

(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
13. Dezember 2012 (13.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/168089 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 7/02 (2006.01) **F03D 11/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059769
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. Mai 2012 (24.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 077 129.8 7. Juni 2011 (07.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WOBBEN PROPERTIES GMBH** [DE/DE];
Dreerkamp 5, 26605 Aurich (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JEPSEN, Torsten**
[DE/DE]; Abraham-Wolffs-Straße 8, 26603 Aurich (DE).
- (74) Anwalt: **EISENFÜHR SPEISER & PARTNER;**
Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (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.

(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, 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)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A WIND ENERGY PLANT IN ICING CONDITIONS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WINDENERGIEANLAGE UNTER VEREISUNGSBEDINGUNGEN

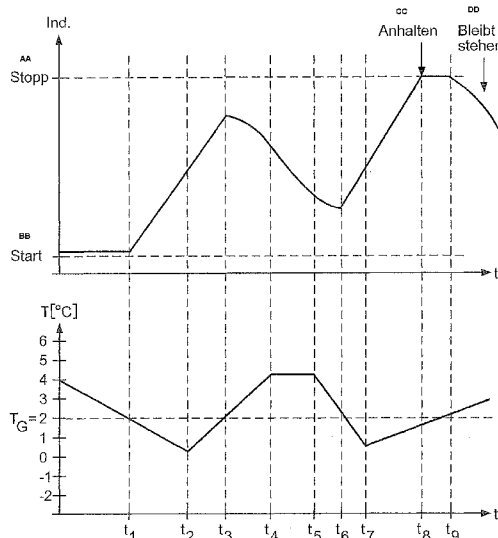


Fig. 4

FIG. 4:
AA Stop
BB Start
CC Come to a halt
DD Come to a stand-still

(57) Abstract: The present invention relates to a method for operating a wind energy plant (1), comprising a nacelle (2) having an electric generator for generating electric current, and an aerodynamic rotor (3) having one or more rotor blades (4), the rotor being coupled to the generator. The method comprises the steps of operating the wind energy plant (1) if ice build-up on the rotor blades (4) can be safely ruled out, and of stopping the wind energy plant (1), if ice build-up on the rotor blades (4) is detected, and time-delayed stopping and/or preventing a restart of the wind energy plant (1), if an ice build-up was not detected but is to be expected, and/or time-delayed restart of the wind energy plant (1) if a stop condition, which led to a shut-down of the wind energy plant (1), no longer applies, and an ice build-up was not detected, and an ice build-up or the formation of an ice build-up is not to be expected.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage (1) mit einer Gondel (2) mit einem elektrischen Generator zum Erzeugen elektrischen Stroms und einem mit dem Generator gekoppelten aerodynamischen Rotor (3) mit einem oder mehreren Rotorblättern (4), umfassend die Schritte Betreiben der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz an den Rotorblättern (4) sicher ausgeschlossen werden kann, und Anhalten der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz an den Rotorblättern (4) erkannt wird, und zeitverzögertes Anhalten bzw. Verhindern eines Wiederanlaufs der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



nicht erkannt wurde, aber zu erwarten ist, und/oder zeitverzögertes Wiederanlaufenlassen der Windenergieanlage (1) wenn eine Anhaltebedingung, die zum Anhalten der Windenergieanlage (1) geführt hat, wieder weggefallen ist, und ein Eisansatz nicht erkannt wurde und ein Eisansatz oder die Bildung eines Eisansatzes nicht zu erwarten ist.

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WINDENERGIEANLAGE
UNTER VEREISUNGSBEDINGUNGEN

Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage sowie eine entsprechende Windenergieanlage als auch einen Windpark mit mehreren Windenergieanlagen.

Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage sind allgemein bekannt und die
5 vorliegende Anmeldung geht insbesondere aus von einer Windenergieanlage gemäß Fig. 1, die eine Gondel mit Rotor und Rotorblättern an einer Nabe aufweist, wobei die Gondel drehbar auf einem Turm gelagert ist. Im Betrieb der Windenergieanlage wirkt der Wind auf die Rotorblätter und erzeugt dadurch eine Drehbewegung, die in der Gondel mittels eines Generators elektrische Energie erzeugt. Insbesondere wird von
10 Windenergieanlagen mit Rotorblättern mit verstellbarem Rotorblattwinkel, so genannte Pitch-geregelte Windenergieanlagen ausgegangen.

Bei Aufstellungsorten von Windenergieanlagen, bei denen auch Temperaturen um den Gefrierpunkt auftreten können, besteht die Gefahr, dass die Windenergieanlage, insbesondere die Rotorblätter vereisen. An Rotorblättern von Windenergieanlagen kann
15 es somit bei bestimmten Witterungsverhältnissen zur Bildung von Eis, Raureif oder Schneeablagerungen kommen. Voraussetzungen sind in der Regel eine hohe Luftfeuchtigkeit bzw. Regen oder Schneefall bei Temperaturen kurz unterhalb des Gefrierpunkts. Die häufigsten Vereisungstemperaturen liegen dabei im Bereich von -1°C bis -4°C . Über $+1^{\circ}\text{C}$ und unter -7°C tritt gewöhnlich keine Vereisung auf. Bei tieferen
20 Temperaturen ist die verfügbare Luftfeuchtigkeit in der Luft zu gering.

Während Eis- und Reifablagerungen Stärken erreichen können, von der bei Abwurf eine Gefährdung für Personen und Sachen ausgehen kann, stellen lose Schneeablagerungen, die sich bei Schneefall an an der Regel unbedeutenden Bereichen des Rotorblatts, wie z.B. dem Flansch anlagern, normalerweise keine Gefahr dar.

25 Problematisch bei Windenergieanlagen ist insbesondere die Gefahr durch einen Eiswurf bzw. Eisabwurf. Bei Betrieb einer Windenergieanlage mit vereisten Rotorblättern kann es durch das Abschleudern von Eisstücken zu einer Gefährdung der näheren Umgebung kommen. Bei Stillstand einer Windenergieanlage unterscheidet sich die Gefährdung

durch Ablösung von Schnee- und Vereisungsstücken der Windenergieanlage nicht wesentlich von der Gefährdung durch andere hohe Bauwerke.

Ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage unter Berücksichtigung der Möglichkeit einer Vereisung ist in der deutschen Offenlegungsschrift DE 103 23 785 A1 beschrieben. Dort werden Betriebsparameter wie beispielsweise die Leistung der Windenergieanlage abhängig von einer Randbedingung wie der Windgeschwindigkeit im Grunde mit Sollwerten verglichen, die bei der jeweiligen Windgeschwindigkeit auftreten. Aus Abweichungen zwischen dem erfassten Betriebsparameter und dem vorgesehenen Betriebsparameter lässt sich auf einen Eisansatz schließen und es können entsprechende Schutzmaßnahmen eingeleitet werden, insbesondere gehört hierzu das Anhalten der Windenergieanlage.

Dieser Vorgehensweise liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein Eisansatz an den Rotorblättern die Aerodynamik der Blätter und damit des Rotors beeinflusst, wodurch sich Abweichungen im Anlagenverhalten ergeben. Diese werden durch den beschriebenen Vergleich der Betriebsparameter erkannt und ausgewertet.

Problematisch hierbei ist, dass diese Art der Fassung einen möglichst stationären, stabilen und möglichst gleichmäßigen Betrieb der Windenergieanlage voraussetzt.

Bei Schwachwind, der etwa bei Windgeschwindigkeiten unterhalb von 3 oder 4 m/s angenommen wird, liegen solche idealen Bedingungen aber häufig nicht vor. Bei Starkwind, der meist bei Windgeschwindigkeiten ab 20 m/s oder 25 m/s angenommen wird, ist die Empfindlichkeit solcher bekannter Verfahren oft nicht ausreichend. Entsprechend sind etwaige Eisansatzauswertungen nicht sehr verlässlich oder sogar unmöglich.

Ein ähnliches Problem ergibt sich, wenn die Windenergieanlage zum Stillstand gekommen ist, weil im Stillstand keine Betriebsparameter sinnvoll mit vorgegebenen Betriebsparametern verglichen werden können. Dabei kann die Windenergieanlage aus ganz unterschiedlichen Gründen zum Stillstand gekommen sein. Hierzu gehört ein Anhalten aufgrund zu schwachen Windes, ein Anhalten aufgrund zu starken Windes, ein Anhalten zu Wartungszwecken und auch ein Anhalten aufgrund eines Netzausfalls des angeschlossenen elektrischen Stromnetzes, in das die Windenergieanlage einspeist und aus dem die Windenergieanlage Energie zum Aufrechterhalten ihrer Betriebsführung

entnimmt. Im Übrigen kommt auch ein Anhalten der Windenergieanlage aufgrund eines erkannten Eisansatzes in Betracht.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, wenigstens eines der oben genannten Probleme zu adressieren. Insbesondere soll eine Eisansatzerkennung bzw.
5 Eiserkennung verbessert werden, so dass auch außerhalb eines bisher sicheren Erkennungsbereichs einer Windenergieanlage eine Eisansatzerkennung durchgeführt werden kann. Zumindest soll aber eine alternative Ausführung gefunden werden.

Erfindungsgemäß wird somit ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen.

10 Demnach wird eine Windenergieanlage mit einer Gondel mit einem elektrischen Generator zum Erzeugen elektrischen Stroms und einem mit dem Generator gekoppelten aerodynamischen Rotor mit einem oder mehreren Rotorblättern zugrunde gelegt.

