



(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2018 105 845.2**

(51) Int Cl.: **F03D 9/19 (2016.01)**

(22) Anmeldetag: **12.10.2018**

(47) Eintragungstag: **06.11.2018**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **13.12.2018**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Herzberger, Thomas, 73450 Neresheim, DE

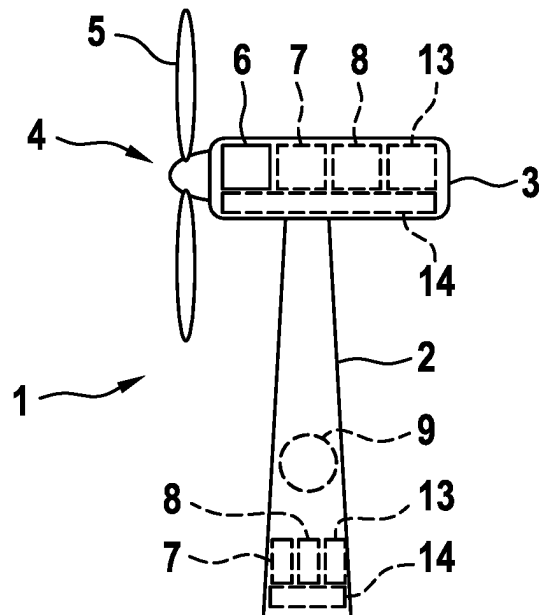
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
RAUNECKER PATENT, 89073 Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Windkraftanlage zur Erzeugung und Pufferung von elektrischer Energie, Modul und Modulsystem**

(57) Hauptanspruch: Windkraftanlage (1) zur Erzeugung elektrischer Energie, umfassend

- eine über ein Windrad (4) antreibbare Generatoreinheit (6)
- eine erste Wandlereinheit (7) zur Erzeugung eines Prozessgases mittels elektrischer Energie
- eine zweite Wandlereinheit (8) zur Erzeugung von elektrischer Energie unmittelbar aus dem Prozessgas
- mindestens einen Gasspeicher (9) zur Aufnahme des Prozessgases, wobei der Gasspeicher (9) als Niederdruck-Gasspeicher (9) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Windkraftanlage zur Erzeugung und Pufferung von elektrischer Energie, ein in einer derartigen Anlage verwendbares Modul sowie ein Modulsystem.

[0002] Die Windkraft spielt bei der Umsetzung der Energiewende eine erhebliche Rolle, wobei ein großer Teil der erneuerbaren Energie aus Windkraftanlagen gewonnen wird. Der Nachteil der Windkraft und anderer erneuerbarer Energien, wie beispielsweise Sonnenenergie, ist deren Unstetigkeit. Bei starkem Wind wird sehr viel Strom erzeugt (teilweise sogar zu viel), bei Flaute überhaupt keiner. Auch treten kurzfristige Schwankungen auf, die durch Netzbetreiber und Energieerzeuger ständig ausgeglichen werden müssen. Dies führt zu erhöhten Anforderungen an das Netzmanagement sowie an die Dimension des Energienetzes. Auch müssen unterschiedlich reaktionsschnelle konventionelle Reservekraftwerke betrieben werden, um längere Phasen überbrücken zu können, in denen weniger erneuerbare Energie produziert wird. Eine Lösung dieses Problems ist eine Pufferung der Schwankung der Energieerzeugung vor Ort durch eine möglichst dezentrale und dynamische Energiespeicherung.

[0003] Diese kann (jeweils für eine gewisse Zeit) selbst Energie aufnehmen, wenn das Netz weniger aufnehmen kann und noch eine gewisse Zeit Energie abgeben, wenn eigentlich keine Energie mehr durch beispielsweise Wind erzeugt wird. Dies führt zu stabileren Stromabgaben in das Netz, was das Netzmanagement deutlich vereinfacht. Auch wird die Reaktionszeit verlängert, mit der Reservekraftwerke gestartet werden müssen. Die modulare und dezentrale Energiespeicherung ist daher der Schlüssel für den Erfolg und den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

[0004] Der Bau möglichst dezentraler Energiespeicher entlastet das Netz, führt aber zu mehr Kosten pro Energie für den Bau und den Betrieb der Speicher und benötigt Platz, der gerade bei Windparks nicht immer gegeben ist. Eine Lösung dieses Problems ist die Verwendung der Türme und Fundamente von Windkraftanlagen als Ort der dezentralen Gasspeicherung der durch die Anlage gewonnenen Energie.

