

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50687/2020  
(22) Anmeldetag: 14.08.2020  
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2022

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04007** (2016.01)  
**H01M 8/04537** (2016.01)  
**C25B 1/042** (2021.01)  
**C25B 15/021** (2021.01)  
**H01M 8/124** (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 2869377 A1  
WO 2019058579 A1  
US 2009325014 A1

(71) Patentanmelder:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Reichholf David Dipl.Ing.  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Gamper Bettina Dr.  
8020 Graz (AT)

(54) **Gaserzeugungsvorrichtung zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gaserzeugungsvorrichtung (10) zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas (NG), aufweisend ein Brennstoffzellensystem (100) mit wenigstens einem Brennstoffzellenstapel (110) zur Umwandlung von Zuführgas (ZG) in das Nutzgas (NG) und zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) zur Erzeugen von Zuführwärme zur direkten und/oder indirekten Zufuhr zum Brennstoffzellensystem (100) für ein Aufheizen des Brennstoffzellensystems (100), weiter aufweisend eine Verteilungsvorrichtung (20) mit einem Eingangsanschluss (22) zum elektrischen Anschluss an wenigstens einen Stromerzeuger (300) und einem Brennstoffzellen-Anschluss (24) zum elektrischen Anschluss an das Brennstoffzellensystem (100) sowie zumindest einem Heiz-Anschluss (26) zum elektrischen Anschluss an die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200), wobei die Verteilungsvorrichtung (20) ein Kontrollmodul (21) aufweist für ein kontrolliertes Aufteilen der elektrischen Energie vom Eingangsanschluss (22) auf den Brennstoffzellen-Anschluss (24) und den zumindest einen Heiz-Anschluss (26).

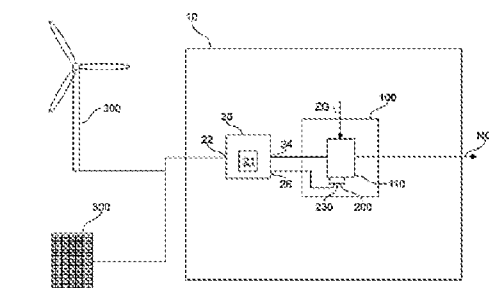


Fig. 1

## **Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gaserzeugungsvorrichtung (10) zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas (NG), aufweisend ein Brennstoffzellensystem (100) mit wenigstens einem Brennstoffzellenstapel (110) zur Umwandlung von Zuführgas (ZG) in das Nutzgas (NG) und zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) zur Erzeugen von Zufuhrwärme zur direkten und/oder indirekten Zufuhr zum Brennstoffzellensystem (100) für ein Aufheizen des Brennstoffzellensystems (100), weiter aufweisend eine Verteilungsvorrichtung (20) mit einem Eingangsanschluss (22) zum elektrischen Anschluss an wenigstens einen Stromerzeuger (300) und einem Brennstoffzellen-Anschluss (24) zum elektrischen Anschluss an das Brennstoffzellensystem (100) sowie zumindest einem Heiz-Anschluss (26) zum elektrischen Anschluss an die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200), wobei die Verteilungsvorrichtung (20) ein Kontrollmodul (21) aufweist für ein kontrolliertes Aufteilen der elektrischen Energie vom Eingangsanschluss (22) auf den Brennstoffzellen-Anschluss (24) und den zumindest einen Heiz-Anschluss (26).

Fig. 1

## **Gaserzeugungsvorrichtung zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gaserzeugungsvorrichtung zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas sowie ein Verfahren für ein Verteilen von fluktuierender elektrischer Energie in einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung.

Es ist bekannt, dass Gaserzeugungsvorrichtungen eingesetzt werden sollen, um elektrische Energie in ein speicherbares Nutzgas umzuwandeln. Umgekehrt kann dieses Nutzgas wiederum in elektrische Energie rückgewandelt werden. Dies nimmt in der Bedeutung insbesondere dadurch zu, dass es immer wichtiger wird, Energiesysteme zu dekarbonisieren. Regenerativen Energieerzeugern ist es gemeinsam, dass die Energieerzeugung häufig mit stark fluktuierenden Erzeugungsleistungen erfolgt. Am Beispiel einer Windenergieanlage ist dies gut ersichtlich. Bei hohen Windgeschwindigkeiten führt dies dazu, dass mit einer hohen Erzeugungsleistung eine entsprechend große Menge an elektrischer Energie produziert wird. Sinkt die Windgeschwindigkeit, so reduziert sich auch die Erzeugungsleistung und die entsprechend produzierte elektrische Energie. Beim Anschluss an Netzwerke zum Verteilen der elektrischen Leistung führt dies dazu, dass entsprechend für die Netzstabilität eine Absicherung erfolgen muss. Darüber hinaus passt die erzeugte elektrische Energie häufig nicht zur aktuellen Abnahmesituation, sodass ein Zwischenspeichern der erzeugten elektrischen Energie gewünscht wird.