Eine solche Windenergieanlage wird in grundsätzlich bekannter Art und Weise betrieben, wobei sich nämlich der Rotor dreht wenn ein Eisansatz an den Rotorblättern sicher
15 ausgeschlossen werden kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Umgebungstemperatur hoch, insbesondere deutlich über +2°C ist. Aber auch bei Niedrigtemperaturen um den Gefrierpunkt wird ein Eisansatz ausgeschlossen, wenn die Betriebsparameter im Betrieb der Windenergieanlage den jeweils zu erwartenden Wert aufweisen. Das bedeutet insbesondere, dass im Teillastbereich, wenn also nicht genug
20 Wind zum Betreiben der Windenergieanlage mit Nennleistung zur Verfügung steht, die von der Windenergieanlage erzeugte Leistung der bei der vorherrschenden Windgeschwindigkeit erwarteten Leistung entspricht. Im Volllastbereich, wenn also aufgrund des vorherrschenden Windes die Windenergieanlage mit Nennleistung betrieben werden kann, bedeutet dies, dass bei einer Pitch-geregelten
25 Windenergieanlage der eingestellte Rotorblattwinkel dem bei der vorherrschenden Windgeschwindigkeit zu erwartenden Rotorblattwinkel entspricht.

Wird hingegen ein Eisansatz an den Rotorblättern erkannt, so wird die Windenergieanlage angehalten. Ein Eisansatz wird beispielsweise dadurch erkannt, dass bei Vorliegen einer Umgebungstemperatur, die einen Eisansatz möglich macht, nämlich
30 insbesondere bei einer Umgebungstemperatur unter +2°C, Abweichungen zwischen der tatsächlichen und der erwarteten Leistung bzw. Abweichungen zwischen dem

tatsächlichen und dem erwarteten Rotorblattwinkel vorliegen, die auf einen Eisansatz schließen lassen. Im Teillastbereich ist dies üblicherweise dann der Fall, wenn die tatsächliche Leistung deutlich unter der erwarteten Leistung liegt, weil davon auszugehen ist, dass der Eiseinsatz den Wirkungsgrad der Windenergieanlage verringert. Also das

5 Verhältnis der von der Windenergieanlage erzeugten elektrischen Leistung zu der im vorherrschenden Wind bereitgestellten Leistung. Eine andere Erkennungsmethode eines Eisansatzes ist z.B. die Überwachung der Eigenfrequenz der Rotorblätter im Betrieb. Auch das basiert auf Voraussetzungen, die nicht immer ausreichend vorliegen. Es sind noch weitere Verfahren bekannt, die ebenfalls an ihre Grenzen stoßen können. Hierzu

10 gehört, um ein weiteres Beispiel zu nennen, ein optisches Verfahren, dass bei Nebel oder nachts schlecht einsetzbar ist.

Wenn nun ein Eisansatz nicht erkannt wurde, aber zu erwarten ist, als nicht auszuschließen ist, wird vorgeschlagen, die Windenergieanlage zeitverzögert anzuhalten. Es wurde oben beschrieben, wann ein Eisansatz erkannt wird. Zu erwarten ist er

15 insbesondere dann, wenn die Umgebungstemperatur unterhalb einer Grenztemperatur liegt, insbesondere unterhalb von $+2^{\circ}\text{C}$. Zwar dürfte sich bei $+2^{\circ}\text{C}$ noch kein Eis bilden, aber um Risiken durch eine Nichterkennung oder Nichtberücksichtigung eines möglichen Eisansatzes auszuschließen, wird vorgeschlagen, diesen relativ hohen Wert von $+2^{\circ}\text{C}$ zugrunde zu legen. Hierdurch wird auch berücksichtigt, dass Messunsicherheiten

20 auftreten können, dass die Temperaturmessung nicht unmittelbar am potentiellen Ort der Vereisung erfolgt und auch, dass durch Strömungsbedingungen die Temperatur beeinflusst wird, Alternativ kann auch ein anderer Wert, insbesondere ein Grenzwert von $+1^{\circ}\text{C}$ oder $+3^{\circ}\text{C}$ oder $+4^{\circ}\text{C}$ angesetzt werden.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass ein Anhalten der Windenergieanlage im Falle

25 eines nicht erkannten, aber zu erwartenden oder nicht auszuschließenden Eisansatzes die Sicherheit für Personen und Sachen im Bereich der Windenergieanlage erhöht, wobei die sich ergebenden Ertragseinbußen verhältnismäßig gering ausfallen, gemessen an der Gesamtjahresleistung der Windenergieanlage. Dies liegt insbesondere daran, dass ein solches Anhalten bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten erfolgt, die aber selten

30 auftreten, oder bei sehr geringen Windgeschwindigkeiten auftreten, bei denen ohnehin wenig Ertrag erbracht werden kann.

Erfindungsgemäß wurde zudem auch erkannt, dass es erst bei stärkeren Eisdicken zum Abschleudern einzelner Eisstücke kommt und daher ein Anhalten bzw. Verhindern eines

Wiederanlaufs der Windenergieanlage nicht sofort erfolgen muss und vielmehr zeitverzögert erfolgen kann. Hierdurch werden etwaige Ertragseinbußen verringert, mitunter signifikant verringert.

5 Dabei können das Anhalten der Windenergieanlage und das Verhindern eines Wiederanlaufs unter den gleichen Voraussetzungen vorgenommen werden. Ein zeitverzögertes Verhindern eines Wiederanlaufs der Windenergieanlage kann dabei bedeuten, dass eine angehaltene Windenergieanlage aufgrund der Zeitverzögerung zunächst nicht am Wiederanlauf gehindert wird. Sie läuft also wieder an und gegebenenfalls kommt sie dann – innerhalb der Zeitverzögerung – in einen Arbeitspunkt, 10 in dem es möglich ist, einen Eisansatz sicher, insbesondere sicherer als im Stillstand, zu erkennen. Gelingt es hierbei, sicher zu erkennen, dass kein Eisansatz vorliegt, hat diese Zeitverzögerung im Ergebnis dazu geführt, dass die Windenergieanlage wieder angelaufen ist und normal arbeitet und entsprechenden Ertrag bringt. Ohne Zeitverzögerung hätte die Gefahr bestanden, dass die Anlage nicht anläuft, eine 15 Eisfreiheit nicht erkannt würde und die Anlage somit zunächst dauerhaft im Stillstand verbleiben würde.

In der vorliegenden Anmeldung ist unter einem Anhalten einer Windenergieanlage – sofern es nicht anders deutlich gemacht wird – zu verstehen, dass diese den Rotor stoppt, allenfalls im Trudelbetrieb laufen lässt. Das Betriebsführungssystem bleibt hierbei 20 jedoch in Betrieb, es sei denn, es treten weitere Störungen wie beispielsweise ein Netzausfall hinzu, die ein Aufrechterhalten des Betriebsführungssystems verhindern. Bei Netzausfall werden Zustandsdaten bis zur Netzzückkehr gespeichert.

Die Zeitverzögerung kann beispielsweise von dem Zeitpunkt aus starten bzw. diesen Zeitpunkt berücksichtigen, an dem ein Eisansatz zu erwarten war bzw. nicht 25 ausgeschlossen werden konnten. Insbesondere kann die Zeitverzögerung in dem Moment beginnen, wenn die Umgebungstemperatur unter eine Grenztemperatur fällt.

Zusätzlich oder alternativ wird vorgeschlagen, dass eine angehaltene Windenergieanlage zeitverzögert wieder anläuft, wenn eine Anhaltebedingung – z.B. wegen Schattenwurfs, wegen einer Schwingungsüberwachung oder auch manuell wie z.B. zur Wartung – die 30 zum Anhalten der Windenergieanlage geführt hat, wieder weggefallen ist, und ein Eisansatz weder erkannt wurde noch zu erwarten bzw. nicht auszuschließen ist. Die Zeitverzögerung beginnt insbesondere zu dem Zeitpunkt bzw. berücksichtigt einen

solchen Zeitpunkt, an dem die Bedingung vorliegt, dass ein Eisansatz nicht erkannt wurde und nicht zu erwarten ist. Das kann bedeuten, dass vor diesem Zeitpunkt ein Eisansatz zu erwarten war oder sogar vorlag. Es kann aber auch bedeuten, dass vor diesem Zeitpunkt unklar war, was für eine Situation vorliegt. Die Zeitverzögerung wird
5 somit vorgeschlagen, um zu berücksichtigen, dass obwohl ein Eisansatz nicht erkannt wurde und nicht zu erwarten ist, noch Resteis vorhanden sein könnte. Mitunter deuten die beobachteten Bedingungen nur darauf hin, dass die Bildung eines Eisansatzes nicht zu erwarten ist, über das Vorhandensein eines Eisansatzes aber nur schwierig oder gar keine Aussage gemacht werden kann. Insbesondere liegt eine solche Bedingung vor,
10 wenn Umgebungstemperaturen über, insbesondere geringfügig über einer Grenztemperatur wie beispielsweise 2°C liegt. Bei einer höheren Temperatur, insbesondere über 2°C ist mit einer Eisbildung nicht zu rechnen. Lag aber bis vor kurzem ein Eisansatz vor, kann dieses möglicherweise noch zumindest zu einem Teil vorhanden sein. Insbesondere für diesen Fall führt die Zeitverzögerung dazu, dass etwaige
15 Eisansatzreste abtauen können.

Gemäß einer Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass das Anhalten bzw. Verhindern des Wiederanlaufs der Windenergieanlage und auch oder alternativ das Wiederanlaufenlassen der Windenergieanlage abhängig von einem Eisverdachtsindikator erfolgt. Der Eisverdachtsindikator, der auch einfach als Indikator bezeichnet werden
20 kann, bildet ein Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes und wird entsprechend bestimmt bzw. verändert. Der Eisverdachtsindikator wird dabei so bestimmt oder verändert, dass er einen Hinweis auf eine Wahrscheinlichkeit geben kann bzw. so verwendet wird, ohne dass er einen Wahrscheinlichkeitswert im mathematischen Sinne darstellen muss. Nachfolgend wird der Eisverdachtsindikator insbesondere so erläutert,
25 dass ein großer Wert auf eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes und ein geringer Wert auf eine geringe Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes hindeutet. Der Fachmann kann anhand der erfindungsgemäßen Lehre dies genauso gut umgekehrt vorsehen und umsetzen.