[0005] Das deutsche Gebrauchsmuster DE 20 2012 006 146 U1 offenbart eine turmförmige Windkraftanlage zur Erzeugung elektrischer Energie mit einem Windrad und einem Generator, der neben einem Kompressor zur Erzeugung von Druckluft auch eine Elektrolysevorrichtung zur Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff antreibt. Weiterhin wird ein Energieerzeugungsbetrieb offenbart, bei dem die in der Druckluft gespeicherte Energie

durch einen Drehmomenterzeuger in Rotationsenergie gewandelt und über eine Achse an den Generator übertragen wird, der wiederum elektrische Energie erzeugt. Der Druck im Druckluftspeicher wird neben der Verwendung eines Kompressors auch aufgrund einer thermischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt.

[0006] Der Nachteil hieran ist, dass die verschiedenen Systeme und der Aufbau sehr komplex sind und der Druckluftspeicher unterhalb der Windkraftanlage angeordnet ist, was den Bau einer solchen Anlage sehr aufwendig macht und dazu führt, dass der Gasspeicher nicht nachträglich in eine bereits bestehende Windkraftanlage integriert werden kann.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Windkraftanlage mit einem Energiespeicher bereitzustellen, der kosteneffizient und in bestehende Windkraftanlagen nachrüstbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Modul und ein Modulsystem zur effektiven Zwischenspeicherung von Energie, insbesondere für den Einsatz in Verbindung mit Windkraftanlagen, zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtungen mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Varianten der Erfindung.

[0009] Eine erfindungsgemäße Windkraftanlage zur Erzeugung elektrischer Energie umfasst eine über ein Windrad antreibbare Generatoreinheit, eine erste Wandlereinheit zur Erzeugung eines Prozessgases aus elektrischer Energie und eine zweite Wandlereinheit zur Erzeugung von elektrischer Energie unmittelbar aus dem Prozessgas. Weiterhin umfasst die Windkraftanlage mindestens einen Gasspeicher zur Aufnahme des Prozessgases, wobei der Gasspeicher als Niederdruck-Gasspeicher ausgebildet ist. Dabei kann die elektrische Energie zur Herstellung des Prozessgases insbesondere durch die Generatoreinheit erzeugt werden, beispielsweise in Fällen, in denen das Netz zum fraglichen Zeitpunkt keine Elektrizität aufnehmen kann. Es ist ebenso denkbar, zur Erzeugung des Prozessgases überschüssige elektrische Energie aus dem Stromnetz zu verwenden.

[0010] Die durch den Generator erzeugte überschüssige elektrische Energie, also die Energie, die zum Zeitpunkt der Erzeugung im Netz nicht benötigt wird, kann über die erste Wandlereinheit in das Prozessgas umgewandelt werden und in einem in der Windkraftanlage befindlichen Gasspeicher zwischengelagert werden. Wird im Netz wieder mehr Energie benötigt, als der Generator aktuell liefern kann, so kann die in Form des Prozessgases gespeicherte Energie durch die zweite Wandlereinheit wieder in elektrische Energie umgewandelt werden und in das Netz eingespeist werden. Ein Niederdruck-Gas-

speicher hat dabei den Vorteil, dass er im Gegensatz zu Hochdruckspeichern ein relativ geringes Gewicht und einen anpassbaren einfachen Aufbau besitzt und daher auch leicht bei bestehenden Windkraftanlagen nachträglich eingebaut werden kann, ohne deren Statik nennenswert zu beeinträchtigen.