Bekannte Lösungen erlauben das Zwischenspeichern der elektrisch erzeugten Energie zum Beispiel in Batterievorrichtungen. Da diese jedoch entsprechend große Speicherkapazitäten aufweisen müssen und entsprechend ein hoher konstruktiver und finanzieller Aufwand betrieben werden muss, ist es auch bekannt, sogenannte Power-to-Gas-Verfahren einzusetzen, also aus der erzeugten elektrischen Energie speicherbares Nutzgas zu produzieren, welches später wieder in elektrische Energie zurückgewandelt werden kann. Eine Möglichkeit solcher bekannten Power-to-Gas-Verfahren ist die Verwendung von Brennstoffzellensystemen, welche durch die Anwendung des Elektrolyseprinzips aus der erzeugten elektrischen Energie speicherbares Nutzgas insbesondere in Form von wasserstoffhaltigem Gas machen und dieses Gas im umgekehrten Betrieb wieder entsprechend dem Brennstoffzellenprinzip in elektrische Energie umwandeln.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass bei Power-to-Gas-Verfahren die verwendeten Brennstoffzellen eine relativ träge Kontrollfunktionalität aufweisen. Mit anderen Worten sind Brennstoffzellen üblicherweise durch ihr Konstruktionsprinzip dafür ausgelegt an einem möglichst konstanten Betriebspunkt betrieben zu werden. Insbesondere bei Hochtemperaturbrennstoffzellen würde ein längerer Teillastbetrieb oder ein Standby-Betrieb zum Auskühlen des Systems führen, was in weiterer Folge wiederum mit entsprechenden Aufheizzeiten verbunden ist, um höhere Lastpunkte bedienen zu können. Eine Belastung der Zellen hängt nämlich direkt mit dem Temperaturniveau derselben zusammen. Dies beruht insbesondere auf der Tatsache, dass bei Brennstoffzellen eine Mehrzahl von Brennstoffzellen in Brennstoffzellenstapeln angeordnet sind, wobei die Zellspannung jeder Brennstoffzelle einen maximalen Zellenspannungswert nicht überschreiten soll. Dieser maximale Spannungswert korreliert mit dem elektrischen Widerstand in der jeweiligen Brennstoffzelle, welcher wiederum mit der Temperatur in der jeweiligen Brennstoffzelle korreliert. Je höher die Temperatur einer Brennstoffzelle ist, so geringer ist der Widerstand und desto geringer auch die Spannung. Dies führt dazu, dass bei hoher Temperatur eines Brennstoffzellensystems auch eine hohe Umsetzungsleistung, also eine große Menge an elektrisch erzeugter Energie, in Nutzgas umgewandelt werden kann. Bei niedrigen Temperaturen des Brennstoffzellensystems führt dies zu einem entsprechend niedrigen Betriebspunkt mit einer niedrigen Umsetzungsrate von elektrischer Energie in Nutzgas. Mit anderen Worten ist die Temperatur ein entscheidender Parameter, um bei trägen Brennstoffzellensystemen die Umsetzung von Zuführgas in Nutzgas zu steuern beziehungsweise zu regeln.