Der Eisverdachtsindikator wird vorzugsweise abhängig von Betriebsparametern und/oder
30 abhängig von Umgebungsbedingungen bestimmt und kann abhängig von diesen auch verändert werden. Vorzugsweise wird die Zeit berücksichtigt. Es ist somit günstig, wenn der Eisverdachtsindikator so verändert wird, dass er von vorherigen Werten abhängt und davon, wie lange diese zurückliegen und/oder wie lange diese bereits andauert haben.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Eisverdachtsindikator als Zähler ausgebildet. Hierunter fällt insbesondere eine Ausführung, bei der der Eisverdachtsindikator als in einem Prozessrechner implementierte Variable ausgeführt ist, die ihren Wert im Grunde innerhalb vorgegebener Grenzen beliebig erhöhen und verringern kann.

- 5 Entsprechend ist bei einer Ausführungsform vorgesehen, dass der Eisverdachtsindikator seinen Wert in eine erste Richtung verändert, insbesondere erhöht, wenn Umgebungsbedingungen und/oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage einen Eisansatz begünstigen und/oder auf einen Eisansatz hindeuten, insbesondere wenn die Umgebungstemperatur unter einer Grenztemperatur liegt. Diese Veränderung erfolgt
10 insbesondere zeitabhängig, so dass sich der Wert mit zunehmender Zeit sukzessive oder kontinuierlich verändert. Wenn also insbesondere die Umgebungstemperatur unter einer Grenztemperatur wie $+2^{\circ}\text{C}$ liegt, nimmt dieser Wert mit der Zeit immer weiter zu, bis er einen so hohen Wert erreicht hat, der als Grenzwert hinterlegt sein kann und als Anhaltgrenzwert bezeichnet werden kann, bei dem die Windenergieanlage angehalten
15 wird bzw. bei der die Windenergieanlage an einem Wiederanlauf gehindert wird. Befindet sich die Windenergieanlage beispielsweise in einem Zustand, in dem aufgrund vergangener Werte davon auszugehen ist, dass kein Eisansatz vorliegt und wechselt die Gesamtsituation zu Bedingungen, unter denen ein Eisansatz nicht mehr ausgeschlossen werden kann, so beginnt der Zähler sich langsam zu erhöhen. Bis er den
20 Anhaltgrenzwert erreicht hat – falls er ihn überhaupt erreicht – vergeht eine Zeit, die auch von der Schnelligkeit der Erhöhung dieses Zählers abhängt.

- Zusätzlich oder alternativ wird vorgeschlagen, dass der Zähler seine Werte in eine zweite Richtung verändert, insbesondere nämlich verringert, wenn Umgebungsbedingungen oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage darauf hindeuten oder begünstigen,
25 dass ein Eisansatz nicht vorliegt oder sich reduziert, insbesondere wenn die Umgebungstemperatur über der Grenztemperatur liegt.

- Liegt also beispielsweise eine Situation vor, bei der von einem Eisansatz auszugehen ist oder dieser erfasst wurde, oder die Situation unklar ist, und ändert sich die Situation in eine Situation, bei der ein Eisansatz oder zumindest eine Eisansatzentstehung
30 ausgeschlossen werden kann, so wird der Wert des Eisverdachtsindikators, also der Zählerwert allmählich mit der Zeit verringert. Er wird verringert, bis ein unterer Zählergrenzwert erreicht wird, insbesondere ein Wiederanlaufgrenzwert.

Die oben beschriebenen Vorgänge des Erhöhen oder Verringerns des Eisverdachtsindikators können einige Stunden bis hin zu 10 Stunden oder sogar länger dauern. In dieser Zeit kann sich eine Situation, die auf die Möglichkeit einer Eisbildung hindeutet und ein Erhöhen des Zählers zur Folge hat, in eine Situation ändern, in der von einer Verringerung eines Eisansatzes, insbesondere von einem Abtauen, ausgegangen werden kann oder in der sichere Werte vorliegen, die einen Eisansatz ausschließen lassen. Der Wert des Eisverdachtsindikators bzw. des Zählers wird dabei wieder verringert. Ebenso kann eine umgekehrte Situation auftreten, bei der der Zähler wieder hochgezählt wird. Situationsbedingt ändert sich somit die Richtung, in der sich der Wert des Eisverdachtsindikators ändert. Dadurch wird jeweils die zurückliegende Situation berücksichtigt. Es wird vorzugsweise also ein und derselbe Zähler für das Erhöhen und Verringern verwendet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass eine Veränderung des Wertes, also des Wertes des Eisverdachtsindikators als Zähler, mit einer von den Umgebungsbedingungen und/oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage abhängigen Geschwindigkeit erfolgt. Demnach erhöht oder verringert sich der Wert also nicht mit der Zeit immer gleich, sondern berücksichtigt auch eine differenziertere Betrachtungsweise der vorliegenden Bedingungen.

Vorzugsweise wird dabei der Wert bei vorherrschendem Schwachwind, also insbesondere Wind mit Windgeschwindigkeiten unter 4 m/s, langsamer erhöht, als bei vorherrschendem Starkwind, nämlich insbesondere bei Windgeschwindigkeiten von über 20 m/s, wenn die Anlage betrieben wird. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich bei sehr hohen Anströmgeschwindigkeiten am Rotorblatt, bedingt durch den Betrieb der Anlage bei hohen Windgeschwindigkeiten ein Eisansatz schneller bilden kann und somit die Zeit, bis die Windenergieanlage angehalten wird, kürzer sein sollte. Dies kann durch das schnellere Ansteigen des Wertes des Eisverdachtsindikators berücksichtigt werden, der somit schnell einen Anhaltgrenzwert erreicht. Es besteht aber auch die Möglichkeit, eine größere Zeitverzögerung bei vorherrschendem Schwachwind anderweitig als durch den Eisverdachtsindikator als Zähler zu realisieren, wie z.B. durch eine Referenztafel bzw. Look-Up-Tabelle.

Vorzugsweise wird eine Erhöhung des Wertes des Eisverdachtsindikators auch dann langsamer als bei Betrieb der Anlage bei vorherrschendem Starkwind vorgenommen, wenn die Windenergieanlage aufgrund eines automatischen Anlagenstopps wie bei

Schattenwurfabschaltung oder Windmangel oder bei manuellem Anlagenstopp wie z.B. für Wartung angehalten wurde, unabhängig von der vorherrschenden Windgeschwindigkeit.

5 Eine weitere Ausführungsform schlägt vor, zusätzlich oder alternativ den Wert des Eisverdachtsindikators als Zähler je langsamer zu verringern, je geringer die Umgebungstemperatur ist, insbesondere den Wert proportional zu einem Integral zu verringern, das aus der Zeit über eine Differenz der Umgebungstemperatur zur Grenztemperatur gebildet wird.

10 Daraus ergibt sich eine Zeitverzögerung, die umso geringer ist, je größer die Umgebungstemperatur ist. Mit anderen Worten kann die Windenergieanlage umso eher wieder anlaufen, umso wärmer es ist. Die Windenergieanlage mit einer umso geringeren Zeitverzögerung wieder anlaufen zu lassen, je größer die Umgebungstemperatur ist, kann auch anders als durch die Verwendung des Eisverdachtsindikators als Zähler umgesetzt werden. Beispielsweise kann eine Tabelle, ein so genannter Look-up-Table, 15 vorgesehen sein, die Zeitverzögerungswerte für bestimmte Umgebungstemperaturen bereithält.

Eine weitere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage an ein elektrisches Netz gekoppelt ist und im Falle eines Netzausfalls die Windenergieanlage angehalten wird und bei Netzwiederkehr, wenn also der Netzausfall 20 behoben ist, ein Wiederanlaufen der Windenergieanlage abhängig von einer Bemessungstemperatur erfolgt, die von der Umgebungstemperatur bei Netzausfall und der Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr abhängt. Hier liegt der Gedanke zugrunde, dass für die Dauer des Netzausfalls, nämlich vom Beginn des Netzausfalls bis zur Netzwiederkehr Informationen zu Betriebsparametern und Umgebungsbedingungen, 25 insbesondere der Umgebungstemperatur nicht oder nur eingeschränkt vorliegen. Um die Möglichkeit eines Eisansatzes nach Ende des Netzausfalls besser einschätzen zu können, wird ein Temperaturwert für die Umgebungstemperatur zugrunde gelegt, der von der Temperatur bei Netzwiederkehr, also der aktuellen Temperatur, und der letzten erfassten Umgebungstemperatur vor bzw. zu Beginn des Netzausfalls abhängt.

30 Vorzugsweise wird die Bemessungstemperatur als Mittelwert aus der Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls und der Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr berechnet, wenn der Netzausfall nicht mehr als eine erste Ausfallzeit,

insbesondere nicht mehr als zwei Stunden beträgt. Hier liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Umgebungstemperatur nicht zu schnell ändert und bei kleinen Ausfallzeiten eine Betrachtung der Umgebungstemperatur vor und nach Netzausfall bereits sinnvolle Informationen für die Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes liefern können. Beträgt
5 beispielsweise die Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr 2°C, ist ein Eisansatz wahrscheinlich, wenn die Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls deutlich darunter lag, wohingegen ein Eisansatz unwahrscheinlich ist, wenn die Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls deutlich darüber lag.