[0011] Der Gasspeicher kann beispielsweise mindestens teilweise im Inneren eines Turms oder einer Gondel der Windkraftanlage angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass der Gasspeicher durch die Außenhülle des Turms der Windkraftanlage gegen Witterungseinflüsse geschützt ist. Weiterhin wird dadurch kein zusätzlicher Bauraum außerhalb der Windkraftanlage benötigt und ein Nachrüsten der Gasspeicher in bestehende Anlagen ist möglich.

[0012] Daneben kann der Gasspeicher als ballonartiger Körper ausgebildet sein.

[0013] Die Wandung des ballonartigen Körpers kann beispielsweise elastisch ausgebildet sein. Durch die ballonartige Form und die Elastizität kann sich der Gasspeicher beim Befüllen ausdehnen und so den Raum optimal ausnutzen. Es ist durch die Elastizität sogar denkbar, dass sich Gasspeicher an die Innenwände des Turms der Windkraftanlage anschmiegt, wobei die Turminnenseite dazu so angepasst werden muss, dass durch das Anschmiegen der Gasspeicher nicht beschädigt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass bei einer Wartung der Windkraftanlage die Gasspeicher entleert werden können und so den Raum im Turm freigeben. Die vorhandenen Leitern oder Aufzüge, um die Gondel zu erreichen können ohne nennenswerte Beeinträchtigung durch den Gasspeicher verwendet werden. Während des Betriebes kann der Raum dann wieder durch die Gasspeicher gefüllt werden.

[0014] In einer Variante der Erfindung kann der Gasspeicher doppelwandig ausgeführt sein. Eine doppelte Wandung, die als Hülle ausgebildet sein kann, hat den Vorteil, dass eine Verletzung der äußeren Wandung nicht zu einem Austritt des Prozessgases führt. Dies führt vorteilhafterweise zu einer erhöhten Sicherheit, die auch die Verwendung eines höheren Betriebsdrucks und damit einer Vergrößerung des Volumens des Gasspeichers ermöglichen kann.

[0015] Insbesondere kann eine Mehrzahl von Gasspeichern vorhanden sein. Dies hat den Vorteil, dass mehrere ballonartige Gasspeicher in dem Turm und/oder der Gondel der Windkraftanlage angeordnet werden können und der Raum optimal ausgenutzt werden kann. Das Prozessgas kann an einer zentralen Stelle oder in der Nähe der Windkraftanlage erzeugt werden und über Leitungen in die verschiedenen Gasspeicher verteilt werden. Bei Bedarf kann das Prozessgas über dieselbe oder eine zweite Leitung der zweiten Wandlereinheit zugeführt werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die erste Wandlereinheit als Elektrolyseeinheit ausgebildet sein. Die durch die elektrische Energie angetriebene Elektrolyseeinheit erzeugt das Prozessgas, welches dann in den Gasspeichern gespeichert wird.

[0017] Zur Rückwandlung des Prozessgases in elektrische Energie kann die zweite Wandlereinheit beispielsweise als Brennstoffzelle ausgebildet sein. Es ist auch die Verwendung einer reversiblen Brennstoffzelle denkbar, wobei diese dabei die Funktion der ersten Wandlereinheit und der zweiten Wandlereinheit übernehmen kann.

[0018] In einer Variante der Erfindung können die beiden Wandlereinheiten und der Gasspeicher zusammen mit einer Modulsteuer- und/oder Regelungseinheit eine modulare Energiespeichereinheit bilden. Die Modulsteuer- und/oder Regelungseinheit steuert und/oder regelt die Erzeugung und Speicherung des Prozessgases beziehungsweise die Erzeugung von elektrischer Energie aus dem Prozessgas. Die Gasspeicher können zur Überwachung der Füllmenge einen Drucksensor umfassen, der ebenfalls mit der Modulsteuer- und/oder Regelungseinheit verbunden sein kann. Weitere für den Betrieb notwendige Funktionen, wie beispielsweise die Überwachung von Leckagen der Gasspeicher, Kommunikation mit den für die Einspeisung in das Netz verantwortlichen Steuergeräten und der Windkraftanlage an sich können durch die Modulsteuer- und/oder Regelungseinheit ausgeführt werden.

