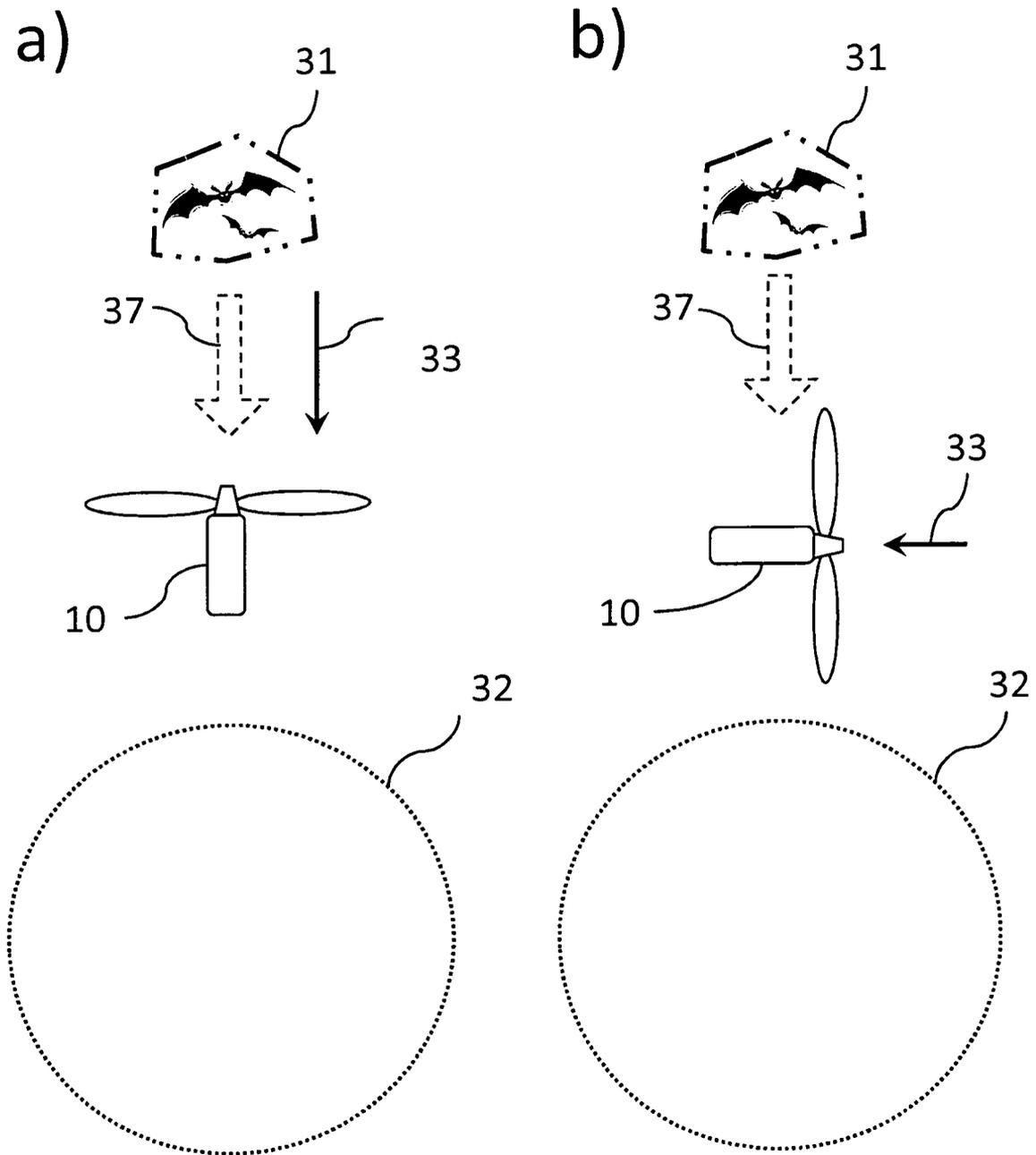