Günstig ist es, bei längerem Netzausfall zur Bestimmung der Bemessungstemperatur, die
10 auch als berechnete Temperatur bezeichnet werden kann, einen Temperatur-Sicherheitswert vorzusehen. So wird vorgeschlagen, die Bemessungstemperatur bei längerem Netzausfall, insbesondere bei Netzausfall über zwei Stunden, um 2 K zu verringern.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Windenergieanlage in einem Windpark angeordnet
15 und wird angehalten, wenn wenigstens eine weitere Windenergieanlage dieses Windparks wegen Eisansatz oder Verdacht auf Eisansatz angehalten wird. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich Windenergieanlagen jedenfalls hinsichtlich Eisansatz in demselben Park etwa ähnlich verhalten, weil insbesondere die Umgebungsparameter, wie Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit ähnlich sind. Dem
20 liegt aber auch die Erkenntnis zugrunde, dass zwar ein Eisansatz einer Windenergieanlage im Park nicht zwangsläufig bedeuten muss, dass auch alle anderen Windenergieanlagen im Park einen Eisansatz aufweisen, dass aber die Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes bei den übrigen Windenergieanlagen desselben Parks hoch ist. Fehlprognosen dürften somit nur selten auftreten und sich damit im
25 Gesamtertrag der Windenergieanlage über das Jahr kaum niederschlagen, wobei die Sicherheit, nämlich die Verhinderung eines Eisabwurfs mitunter signifikant erhöht werden kann.

Vorzugsweise wird eine Windenergieanlage, die wegen erkanntem Eisansatz oder Verdacht darauf angehalten wurde, ihre Gondel so ausrichten, dass ein möglichst großer
30 Abstand zu durch Eisfall gefährdeten Bereichen, insbesondere zu Verkehrswegen und Gegenständen eingehalten wird. So wird nicht nur die Gefahr durch Eisabwurf verringert, sondern auch die Gefahr durch reinen Eisfall, wie er grundsätzlich auch bei anderen hohen Bauwerken auftreten kann.

Vorzugsweise wird eine Windenergieanlage verwendet, die einen beheizbaren Windsensor zur Messung der Windgeschwindigkeit aufweist und diesen zumindest im Falle eines Verdachts auf Eisansatz beheizt. Beispielsweise kann ein so genanntes Ultraschallanemometer verwendet werden. Somit soll auch für den Fall einer Eisbildung, 5 die nicht nur an den Rotorblättern, sondern beispielsweise auch an dem Anemometer auftreten kann, für eine weiterhin verlässliche Messung der Windgeschwindigkeit gesorgt. Dementsprechend können dann weiterhin auch Eisansatzerkennungen, die eine verlässliche Windgeschwindigkeit benötigen, eingesetzt werden.

Vorzugsweise wird vorgeschlagen, einen Eissensor zu verwenden, der unmittelbar einen 10 Eisansatz an der Windenergieanlage, insbesondere an einem oder mehreren der Rotorblätter misst. Eine solche Messung kann die oben beschriebenen Eiserkennungen ergänzen. Es ist zu beachten, dass die Verwendung eines Eissensors zunächst entsprechende Investitionskosten bedingt. Diese können sich gegebenenfalls schnell amortisieren, wenn aufgrund einer eindeutigen Aussage eines solchen Eissensors 15 darüber, dass kein Eisansatz vorliegt, die Windenergieanlage betrieben werden kann, obwohl sie ansonsten vorsichtshalber hätte angehalten werden müssen.

Vorzugsweise kann in einem Windpark vorgesehen sein, nur einige oder eine der Windenergieanlagen mit einem solchen Eissensor auszustatten und daraus gewonnene Erkenntnisse über einen Eisansatz an andere Windenergieanlagen im Park zu 20 übertragen, die nicht über einen Eissensor verfügen. Hierdurch können die Kosten für einen Eissensor auf mehrere Anlagen aufgeteilt werden. Vorzugsweise werden durch einen Eissensor gewonnene Erkenntnisse über einen Eisansatz zusammen mit den jeweils vorherrschenden Umgebungs- und/oder Betriebsbedingungen der jeweiligen Windenergieanlage ausgewertet, insbesondere abgespeichert, um eine Vorhersage eines 25 Eisansatzes zu verbessern, insbesondere für die jeweilige Windenergieanlage zu individualisieren. Eine Eisansatzerkennung kann somit an Anlagentyp und Aufstellungsort jeweils angepasst werden, insbesondere durch ein entsprechendes lernfähiges Programm.

Nachfolgend wird die Erfindung exemplarisch anhand von Ausführungsbeispielen unter 30 Bezugnahme auf die begleitenden Figuren näher erläutert.

Fig. 1: zeigt eine Windenergieanlage in einer perspektivischen Darstellung.

Fig. 2: zeigt den Verlauf eines Eisverdachtsindikators für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten.

Fig. 3: zeigt den Verlauf eines Eisverdachtsindikators für zwei unterschiedliche Umgebungstemperaturen.

5 Fig. 4: veranschaulicht den Verlauf eines Eisverdachtsindikators einer Ausführungsform in Abhängigkeit eines beispielhaften Temperaturverlaufs.

Fig. 1 zeigt eine Windenergieanlage 1 mit einer Gondel 2, einem aerodynamischen Rotor 6, mit Rotorblättern 4, mit einem Spinner 5 und einem Turm 6.

10 In der Fig. 2 ist der Verlauf des Eisverdachtsindikators, nämlich dessen Wert, über die Zeit für zwei Beispiele aufgetragen. Demnach wird unterschieden zwischen vorherrschenden Windgeschwindigkeiten, die als Starkwind bezeichnet werden können, einerseits und welchen, die als Schwachwind bezeichnet werden können, andererseits. Fig. 2 betrifft in beiden Beispielen den Fall, dass die Windenergieanlage in Betrieb ist und der Rotor der Windenergieanlage sich dreht, die Anlage also nicht angehalten ist. Zum
15 Zeitpunkt $t_1 = 0$ tritt ein Ereignis ein, das ein Hochzählen des Eisverdachtsindikators auslöst. Dies kann beispielsweise sein, dass die Umgebungstemperatur unter eine Grenztemperatur absinkt. Es kommt aber beispielsweise auch in Betracht, dass die Temperatur bereits unter der Grenztemperatur liegt und die vorherrschende Windgeschwindigkeit auf einen Wert fällt, so dass von einer Schwachwindsituation
20 ausgegangen werden muss, oder dass die vorherrschende Windgeschwindigkeit auf einen Wert steigt, dass von einer Starkwindsituation ausgegangen werden muss.

Auf den Wert des Eisverdachtsindikators vor dem Zeitpunkt t_1 kommt es nicht an. Dieser kann beispielsweise den Wert 0 aufweisen, oder dem Eisverdachtsindikator wird zum Zeitpunkt t_1 überhaupt erst ein Wert zugewiesen.

25 Der Anfangswert des Eisverdachtsindikators kann auch als ein Wert angesehen werden, der zum Wiederanlaufen der Windenergieanlage in einem anderen Fall führt. Darauf kommt es in dem in Fig. 2 gezeigten Fall aber nicht an, so dass der Wert "Start" nur in Klammern gezeigt ist.

Jedenfalls liegt zum Zeitpunkt t_1 eine Bedingung vor, aufgrund der der Eisverdachtsindikator kontinuierlich mit der Zeit erhöht wird. Die Erhöhung erfolgt für vorherrschenden Starkwind schneller als für vorherrschenden Schwachwind. Somit erreicht der Eisverdachtsindikator bei vorherrschendem Starkwind bereits zum Zeitpunkt

5 t_2 einen Wert, bei dem die Windenergieanlage angehalten wird. Dieser Wert ist in der Fig. 2 durch die waagrechte gestrichelte und mit Stopp bezeichnete Linie gekennzeichnet. Im Beispiel erreicht der Eisverdachtsindikator bei vorherrschendem Starkwind das Kriterium zum Anhalten der Windenergieanlage nach 2 Stunden. Im Falle des Schwachwindes wird das Kriterium zum Anhalten der Windenergieanlage erst zum

10 Zeitpunkt t_3 erreicht, der im Beispiel 10 Stunden beträgt.

Fig. 2 ist eine vereinfachte Darstellung, die im Wesentlichen davon ausgeht, dass die vorherrschenden Randbedingungen im Wesentlichen stationär sind.

Fig. 3 zeigt ebenfalls zwei beispielhafte Verläufe des Eisverdachtsindikators, aber für die Situation, dass die Windenergieanlage steht. Zum Zeitpunkt t_1 , der vereinfachend als 0

15 angegeben wird, liegen Kriterien vor, die dazu führen, dass der Eisverdachtsindikator verringert wird. Auch hier kommt es zunächst auf seinen Anfangswert nicht an und er kann dem Fall entsprechen, bei dem die Anlage angehalten wurde, weswegen an der Ordinate "Stopp" in Klammern dargestellt ist. Das Verringern, das auch als Herunterzählen bezeichnet werden kann, des Eisverdachtsindikators ist abhängig von

20 einer Differenztemperatur, nämlich der aktuellen Umgebungstemperatur zu einer Grenztemperatur, wobei die Umgebungstemperatur größer sein muss als die Grenztemperatur. Diese Differenztemperatur ist in der Fig. 3 als ΔT angegeben. Der Darstellung liegt die Annahme zugrunde, dass stationäre Verhältnisse vorliegen, insbesondere dass die Differenztemperatur ΔT im einen Fall konstant auf 3 K und im

25 anderen gezeigten Fall konstant auf 1 K ist.

Der Wert des Eisverdachtsindikators wird gemäß Fig. 3 entsprechend dem Integral der Differenztemperatur über die Zeit verringert. In den gezeigten Beispielen der Fig. 3 ist die Differenztemperatur somit ein konstanter Temperaturwert, nämlich 3 K in einem Fall oder 1 K im anderen Fall, der über die Zeit integriert wird. Im Falle der größeren

30 Temperaturdifferenz von 3 K erreicht somit der Eisverdachtsindikator bereits zum Zeitpunkt t_2 den Wert, bei dem die Anlage wieder gestartet wird, was durch das Wort "Start" angezeigt ist. Im gezeigten Beispiel wird die Anlage somit nach 2 Stunden wieder gestartet.