[0019] Insbesondere kann eine Mehrzahl von Energiespeichereinheiten vorhanden sein. Dies hat den Vorteil, dass das Prozessgas direkt am Gasspeicher erzeugt wird und auch wieder verbraucht wird. Dadurch ist keine Gasleitung zwischen mehreren Gasspeichern notwendig, was die Infrastruktur der Anlage vereinfacht und so die Herstellkosten vorteilhaft reduziert. Ein weiterer Vorteil ist es, dass die modularen Energiespeichereinheiten einfach an jede Größe von Windkraftanlagen angepasst werden können. Je nach Bedarf kann eine weitere Energiespeichereinheit ergänzt werden. Die Kapazität der Umwandlung von elektrischer Energie in Prozessgas und umgekehrt kann durch ein Parallel- und Serienschalten der einzelnen Energiespeichereinheiten optimal angepasst werden, was den Wirkungsgrad der Windkraftanlage vorteilhaft erhöht.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der zur Erzeugung des Prozessgases benötigte Grundstoff in einem zentralen Speicher bereitgestellt werden. Eine Anordnung des zentralen Speichers am Fuß des Turms ist aus Gründen der Statik bevorzugt, wobei hierbei zusätzlich die Möglichkeit gegeben ist, den Speicher auch außerhalb der Windkraftanlage anzuordnen. Es ist aber prinzipiell

auch denkbar den zentralen Speicher des Grundstoffes in der Gondel oder eine andere geeignete Stelle in der Windkraftanlage anzuordnen. Sind mehrere Windkraftanlagen in unmittelbarer Umgebung angeordnet, wie dies in sogenannten Windparks häufig der Fall ist, kann auch ein zentraler Grundstoffspeicher mit einer Verteilung über Leitungen zu den einzelnen Windkraftanlagen eine vorteilhafte Lösung sein.

[0021] Daneben kann auch die Energiespeichereinheit einen Grundstoffspeicher für den zur Erzeugung des Prozessgases benötigten Grundstoff umfassen. Dies würde die Modularität der Energiespeichereinheiten weiter erhöhen und die Anzahl an Verbindungsleitungen vorteilhaft reduzieren.

[0022] In einer Variante der Erfindung kann eine zentrale Steuer- und Regelungseinheit zur Regelung der Erzeugung des Prozessgases und der elektrischen Energie eingerichtet sein. Diese kann sowohl mit den modularen Energiespeichereinheiten als auch mit einer zentralen Erzeugung von Prozessgas und elektrischer Energie und der Verteilung des Prozessgases auf mehrere Gasspeicher verwendet werden. Eine zentrale Steuer- und Regelungseinheit hat den Vorteil, dass beispielsweise die Kommunikation zwischen den Energiespeichereinheiten reduziert werden kann und diese bei Störungen einfacher zugänglich sind. Dabei kann die zentrale Steuer- und Regelungseinheit dazu eingerichtet sein, mit einem Netzbetreiber, den Generatoren und den einzelnen Modulen zu kommunizieren, um daraus das gewünschte Verhalten der einzelnen Module zu berechnen, welches an die einzelnen Modulsteuereinheiten gesendet wird.

[0023] Insbesondere kann das Prozessgas Wasserstoff und der Grundstoff Wasser sein. Wasser eignet sich als Grundstoff sehr gut, da es leicht verfügbar ist und sich durch Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten lässt. Der Wasserstoff kann in den Gasspeichern gelagert werden und mit einer Brennstoffzelle effizient und sauber in elektrische Energie umgewandelt werden. Prinzipiell gibt es auch andere Speichermedien wie beispielsweise Ethanol oder Methanol, wobei der Wirkungsgrad zur Erzeugung des Ethanol und Methanol deutlich geringer als der von Wasserstoff als Prozessgas ist. Je nach Zusammensetzung des Grundstoffes können Vorkehrungen getroffen werden den Grundstoffspeicher gegebenenfalls zu kühlen oder zu beheizen.