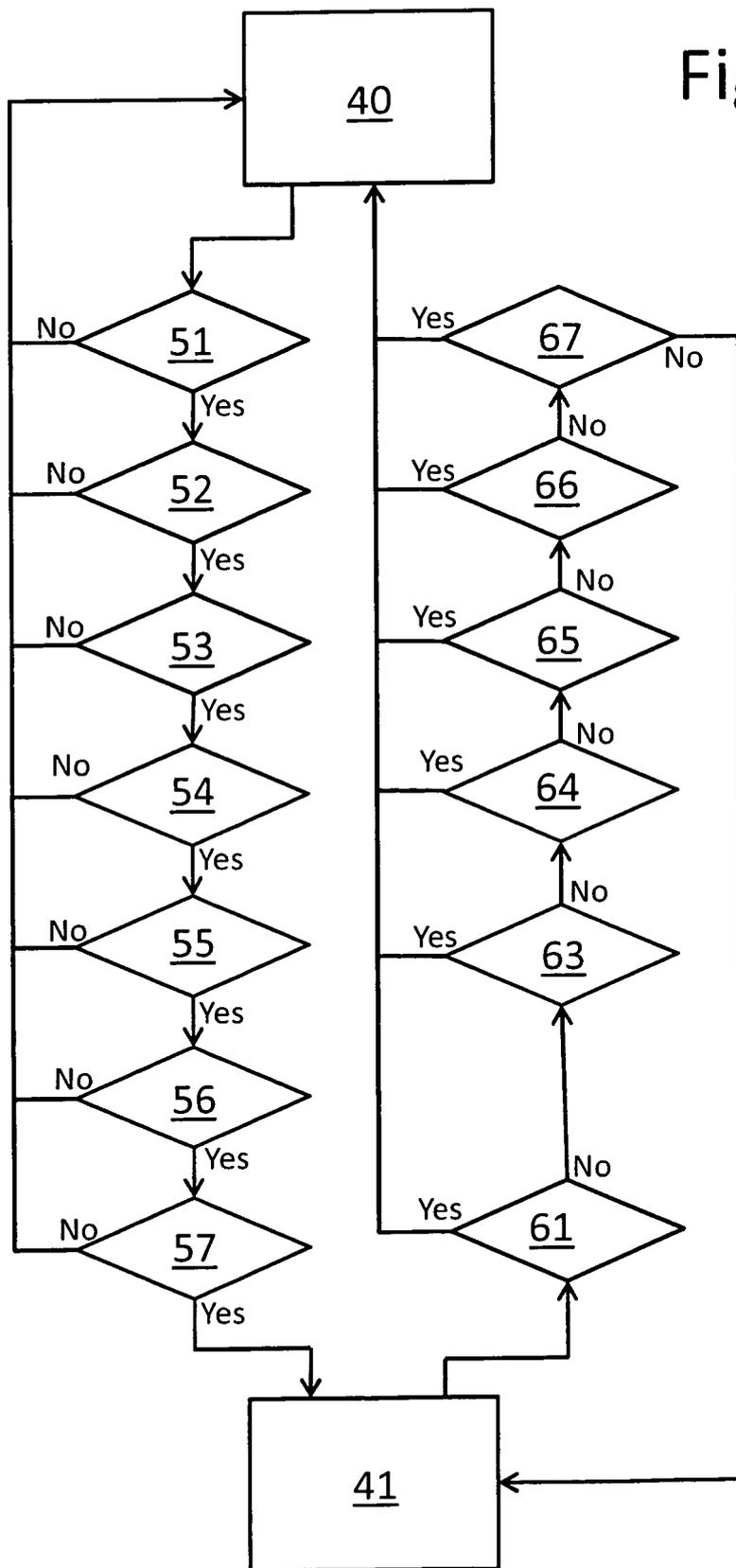