Im Falle der geringeren Temperaturdifferenz von nur 1 K erreicht der Eisverdachtsindikator erst bei T3 den Wert, bei dem die Anlage wieder gestartet werden kann. Da die Temperaturdifferenz hier nur ein Drittel des ersten Beispiels beträgt, wird T3 nach 6 Stunden erreicht.

- 5 Bei den gezeigten Verläufen wird eine Integrationszeitkonstante eingesetzt, die von der vorherrschenden Windsituation abhängt. Diese Integrationszeitkonstante ist bei vorherrschendem Starkwind größer, im gezeigten Beispiel nämlich um den Faktor 3, als bei vorherrschendem Schwachwind. Entsprechend erreicht der Eisverdachtsindikator im Falle von Starkwind dreimal so schnell den Wert, bei dem die Anlage wieder anläuft.
- 10 Diese Werte sind als $t_2' = 40$ Minuten für eine Temperaturdifferenz $\Delta T = 3$ K bzw. $t_3' = 2$ Stunden für eine Temperaturdifferenz von $\Delta T = 1$ K in der Fig. 3 angegeben.

Gemäß Fig. 4 wird an einem Beispiel veranschaulicht, wie die Umgebungstemperatur den Verlauf des Eisverdachtsindikators einer Ausführungsform beeinflusst. Hierfür zeigt die Fig. 4 in der oberen Darstellung den Verlauf des Eisverdachtsindikators, wobei

15 zunächst von einer in einem unsicheren Eiserkennungsbereich laufenden Anlage ausgegangen wird. Die Darstellung gilt sinngemäß auch, wenn die Anlage angehalten ist. Die untere Darstellung zeigt einen fiktiven Verlauf der Umgebungstemperatur. Der gezeigte Verlauf der Umgebungstemperatur wurde zum Zwecke einer Veranschaulichung ausgewählt und beansprucht nicht, einem möglichen realen Temperaturverlauf einer

20 Umgebungstemperatur entsprechen zu können.

Im vorliegenden Beispiel wird eine Grenztemperatur von $T_G = 2^\circ\text{C}$ zugrunde gelegt. Die Ist-Temperatur beträgt zunächst etwa 4°C und liegt damit über der Grenztemperatur. Da der Eisverdachtsindikator zunächst noch nicht gesetzt ist bzw. einen Startwert aufweist und die Windenergieanlage in Betrieb ist und ihr Rotor sich dreht, hat die Temperatur

25 zunächst keine Auswirkung auf den gezeigten Verlauf des Eisverdachtsindikators.

Zum Zeitpunkt t1 erreicht die Temperatur den Wert der Grenztemperatur und fällt weiter ab. Es besteht somit grundsätzlich die Gefahr eines Eisansatzes und der Eisverdachtsindikator beginnt somit vom Zeitpunkt t1 an zu steigen.

Zum Zeitpunkt t2 ist die Temperatur unterhalb der Grenztemperatur und steigt nun wieder

30 an. Dies hat auf den Verlauf des Eisverdachtsindikators zunächst aber keinen Einfluss und er steigt weiter an.

Zum Zeitpunkt t_3 überschreitet die Temperatur die Grenztemperatur und steigt weiter kontinuierlich an. Der Eisverdachtsindikator steigt somit ab dem Zeitpunkt t_3 nicht weiter an, weil nicht mehr von einem Eisansatz bzw. der Entstehung eines Eisansatzes auszugehen ist. Vielmehr wird nun der Eisverdachtsindikator wieder verringert. Weil die
5 Temperatur und damit auch die Differenztemperatur ansteigt, ergibt ein Integral hierüber im Grunde einen Verlauf zweiter Ordnung.

Zum Zeitpunkt t_4 weist die Temperatur einen Wert deutlich oberhalb der Grenztemperatur auf und behält diesen Wert zunächst bei. Entsprechend ergibt sich eine Abnahme des Eisverdachtsindikators als linearer Abschnitt.

10 Zum Zeitpunkt t_5 sinkt die Temperatur kontinuierlich ab und entsprechend wird der Eisverdachtsindikator nur noch immer langsamer verringert.

Zum Zeitpunkt t_6 erreicht die Temperatur wieder die Grenztemperatur und sinkt weiter ab. Somit wird ab dem Zeitpunkt t_6 der Eisverdachtsindikator wieder erhöht.

15 Zum Zeitpunkt t_7 erhöht sich die Temperatur wieder, bleibt aber unter der Grenztemperatur. Der Eisverdachtsindikator erhöht sich somit unverändert weiter.

Zum Zeitpunkt t_8 ist die Temperatur weiterhin unter der Grenztemperatur. Der Eisverdachtsindikator hat hier aber den Wert erreicht, der zum Anhalten der Windenergieanlage führt. Dies ist an der Ordinate mit dem Begriff "Stopp" gekennzeichnet.

20 Vom Zeitpunkt t_8 an steigt die Temperatur zwar weiter an, bleibt aber zunächst unter der Grenztemperatur. Da die Anlage bereits angehalten ist, wird der Eisverdachtsindikator nicht weiter verändert, was in der Fig. 4 im oberen Abschnitt durch einen konstanten Wert angezeigt ist.

25 Zum Zeitpunkt t_9 hat die Temperatur den Temperaturgrenzwert erreicht und steigt weiter an. Der Eisverdachtsindikator wird nun wieder reduziert, die Anlage bleibt aber angehalten. Wenn sich der Eisverdachtsindikator nun weiter reduziert, bis er den Wert Start, der kurz oberhalb der Abszisse eingezeichnet ist, erreicht, kann sie wieder anlaufen, was in der Fig. 4 aber nicht mehr weiter dargestellt ist.

Vereinfacht ausgedrückt werden die Funktionsweisen zum Erhöhen des Eisverdachtsindikators gemäß Fig. 2 und zum Verringern des Eisverdachtsindikators gemäß Fig. 3 in der Fig. 4 vereint. Somit werden diese Zusammenhänge der Fig. 4 vereint, was einer Ausführungsform entspricht. Grundsätzlich können aber auch die
5 Zusammenhänge bzw. Funktionsweisen der Fig. 2 einerseits und der Fig. 3 andererseits getrennt voneinander eingesetzt werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist es somit möglich, eine Eiserkennung bzw. Eisansatzerkennung um einen Betriebsstatus zu erweitern, der als Eisverdacht bezeichnet werden kann. Hierüber sollen insbesondere die Betriebssituationen erfasst
10 werden, bei denen eventuell auftretende Vereisung nicht sicher erkannt würde. Grundsätzlich erfolgt eine Eisansatzerkennung durch Überwachung der Betriebskennlinien der Windenergieanlage und kann damit auf den Betriebsbereich der Windenergieanlage mit Leistungserzeugung beschränkt sein. Wenn die Windenergieanlage keine Leistung erzeugt, ist auch kein Abgleich mit den
15 Betriebskennlinien bzw. dem Kennfeld möglich. Die Eisansatzerkennung kann somit unter bestimmten Bedingungen nur eingeschränkt funktionieren. Diese eingeschränkten Bedingungen werden nun mitberücksichtigt. Hierzu gehören:

- Schwachwind: Hier ist Eiserkennung bei Betrieb während sehr geringer Windgeschwindigkeiten, insbesondere unterhalb von ca. 3 bis 4 m/s, durch
20 Überwachung der Betriebskennlinien nicht sicher möglich.
- Starkwind: Bei Betrieb während hoher Windgeschwindigkeiten über ca. 20 bis 25 m/s nimmt die Empfindlichkeit des bisherigen Erkennungsverfahrens ab und/oder kann oftmals durch vorhandene Betriebserfahrungen nicht verifiziert werden.
- Anlagenstopp bei betriebsbereiter Anlage
- 25 - Netzausfall

Somit ist der bisherige Erkennungsbereich der Eisansatzerkennung im Betrieb, der auch als sicherer Erkennungsbereich bezeichnet werden kann, unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge auf Windgeschwindigkeiten zwischen ungefähr 4 m/s und 20 m/s beschränkt.

Verweildauern bei niedrigen Temperaturen, nämlich Umgebungstemperaturen unter +2°C, erhöhen den Vereisungsverdacht. Bei Temperaturen über +2°C wird dagegen der Vereisungsverdacht wieder abgebaut. Ebenso kann bei Betrieb der Windenergieanlage im sicheren Erkennungsbereich der Eisansatzerkennung der Vereisungsverdacht
5 abgebaut werden.

Bei den vorgeschlagenen Verfahren handelt es sich insbesondere um ein Verfahren, das weniger eine sichere Eiserkennung vorschlägt, sondern vielmehr die Möglichkeit einer Eisentstehung berücksichtigt.

Vorzugsweise wird für den Betrieb bei Windgeschwindigkeiten unter 4 m/s davon
10 ausgegangen, dass sich erst innerhalb von 10 Stunden eine kritische Eisstärke gebildet haben könnte. Entsprechend wird dies in der nachfolgenden Tabelle 1 unter dem Modus I berücksichtigt.

Für den Betrieb bei Starkwind wird aufgrund der höheren Anströmgeschwindigkeiten am Rotorblatt davon ausgegangen, dass sich bereits innerhalb von 2 Stunden eine kritische
15 Eisschicht gebildet haben könnte. Diese Zusammenhänge werden entsprechend in der nachfolgenden Tabelle als Modus II berücksichtigt.