[0024] Die Erfindung kann insbesondere auch dadurch verwirklicht werden, dass eine modulare, skalierbare Lösung, beispielsweise zur Nachrüstung bestehender Anlagen geschaffen wird. Ein entsprechendes Modul zur Umwandlung und Speicherung elektrischer Energie umfasst eine erste Wandlereinheit zur Erzeugung eines Prozessgases mittels elektrischer Energie, eine zweite Wandlereinheit zur Erzeugung von elektrischer Energie unmittelbar aus

dem Prozessgas sowie mindestens einen Gasspeicher zur Aufnahme des Prozessgases, wobei der Gasspeicher als Niederdruck-Gasspeicher ausgebildet ist. Insbesondere kann unter Verwendung des erfindungsgemäßen Moduls ein Modulsystem zur Umwandlung und Speicherung elektrischer Energie geschaffen werden, das mindestens eines der beschriebenen Module sowie eine zentrale Steuer- und Regelungszentrale umfasst.

[0025] Dabei ermöglichen die oben geschilderten Varianten insbesondere zur Ausbildung des Gasspeichers und der Wandlereinheiten die Schaffung einer situationsangepassten, modularen und skalierbaren Lösung zur Zwischenspeicherung elektrischer Energie, die nicht zwingend auf eine Verwendung in Zusammenhang mit Windkraftanlagen beschränkt sein muss.

[0026] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele und Varianten der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Windkraftanlage,

Fig. 2 eine Detailansicht einer erfindungsgemäßen Windkraftanlage und

Fig. 3 eine weitere Detailansicht der Erfindung.

[0027] **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Windkraftanlage **1** umfassend einen Turm **2** und eine Gondel **3**, an welcher ein Windrad **4** mit Windradflügeln **5** angeordnet ist. Die Windradflügel **5** erzeugen bei Wind ein Drehmoment und treiben mit diesem das Windrad **4** an, welches mit einem Generator **6**, der in der Gondel **3** angeordnet ist, verbunden ist und diesen antreibt. Der Generator **6** erzeugt elektrische Energie, die an das Netz, wie beispielsweise ein Stromnetz, abgegeben wird. Das Netz kann vereinfacht dargestellt nur so viel Energie aufnehmen, wie an anderer Stelle auch verbraucht wird. Es kann also dazu kommen, dass die Windkraftanlage elektrische Energie produziert, die vom Netz nicht aufgenommen werden kann. In diesem Fall schaltet die Steuer- und Regelungszentrale **13** der Windkraftanlage **1**, die am Fuß des Turms **2** angeordnet ist, aber auch in der Gondel **3** angeordnet sein kann, die vom Generator **6** erzeugte elektrische Energie auf eine erste Wandlereinheit **7**, wie beispielsweise eine Elektrolyseeinheit **7**, um. Diese erzeugt mit der elektrischen Energie aus einem Grundstoff, wie beispielsweise Wasser, ein Prozessgas, wie beispielsweise Wasserstoff, welches in Gasspeichern **9** gespeichert wird. Die erste Wandlereinheit **7** ist am Fuß des Turms **2** angeordnet, kann aber wahlweise auch in der Gondel **3** angeordnet sein. Der Grundstoff ist in einem Grundstoffspeicher **14** gespeichert der ebenfalls am Fuß des Turms **2** angeordnet ist, aber ebenfalls auch in der Gondel **3** angeordnet sein kann. Das durch die erste Wandlereinheit **7** erzeugte Prozessgas wird über Leitungen, die zur besseren Übersichtlichkeit