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/000519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F03D7/02 F03D7/04  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F03D  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2005 046860 A1 (DAUBNER & STOMMEL GBR BAU WERK [DE]) 5 April 2007 (2007-04-05) cited in the application abstract paragraph [0007] - paragraph [0011] paragraph [0015] paragraph [0024] figure 1	1-15
Y	DE 10 2007 025314 A1 (ENERPLAN PROJEKTENTWICKLUNG GM [DE]) 4 December 2008 (2008-12-04) paragraph [0007] paragraph [0016] paragraph [0021] - paragraph [0024] ----- -/--	1-7, 10-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  23 May 2012	Date of mailing of the international search report  31/05/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Westermayer, Philipp

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/000519

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2005 007471 A1 (BUI-NGOC THI [DE]; WEBER HANNES [DE]; HOFFMANN TILL [DE]) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0013] - paragraph [0021] -----	1,7-13, 15
A	DE 10 2007 004027 A1 (DAUBNER & STOMMEL GBR BAU WERK [DE]) 24 July 2008 (2008-07-24) abstract paragraph [0007] paragraph [0025] - paragraph [0029] -----	1-15
A	EP 2 065 595 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 3 June 2009 (2009-06-03) abstract paragraph [0024] paragraph [0050] -----	1-15
A	EP 2 028 371 A1 (FACHHOCHSCHULE KIEL [DE]) 25 February 2009 (2009-02-25) abstract sentence 17, paragraph 13 -----	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/000519
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005046860 A1	05-04-2007	AT 534818 T	15-12-2011
		CA 2624448 A1	12-04-2007
		DE 102005046860 A1	05-04-2007
		EP 1937966 A1	02-07-2008
		US 2008260531 A1	23-10-2008
		WO 2007038992 A1	12-04-2007
-----			
DE 102007025314 A1	04-12-2008	NONE	
-----			
DE 102005007471 A1	31-08-2006	NONE	
-----			
DE 102007004027 A1	24-07-2008	NONE	
-----			
EP 2065595	A2	03-06-2009	CN 101446261 A
			03-06-2009
		EP 2065595 A2	03-06-2009
		US 2009140862 A1	04-06-2009
-----			
EP 2028371	A1	25-02-2009	AT 528505 T
			15-10-2011
		DE 102007040036 A1	12-03-2009
		EP 2028371 A1	25-02-2009
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. F03D7/02 F03D7/04  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2005 046860 A1 (DAUBNER & STOMMEL GBR BAU WERK [DE]) 5. April 2007 (2007-04-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absatz [0007] - Absatz [0011] Absatz [0015] Absatz [0024] Abbildung 1	1-15
Y	DE 10 2007 025314 A1 (ENERPLAN PROJEKTENTWICKLUNG GM [DE]) 4. Dezember 2008 (2008-12-04) Absatz [0007] Absatz [0016] Absatz [0021] - Absatz [0024]	1-7, 10-15
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Mai 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Westermayer, Philipp

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2005 007471 A1 (BUI-NGOC THI [DE]; WEBER HANNES [DE]; HOFFMANN TILL [DE]) 31. August 2006 (2006-08-31) Absatz [0013] - Absatz [0021] -----	1,7-13, 15
A	DE 10 2007 004027 A1 (DAUBNER & STOMMEL GBR BAU WERK [DE]) 24. Juli 2008 (2008-07-24) Zusammenfassung Absatz [0007] Absatz [0025] - Absatz [0029] -----	1-15
A	EP 2 065 595 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 3. Juni 2009 (2009-06-03) Zusammenfassung Absatz [0024] Absatz [0050] -----	1-15
A	EP 2 028 371 A1 (FACHHOCHSCHULE KIEL [DE]) 25. Februar 2009 (2009-02-25) Zusammenfassung Satz 17, Absatz 13 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/000519

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005046860 A1	05-04-2007	AT 534818 T	15-12-2011
		CA 2624448 A1	12-04-2007
		DE 102005046860 A1	05-04-2007
		EP 1937966 A1	02-07-2008
		US 2008260531 A1	23-10-2008
		WO 2007038992 A1	12-04-2007
-----			
DE 102007025314 A1	04-12-2008	KEINE	
-----			
DE 102005007471 A1	31-08-2006	KEINE	
-----			
DE 102007004027 A1	24-07-2008	KEINE	
-----			
EP 2065595	A2 03-06-2009	CN 101446261 A	03-06-2009
		EP 2065595 A2	03-06-2009
		US 2009140862 A1	04-06-2009
-----			
EP 2028371	A1 25-02-2009	AT 528505 T	15-10-2011
		DE 102007040036 A1	12-03-2009
		EP 2028371 A1	25-02-2009
-----			