Bei einem automatischen Anlagenstopp, wie er beispielsweise aufgrund einer Schattenwurfabschaltung oder geringem Wind erfolgt, oder bei einem manuellen Anlagenstopp wie beispielsweise zu Wartungszwecken, wird davon ausgegangen, dass
20 sich innerhalb von 10 Stunden eine kritische Eisschichtstärke gebildet haben könnte. Entsprechend wird auch dies gemäß der nachfolgenden Tabelle unter dem Modus I berücksichtigt.

Bei Netzausfall können von der Anlagensteuerung oftmals keine Wind- und Temperaturdaten erfasst werden. Es liegen aber die letzten Daten vor Netzausfall und die
25 Daten bei Netzwiederkehr vor. Vorhandene Zählerstände der Eisansatzerkennung, insbesondere der Wert des Eisverdachtsindikators, bleiben ebenfalls erhalten. Die Zeiten mit Netzausfall werden in Abhängigkeit von dessen Dauer wie folgt berücksichtigt.

Netzausfallzeiten bis zu 2 Stunden werden mit dem Mittelwert aus der Temperatur zu Beginn des Netzausfalls und Temperatur bei Netzwiederkehr entsprechend dem Modus I
30 wie in der Tabelle unten beschrieben berücksichtigt. Es wird somit mit diesem

Temperaturmittelwert, der auch als Bestimmungstemperatur bezeichnet wurde, ein Eisverdachtsindikator hochgezählt bzw. erhöht, wenn dieser Temperaturmittelwert unter einer Grenztemperatur liegt. Liegt er über dieser Grenztemperatur, wird der Eisverdachtsindikator entsprechend verringert. Dies erfolgt entsprechend für die Dauer
5 der Netzausfallzeit als zugrunde gelegte Zeit.

Netzausfallzeiten zwischen 2 und 10 Stunden werden zur Abdeckung zwischenzeitlicher Temperaturabsenkungen mit dem Mittelwert aus der Temperatur zu Beginn des Netzausfalls und der Temperatur bei Netzwiederkehr, abzüglich 2 K entsprechend dem unten in der nachfolgenden Tabelle beschriebenen Modus I berücksichtigt.

10 Bei Netzausfallzeiten beispielsweise über 10 Stunden wird davon ausgegangen, dass eine zuverlässige Aussage über den zurückliegenden Zeitraum nicht möglich ist. Es wird hierfür unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge bei allen Temperaturen unter +5°C bei Netzwiederkehr vom Vereisungsverdacht ausgegangen. Die Windenergieanlage bleibt somit zunächst angehalten, bis eine Vereisung ausgeschlossen werden kann.

15 Die Umsetzung für den beschriebenen Modus I und den beschriebenen Modus II erfolgt über einen Zähler, der auch als Eisverdachtsindikator oder als Verdachtszähler bezeichnet werden kann und der bei Vereisungsverdacht hochzählt und ohne Vereisungsverdacht wieder herunterzählt. Dabei werden entsprechend der Verdachtssituation die Zeiten zwischen Modus I und Modus II unterschieden.

20 Bei 30 Minuten Betrieb ohne Eiserkennung im sicheren Erkennungsbereich der Eisansatzerkennung, also bei einer Erkennung unter Verwendung eines Leistungskurvenverfahrens, bei dem die gemessene Leistungskurve mit einer zu erwartenden verglichen wird, ist der Vereisungsverdacht abgebaut. Liegt also eine sichere Erkennung vor, reichen 30 Minuten aus, unabhängig von dem verwendeten
25 Modus.

Gemäß einer Ausführungsform wird bei Außentemperaturen über +2°C die +2°C überschreitende Differenz der aktuellen Außentemperatur über die Zeit aufsummiert bzw. aufintegriert. Ein Wiederanlauf erfolgt dann erst nach Ablauf eines Differenztemperatur-Zeitintegrals. So erfolgt ein Wiederanlauf beispielsweise bei 360°C min. Dies kann
30 beispielsweise bedeuten, dass ein Wiederanlauf nach 6 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von +3°C oder nach 2 Stunden bei einer Umgebungstemperatur

von +5°C erfolgt. In Modus II erfolgt der Wiederanlauf für diesen Fall bereits nach 120°C min.

	Modus I / Dauer	Modus II / Dauer
Vereisungsverdacht (hochzählen)	600 min	120 min
Betrieb im sicheren Erkennungsbereich (runterzählen)	30 min	30 min
Differenztemperatur- Zeitintegral für Außentemperatur > 2°C (runterzählen)	360°Cmin	120°Cmin

Die in obiger Tabelle aufgeführten Zeiten entsprechen denen für einen vollständigen
 5 Verdachtsaufbau bzw. Verdachtsabbau. Zwischenstadien werden entsprechend
 proportional gewertet.

Bei Übergang vom Betrieb der Windenergieanlage mit laufenden Rotor in den Stillstand
 und umgekehrt werden die Zählerstände für Eisansatzerkennung und für
 Vereisungsverdacht entsprechend übergeben bzw. beibehalten. Damit soll sichergestellt
 10 werden, dass Windenergieanlagen auch bei längerer Verweildauer außerhalb eines als
 sicher angenommenen Erkennungsbereichs der üblichen Eisansatzerkennung wegen
 unsicherem Vereisungszustand mit Vereisungsverdacht gestoppt werden bzw. der
 automatische Neustart verhindert werden kann. Unter eine solche längere Verweildauer
 gehört beispielsweise eine von 10 Stunden oder mehr bei vorherrschenden
 15 Windbedingungen unter 4 m/s, oder eine Verweildauer von 2 Stunden oder mehr bei
 vorherrschenden Windgeschwindigkeiten über 20 m/s.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage (1) mit einer Gondel (2) mit einem elektrischen Generator zum Erzeugen elektrischen Stroms und einem mit dem Generator gekoppelten aerodynamischen Rotor (3) mit einem oder mehreren Rotorblättern (4), umfassend die Schritte
 - Betreiben der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz an den Rotorblättern (4) sicher ausgeschlossen werden kann, und
 - Anhalten der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz an den Rotorblättern (4) erkannt wird, und
 - zeitverzögertes Anhalten bzw. Verhindern eines Wiederanlaufs der Windenergieanlage (1), wenn ein Eisansatz nicht erkannt wurde, aber zu erwarten ist bzw. nicht ausgeschlossen werden kann, und/oder
 - zeitverzögertes Wiederanlaufenlassen der Windenergieanlage (1) wenn eine Anhaltebedingung, die zum Anhalten der Windenergieanlage (1) geführt hat, wieder weggefallen ist, und ein Eisansatz nicht erkannt wurde und ein Eisansatz oder die Bildung eines Eisansatzes nicht zu erwarten ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anhalten bzw. Verhindern des Wiederanlaufs der Windenergieanlage (1) und/oder das Wiederanlaufenlassen der Windenergieanlage (1) abhängig von einem Eisverdachtsindikator erfolgt, der als Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Eisansatzes bestimmt bzw. verändert wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. ein Eisverdachtsindikator als Zähler ausgebildet ist und
 - seinen Wert in eine erste Richtung verändert, insbesondere erhöht, wenn Umgebungsbedingungen und/oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage (1) einen Eisansatz begünstigen und/oder auf einen Eisansatz hindeuten, insbesondere, wenn die Umgebungstemperatur unter einer Grenztemperatur, liegt und/oder
 - seinen Wert in eine zweite Richtung verändert, insbesondere verringert, wenn Umgebungsbedingungen oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage (1) darauf hindeuten und/oder begünstigen, dass ein Eisansatz nicht vorliegt oder sich reduziert, insbesondere, wenn die Umgebungstemperatur über der Grenztemperatur liegt, und die Grenztemperatur kurz oberhalb des Gefrierpunktes liegt, insbesondere die Temperatur im Bereich von 1 bis 4°C, vorzugsweise etwa 2°C beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Veränderung des Wert mit einer von den Umgebungsbedingungen und/oder Betriebsbedingungen der Windenergieanlage (1) abhängigen Geschwindigkeit erfolgt, insbesondere, dass

- 5 - der Wert bei vorherrschendem Schwachwind langsamer erhöht wird, als bei vorherrschendem Starkwind, wenn die Anlage im Betrieb ist und/oder, dass
- die Windenergieanlage (1) bei vorherrschendem Schwachwind nach größerer Zeitverzögerung angehalten wird, als bei vorherrschendem Starkwind und/oder, dass
- der Wert je langsamer verringert wird, je geringer die Umgebungstemperatur ist,
- 10 insbesondere dass, der Wert proportional zu einem Integral der Zeit über die Differenz der Umgebungstemperatur zur Grenztemperatur ist und/oder dass
- die Zeitverzögerung, nach der die Windenergieanlage (1) wieder anläuft, je geringer ist, je größer die Umgebungstemperatur ist.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage (1) an ein elektrisches Netz gekoppelt ist und im Falle eines Netzausfalls die Windenergieanlage angehalten wird und bei Netzwiederkehr ein Wiederanlaufen der Windenergieanlage abhängig von einer Bemessungstemperatur erfolgt, die von der Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls und der Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr abhängt.

- 20 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Bemessungstemperatur als Mittelwert aus der Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls und der Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr berechnet wird, wenn der Netzausfall nicht mehr als eine erste Ausfallzeit, insbesondere nicht mehr als 2 Stunden beträgt und/oder
- 25 - die Bemessungstemperatur als Mittelwert aus der Umgebungstemperatur zu Beginn des Netzausfalls und der Umgebungstemperatur bei Netzwiederkehr abzüglich eines Temperatur-Sicherheitswertes, insbesondere von 2 Kelvin, berechnet wird, wenn der Netzausfall länger als die erste Ausfallzeit betrug.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage in einem Windpark angeordnet ist und angehalten wird, wenn wenigstens eine weitere Windenergieanlage dieses Windparks wegen Eisansatz oder Verdacht auf Eisansatz angehalten wird.