nicht dargestellt sind, an mindestens einen Gasspeicher **9**, der als Niederdruck-Gasspeicher **9** ausgebildet ist, geleitet und dort gespeichert. Kann das Netz wieder elektrische Energie aufnehmen, wird das Prozessgas einer zweiten Wandlereinheit **8**, wie beispielsweise einer Brennstoffzelle, zugeführt, welche die chemische Energie des Prozessgases wieder in elektrische Energie umwandelt. Die elektrische Energie wird wiederum dem Netz zugeführt. Durch diesen Prozess kann eine gewisse Menge an durch die Windkraftanlage **1** erzeugte elektrische Energie vor Ort gepuffert werden und bei Bedarf wieder abgegeben werden ohne das Netz zusätzlich durch einen Transport der überschüssigen elektrischen Energie an einen anderen weiter entfernten Ort zur Speicherung derselben zu belasten. Dabei muss es sich bei den Wandlereinheiten **7** und **8** nicht zwingend um separate Vorrichtungen handeln. Denkbar ist es auch, die Wandlereinheiten **7** und **8** beispielsweise in einem reversiblen System, insbesondere einer reversiblen Brennstoffzelle zu kombinieren. Ebenso kann in demjenigen Fall, in dem die Gasspeicher **9** noch aufnahmefähig sind, auch bei wenig Wind überschüssige Energie im Netz in diesen zwischengespeichert werden. In diesem Fall wird also nicht der vom Generator **6** erzeugte Strom, sondern Strom aus dem Netz in die Wandlereinheit **7** eingespeist.

[0028] Fig. 2 zeigt den unteren Teil des Turms **2** der Windkraftanlage **1** in einer Detailansicht. Am Fuß des Turms **2** ist der Grundstoffspeicher **14**, der beispielsweise Wasser speichert, und die Steuerungs- und Regelungszentrale **13** angeordnet. Der Grundstoffspeicher **14** ist über eine Leitung **16**, einen sogenannten Wasserbus **16**, mit der ersten Wandlereinheit **7** und der zweiten Wandlereinheit **8**, die im gezeigten Ausführungsbeispiel in der nicht dargestellten Gondel angeordnet sind, verbunden, so dass der Grundstoff der ersten Wandlereinheit **7** zugeführt und von der zweiten Wandlereinheit **8** wieder zurückgeführt werden kann. Die Steuer- und Regelungszentrale **13** steuert und/oder regelt, ob die durch den ebenfalls nicht dargestellten Generator erzeugte elektrische Energie in das Netz eingespeist wird oder zur Erzeugung von Prozessgas an die erste Wandlereinheit **7** geleitet wird. Ebenso kann durch die Steuer- und Regelungszentrale **13** auch eine Umwandlung von aktuell im Netz vorhandener, überschüssiger elektrischer Energie in Prozessgas veranlasst werden. Die Steuer- und Regelungszentrale **13** ist dazu einerseits mit einem Energiebus **17** verbunden. Der Energiebus **17** leitet die elektrische Energie und verbindet den Generator **6** mit der Wandlereinheit **7** und die Wandlereinheit **8** wie auch gegebenenfalls die Wandlereinheit **7** über einem Anschluss **21** mit dem Stromnetz. Des Weiteren steuert und/oder regelt die Steuerungs- und Regelungszentrale **13** auch die erste **7** und zweite Wandlereinheit **8** sowie die Verteilung des Prozessgases auf die Gasspeicher **9** und die Rückführung des Prozessgases zur zweiten Wand-

lereinheit **8**. Die beiden Wandlereinheiten **7**, **8** und die Gasspeicher **9** sind dazu einerseits untereinander über eine Leitung **19** zum Transport des Prozessgases, einem sogenannten Prozessgasbus **19** verbunden. Andererseits werden über einen Steuerbus **18** Steuer- und /oder Regelungssignale der Steuerungs- und Regelungszentrale **13** an die beiden Wandlereinheiten **7,8** und die Gasspeicher **9** übermittelt. Die Verteilung und Zuführung des Prozessgases von und zu den Wandlereinheiten **7**, **8** kann beispielsweise über regelbare Ventile realisiert werden.