Bei bekannten Lösungen führt dies dazu, dass ein stark fluktuierender erzeugter Strom in Form einer Erzeugungsleistung nur teilweise durch den trägen Betrieb der Brennstoffzelle auch tatsächlich in Nutzgas umgewandelt werden kann. Steigt beispielsweise die Erzeugungsleistung durch eine Windböe stark an, so wird dieser starke Anstieg des erzeugten Stroms nur zu einem geringen Teil in Nutzgas in der Brennstoffzelle umgesetzt werden können, da die Brennstoffzelle nur sehr träge reagiert und dementsprechend dem schnellen Anstieg der Erzeugungsleistung nicht mit einem gleich schnellen Anstieg der Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems folgen kann. In gleicher Weise kann bei einem starken Absinken der Erzeugungsleistung die Brennstoffzelle nur in einem gewissen Grad diesem Absinken folgen, so dass ebenfalls ein Betrieb des Brennstoffzellensystems mit reduzierter Effizienz die Folge ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise die Effizienz bei der Herstellung von Nutzgas zu verbessern.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Gaserzeugungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß dient eine Gaserzeugungsvorrichtung zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas. Hierfür weist die Gaserzeugungsvorrichtung ein Brennstoffzellensystem mit wenigstens einem Brennstoffzellenstapel zur Umwandlung von Zuführgas in das Nutzgas auf. Weiter ist zumindest eine elektrische Heizvorrichtung vorgesehen zum Erzeugen von elektrischer Zuführwärme zur direkten und/oder indirekten Zufuhr zum Brennstoffzellensystem für ein Aufheizen des Brennstoffzellensystems. Weiter weist die Gaserzeugungsvorrichtung eine Verteilungsvorrichtung mit einem Eingangsanschluss zum elektrischen Anschluss an wenigstens einen Stromerzeuger auf. Die Verteilungsvorrichtung ist darüber hinaus mit einem Brennstoffzellen-Anschluss zum elektrischen Anschluss an das Brennstoffzellensystem sowie zumindest einem Heiz-Anschluss zum elektrischen Anschluss an die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung ausgestattet. Darüber hinaus weist die Verteilungsvorrichtung ein Kontrollmodul auf für ein kontrolliertes Aufteilen der elektrischen Energie vom Eingangsanschluss auf den Brennstoffzellen-Anschluss und den zumindest einen Heiz-Anschluss.

Erfindungsgemäß wird eine Kopplungsmöglichkeit zur Verfügung gestellt, um von Stromerzeugern erzeugten elektrischen Strom in ein Nutzgas zur Zwischenspeicherung umzusetzen. Dieses System der Gaserzeugungsvorrichtung basiert auf dem Elektrolyseprinzip und setzt hierfür ein Brennstoffzellensystem ein. Dieses Brennstoffzellensystem weist zumindest einen Brennstoffzellenstapel auf, welcher überei-

nander gestapelte einzelne Brennstoffzellen miteinander kombiniert. Zuführgas, insbesondere wasserhaltiges Zuführgas, zum Beispiel in Form von Wasserdampf, wird dem Brennstoffzellenstapel zugeführt und dort unter der ebenfalls zugeführten elektrischen Energie in Wasserstoff und Sauerstoff umgesetzt. Der Wasserstoff stellt dabei das Nutzgas dar und wird anschließend zum Beispiel mit Hilfe eines Verdichters in einem entsprechenden Nutzgastank zwischengespeichert. Bei dem Brennstoffzellensystem handelt es sich dabei insbesondere um sogenannte Festoxidbrennstoffzellen, welche auch als SOEC-Brennstoffzellen bezeichnet werden. Die Betriebstemperaturen solcher Brennstoffzellensysteme liegen vorteilhafter Weise in einem Bereich von circa 500 Grad Celsius bis circa 1000 Grad Celsius.

In einem stationären Betrieb wird über einen Stromerzeuger, welcher beispielsweise ein regenerativer Stromerzeuger ist, insbesondere in Form einer Windenergieanlage und/oder einer Photovoltaikanlage, elektrischer Strom als Erzeugungsleistung erzeugt. Dieser elektrische Strom wird über den Eingangsanschluss der Verteilungsvorrichtung der erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung zugeführt. Dort kann nun entschieden werden, wie sich die Erzeugungsleistung zur aktuellen Betriebssituation des Brennstoffzellensystems verhält. Im einfachsten Fall entspricht die Erzeugungsleistung im Wesentlichen der aktuellen Betriebssituation, sodass die erzeugte Erzeugungsleistung über den Brennstoffzellen-Anschluss dem Brennstoffzellenstapel zugeführt und dort vollständig oder im Wesentlichen vollständig der Umsetzung vom Zuführgas in das Nutzgas zur Verfügung gestellt wird. Findet beispielsweise eine deutliche Erhöhung, zum Beispiel durch eine starke Windböe an einer Windenergieanlage, statt, so erhöht sich entsprechend auch die Erzeugungsleistung am Eingangsanschluss der Verteilungsvorrichtung. Diesem schnellen Anstieg kann, aufgrund der bereits erläuterten Trägheit des Brennstoffzellensystems, nicht durch einen entsprechend schnellen Anstieg der Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems gefolgt werden. Mit anderen Worten steht also eine Überproduktion an elektrischer Energie zur Verfügung, die bei den bekannten Lösungen nun nicht der Umsetzung in Nutzgas zur Verfügung gestellt werden könnte, sondern vielmehr abgeregelt worden wäre.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Gaserzeugungsvorrichtung ist nun jedoch die Verteilungsvorrichtung mit zumindest einem Heiz-Anschluss ausgestattet. Über diesen Heiz-Anschluss ist es möglich, bei einem Fall, wie er voranstehend erläutert worden ist, die überschüssige Erzeugungsleistung nicht abzuregeln, sondern