30

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wegen erkanntem Eisansatz oder Verdacht auf Eisansatz angehaltene Windenergieanlage (1) ihre Gondel (2) so ausrichtet, dass ein möglichst großer Abstand zu durch Eisfall gefährdeten Bereichen eingehalten wird.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage (1) über einen beheizbaren Windsensor, insbesondere ein Ultraschallanemometer, zur Messung der Windgeschwindigkeit verfügt und dass der Windsensor beheizt wird, wenn ein Eisansatz erkannt wurde und/oder wenn ein Eisansatz nicht ausgeschlossen werden kann.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage (1) einen Eissensor aufweist und ein Eisansatz durch direktes Messen mit Hilfe des Eissensors erfasst wird.
11. Windenergieanlage (1) mit einer Gondel (2) mit einem elektrischen Generator zum Erzeugen elektrischen Stroms und einem mit dem Generator gekoppelten aerodynamischen Rotor (3) mit einem oder mehreren Rotorblättern (4), wobei die
15 Windenergieanlage zum Betrieb mit einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche vorbereitet ist.
12. Windpark mit wenigstens einer Windenergieanlage (1) nach Anspruch 11.

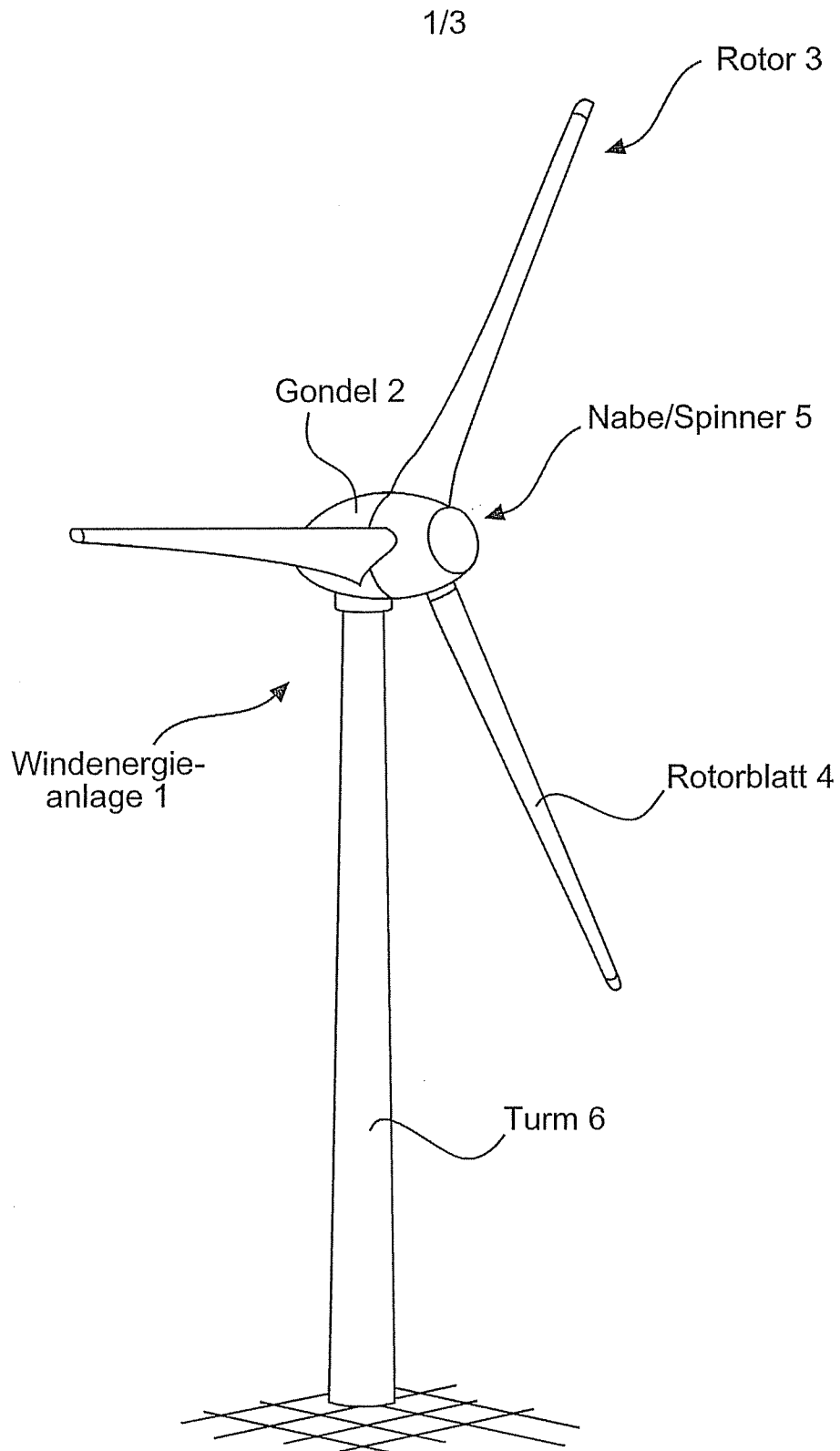


Fig. 1

2/3

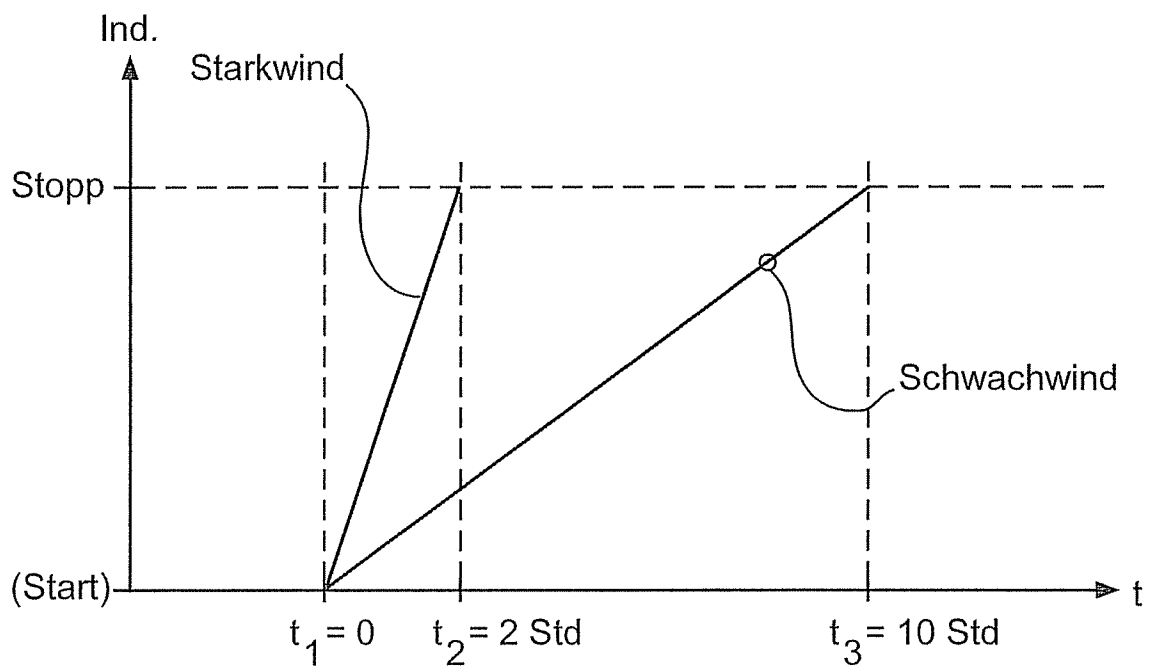


Fig. 2

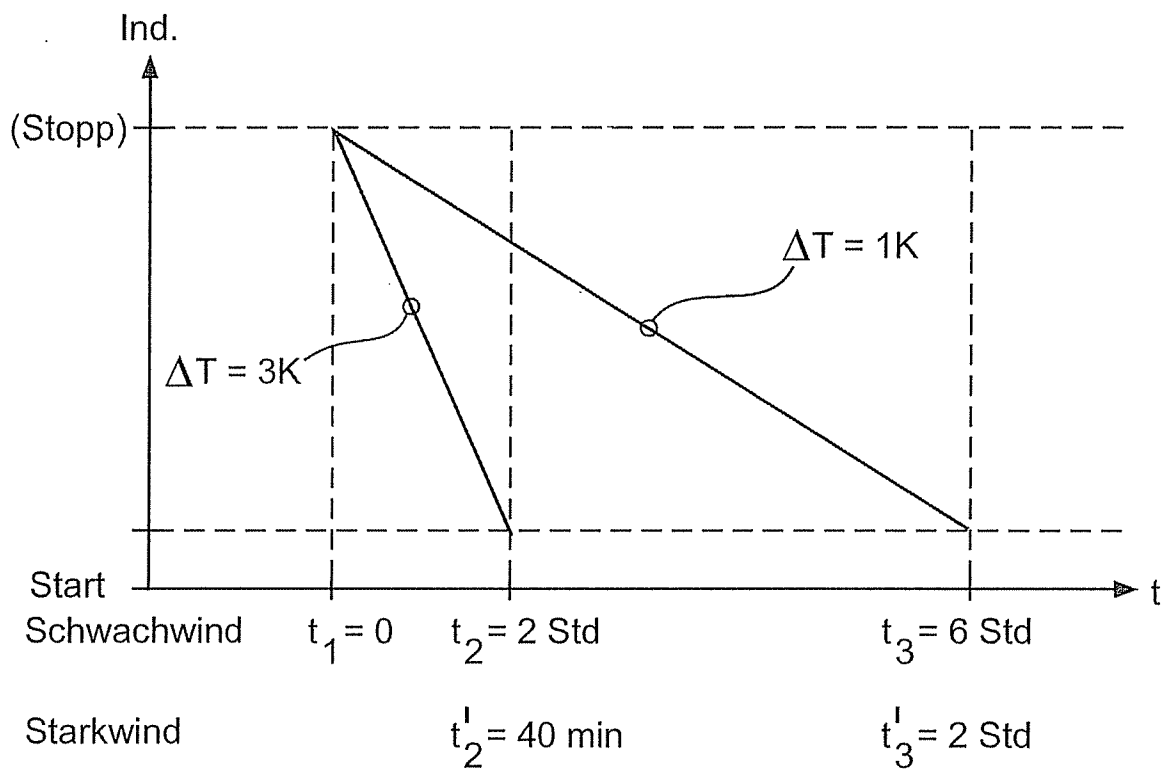


Fig. 3

3/3

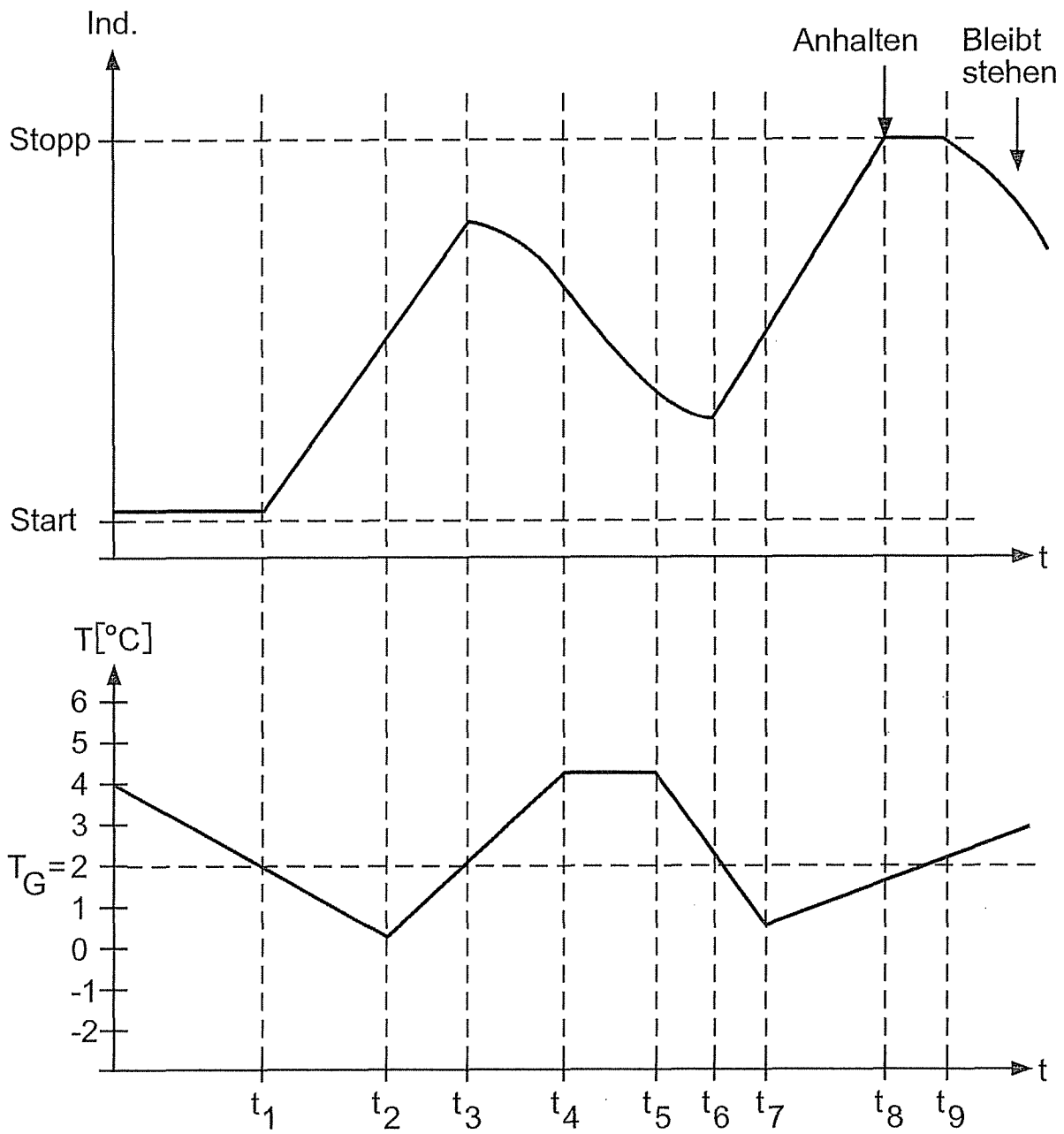


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/059769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F03D7/02 F03D11/00
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2011/089692 A1 (GIRARDIN HUGUES [CA]) 21 April 2011 (2011-04-21) abstract; figure 1 paragraphs [0002], [0005], [0008], [0009], [0024] paragraph [0160] paragraph [0196] paragraphs [0220] - [0221] claim 1 -----	1,2 3-12
X A	EP 2 055 940 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 6 May 2009 (2009-05-06) abstract column 3, lines 11-15 column 4, lines 45-47 paragraph [0018] ----- -/-	1,2 3-12



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

20 August 2012

Date of mailing of the international search report

24/08/2012

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

Criado Jimenez, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/059769

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 112 373 A2 (REPOWER SYSTEMS AG [DE]) 28 October 2009 (2009-10-28) paragraphs [0030], [0037] -----	3
X	WO 2004/104412 A1 (WOBLEN ALOYS [DE]) 2 December 2004 (2004-12-02) cited in the application claim 1 -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059769

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011089692	A1	21-04-2011	CA 2564494 A1 18-04-2008
			CA 2667151 A1 24-04-2008
			EP 2078159 A1 15-07-2009
			US 2011089692 A1 21-04-2011
			WO 2008046215 A1 24-04-2008
EP 2055940	A2	06-05-2009	CN 101440782 A 27-05-2009
			EP 2055940 A2 06-05-2009
			US 2009110539 A1 30-04-2009