[0029] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, in der die erste und zweite Wandlereinheit **7**, **8** mit dem Gasspeicher **9** und einer Steuer- und Regelungseinheit **12** eine Energiespeichereinheit **20** bilden. Das so geschaffene Modul wandelt elektrische Energie in Prozessgas um, speichert dieses und wandelt das gespeicherte Prozessgas wieder in elektrische Energie um. Die Steuer- und Regelungseinheit **12** ist über einen Steuerbus **18** mit der in Fig. 2 beschriebenen Steuer- und Regelungszentrale **13** verbunden. Die erste und zweite Wandlereinheit **7**, **8** sind mit dem Energiebus **17**, mit dem Wasserbus **16** und dem Gasspeicher **9** verbunden. Der in Fig. 2 dargestellte Prozessgasbus **19** entfällt bei der Verwendung der modularen Energiespeichereinheit **20**, die das Prozessgas quasi vor Ort speichert, was eine Vereinfachung der Infrastruktur darstellt und sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten auswirkt. Zur Erfassung des Füllgrades und zum Detektieren von möglichen Lecks in der Außenwandung **11** ist ein Drucksensor **15** mit dem Gasspeicher **9** verbunden. Der Gasspeicher **9** hat zudem eine zweite innere Wandung **10**, die einen zusätzlichen Schutz gegen Beschädigung des Gasspeichers **9** darstellt. Ein weiterer Schutz zur Detektion von Leckage des Prozessgases in dem Turm **2** der Windkraftanlage **1** können Gaswarner sein, also eine Überwachung des Anteils von Prozessgas in der Umgebungsluft. Der Wasserbus **16** kann für den Fall, dass die Energiespeichereinheit **20** ein Grundstoffspeicher **14** umfasst, ebenfalls eingespart werden. Dies hätte den Vorteil, dass nur noch flexible und leicht zu verlegende Leitungen für elektrische Energie **17** und Steuersignale **18** im Turm verlegt werden müssten, was die Infrastruktur und dadurch die Herstellkosten vorteilhaft reduzieren würde. Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung mehrerer Gasspeicher **9** ist genauso mit mehreren Energiespeichereinheiten **20** wie in Fig. 3 dargestellt vorstellbar.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----------|-----------------|
| 1 | Windkraftanlage |
| 2 | Turm |
| 3 | Gondel |
| 4 | Windrad |

- 5 Windradflügel
- 6 Generator(einheit)
- 7 erste Wandlereinheit, Elektrolyseeinheit
- 8 zweite Wandlereinheit, Brennstoffzelle
- 9 Gasspeicher
- 10 Innere Wandung Gasspeicher
- 11 Außenwandung Gasspeicher
- 12 Steuer- und Regelungseinheit
- 13 Steuer- und Regelungszentrale
- 14 Grundstoffspeicher
- 15 Drucksensor
- 16 Wasserbus
- 17 Energiebus
- 18 Steuerbus
- 19 Prozessgasbus
- 20 Energiespeichereinheit
- 21 Anschluss Stromnetz

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 202012006146 U1 [0005]

Schutzansprüche

1. Windkraftanlage (1) zur Erzeugung elektrischer Energie, umfassend

- eine über ein Windrad (4) antreibbare Generatoreinheit (6)
- eine erste Wandlereinheit (7) zur Erzeugung eines Prozessgases mittels elektrischer Energie
- eine zweite Wandlereinheit (8) zur Erzeugung von elektrischer Energie unmittelbar aus dem Prozessgas
- mindestens einen Gasspeicher (9) zur Aufnahme des Prozessgases, wobei der Gasspeicher (9) als Niederdruck-Gasspeicher (9) ausgebildet ist.

2. Windkraftanlage (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasspeicher (9) mindestens teilweise im Inneren eines Turms (2) oder einer Gondel (3) der Windkraftanlage (1) angeordnet ist.

3. Windkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasspeicher (9) als ballonartiger Körper ausgebildet ist.

4. Windkraftanlage (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung (10,11) des ballonartigen Körpers elastisch ausgebildet ist.

5. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasspeicher (9) doppelwandig ausgeführt ist.

6. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl von Gasspeichern (9) vorhanden ist.

7. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Wandlereinheit (7) als Elektrolyseeinheit (7) ausgebildet ist.

8. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Wandlereinheit (8) als Brennstoffzelle (8) ausgebildet ist.

9. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Wandlereinheiten (7), (8) und der Gasspeicher (9) zusammen mit einer Steuer- und Regelungseinheit (12) eine modulare Energiespeichereinheit (20) bilden.

10. Windkraftanlage (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer Mehrzahl von Energiespeichereinheiten (20) vorhanden ist.

11. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zur Erzeugung des Prozessgases benötig-

te Grundstoff in einem zentralen Speicher (14) bereitgestellt wird.

12. Windkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energiespeichereinheit (20) einen Grundstoffspeicher (14) für den zur Erzeugung des Prozessgases benötigten Grundstoff umfasst.

13. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zentrale Steuer- und Regelungszentrale (13) zur Regelung der Erzeugung des Prozessgases und der elektrischen Energie eingerichtet ist.

14. Windkraftanlage (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Prozessgas Wasserstoff ist.

15. Windkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundstoff Wasser ist.

16. Modul zur Umwandlung und Speicherung elektrischer Energie, umfassend,

- eine erste Wandlereinheit (7) zur Erzeugung eines Prozessgases mittels elektrischer Energie
- eine zweite Wandlereinheit (8) zur Erzeugung von elektrischer Energie unmittelbar aus dem Prozessgas
- mindestens einen Gasspeicher (9) zur Aufnahme des Prozessgases, wobei der Gasspeicher (9) als Niederdruck-Gasspeicher (9) ausgebildet ist.

17. Modulsystem zur Umwandlung und Speicherung elektrischer Energie, umfassend mindestens ein Modul nach Anspruch 16 sowie eine zentrale Steuer- und Regelungszentrale (13).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

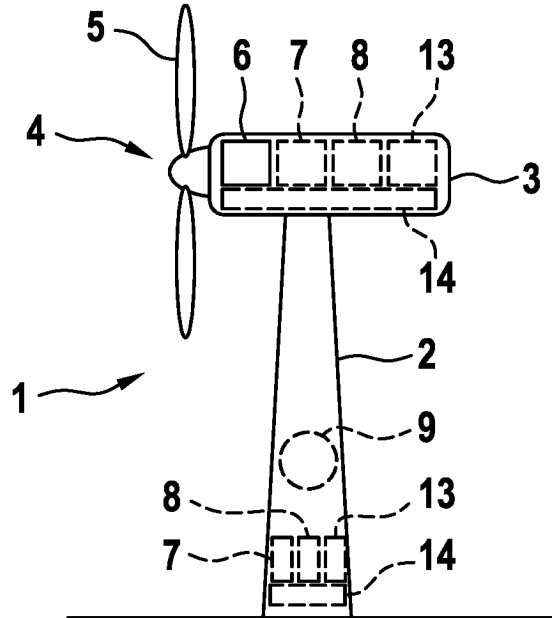


Fig. 2

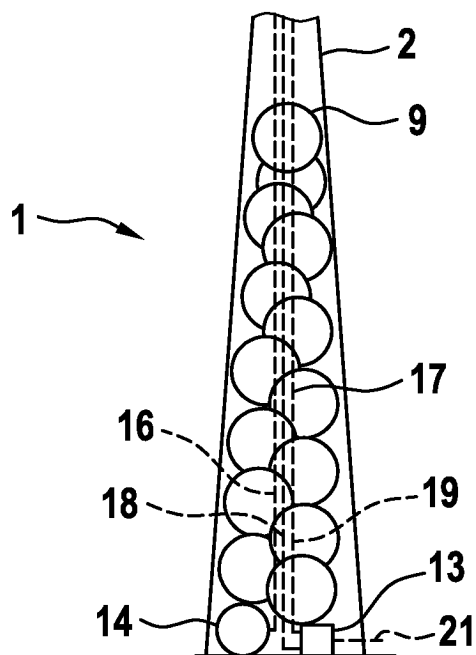


Fig. 3