EP 2112373	A2	28-10-2009	CN 101566129 A 28-10-2009
			DE 102008020154 A1 29-10-2009
			EP 2112373 A2 28-10-2009
			US 2009261588 A1 22-10-2009
WO 2004104412	A1	02-12-2004	AR 044549 A1 21-09-2005
			AT 375448 T 15-10-2007
			AU 2004240994 A1 02-12-2004
			AU 2009202364 A1 02-07-2009
			BR PI0410476 A 30-05-2006
			CA 2526032 A1 02-12-2004
			CN 1795332 A 28-06-2006
			DE 10323785 A1 16-12-2004
			DK 1642026 T3 11-02-2008
			EP 1642026 A1 05-04-2006
			ES 2293269 T3 16-03-2008
			JP 4690327 B2 01-06-2011
			JP 2006528307 A 14-12-2006
			JP 2009203985 A 10-09-2009
			KR 20060008327 A 26-01-2006
			NZ 543684 A 28-11-2008
			US 2007154310 A1 05-07-2007
			US 2011081226 A1 07-04-2011
			WO 2004104412 A1 02-12-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059769

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F03D7/02 F03D11/00
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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/089692 A1 (GIRARDIN HUGUES [CA]) 21. April 2011 (2011-04-21)	1,2
A	Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0002], [0005], [0008], [0009], [0024] Absatz [0160] Absatz [0196] Absätze [0220] - [0221] Anspruch 1	3-12
X	EP 2 055 940 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 6. Mai 2009 (2009-05-06)	1,2
A	Zusammenfassung Spalte 3, Zeilen 11-15 Spalte 4, Zeilen 45-47 Absatz [0018]	3-12
	----- -/-	

☒ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. August 2012	24/08/2012
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 Criado Jimenez, F

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 112 373 A2 (REPOWER SYSTEMS AG [DE]) 28. Oktober 2009 (2009-10-28) Absätze [0030], [0037] -----	3
X	WO 2004/104412 A1 (WOBLEN ALOYS [DE]) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059769

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2011089692	A1	21-04-2011	CA	2564494	A1		18-04-2008	
			CA	2667151	A1		24-04-2008	
			EP	2078159	A1		15-07-2009	
			US	2011089692	A1		21-04-2011	
			WO	2008046215	A1		24-04-2008	

EP 2055940	A2	06-05-2009	CN	101440782	A		27-05-2009	
			EP	2055940	A2		06-05-2009	
			US	2009110539	A1		30-04-2009	

EP 2112373	A2	28-10-2009	CN	101566129	A		28-10-2009	
			DE	102008020154	A1		29-10-2009	
			EP	2112373	A2		28-10-2009	
			US	2009261588	A1		22-10-2009	

WO 2004104412	A1	02-12-2004	AR	044549	A1		21-09-2005	
			AT	375448	T		15-10-2007	
			AU	2004240994	A1		02-12-2004	
			AU	2009202364	A1		02-07-2009	
			BR	PI0410476	A		30-05-2006	
			CA	2526032	A1		02-12-2004	
			CN	1795332	A		28-06-2006	
			DE	10323785	A1		16-12-2004	
			DK	1642026	T3		11-02-2008	
			EP	1642026	A1		05-04-2006	
			ES	2293269	T3		16-03-2008	
			JP	4690327	B2		01-06-2011	
			JP	2006528307	A		14-12-2006	
			JP	2009203985	A		10-09-2009	
			KR	20060008327	A		26-01-2006	
			NZ	543684	A		28-11-2008	
			US	2007154310	A1		05-07-2007	
			US	2011081226	A1		07-04-2011	
			WO	2004104412	A1		02-12-2004	