vielmehr zumindest einer elektrischen Heizvorrichtung zuzuführen. Diese eine elektrische Heizvorrichtung erzeugt nun auf Basis dieser überschüssigen elektrischen Erzeugungsleistung Wärmeenergie, welche direkt oder indirekt dem Brennstoffzellensystem zugeführt wird.

Wie bereits erläutert worden ist, hängt die Betriebssituation und damit auch der Betriebspunkt des Brennstoffzellensystems unter anderem von der Temperatur des Brennstoffzellenstapels beziehungsweise der einzelnen Brennstoffzellen ab. Je höher die Temperatur ist, umso größer ist auch die Umsetzungsmöglichkeit und damit die Effizienz bei der Herstellung von Nutzgas. Dies erlaubt es also, in Form einer Power-to-Heat-Lösung überschüssige Energie bei einem schnellen Anstieg der Erzeugungsleistung nicht wie bei den bekannten Lösungen abzuregeln, sondern vielmehr in Wärme umzusetzen, welche wiederum dem Brennstoffzellenstapel direkt über Kontakt (beispielsweise über Wärmetauscher) oder Fluide beziehungsweise indirekt über andere Systeme zugeführt werden kann. Die Erhöhung der Temperatur erhöht den Betriebspunkt und erleichtert es damit, die Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems schneller zu steigern als dies ohne diese separate Heizmöglichkeit der Fall wäre. Mit anderen Worten wird es nun möglich mit Hilfe einer zusätzlichen Power-to-Heat-Funktionalität die bestehende Power-to-Gas-Funktionalität des Brennstoffzellensystems zu ergänzen und damit die Umsetzungsmöglichkeit von elektrischem Strom auch bei überschüssiger Erzeugungsleistung zu optimieren beziehungsweise zu maximieren.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsanlage die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung als Dampferzeuger ausgebildet ist zur Erzeugung von Wasserdampf als Zuführgas zum Brennstoffzellenstapel. Ein solcher Dampferzeuger ist im einfachsten Fall ein elektrischer Dampferzeuger, welcher zum Beispiel in Form einer Widerstandsheizung flüssiges Wasser auf über 100 Grad Celsius erwärmt und auf diese Weise zum Verdampfen bringt. Der Wasserdampf kann direkt oder indirekt als Zuführgas für die Umsetzung in Nutzgas verwendet werden. Auch eine Mischung mit weiteren Zuführgaskomponenten ist im Sinne der vorliegenden Erfindung denkbar. Dadurch, dass Wasserdampf als Zuführgas bei der Umsetzung in Wasserstoff als Nutzgas auch bei normalen Betriebssituationen notwendig ist, kann es Vorteile mit sich bringen, wenn dieser Dampferzeuger bei einem normalen Betrieb, also ohne überschüssige Erzeugungsleistung, mit einem separaten Strom, beispielsweise aus einem Stromnetz, betrieben wird. Über-

schüssige Erzeugungsleistung führt also nun dazu, dass eine Zufuhr von elektrischer Energie von außen reduziert werden kann, sofern überschüssige Erzeugungsleistung vorliegt und über die Verteilungsvorrichtung an den Dampferzeuger als Heizvorrichtung überführt werden kann. Die Verwendung einer elektrischen Heizvorrichtung als Dampferzeuger führt also zu einer indirekten Zufuhr von Wärme zum Brennstoffzellensystem über das Medium der Dampferzeugung.

Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung der Dampferzeuger einen Dampfspeicher aufweist für ein Zwischenspeichern von erzeugtem Wasserdampf. Dampf, welcher vom Dampferzeuger zur Verfügung gestellt wird, hängt in der notwendigen Menge ebenfalls vom aktuellen Betriebspunkt des Brennstoffzellensystems ab. Es ist jedoch möglich, dass der Überschuss an Erzeugungsleistung so groß ist, dass er nur zum Teil mit der aktuell benötigten Wasserdampfmenge korreliert, welche zum aktuellen Betriebspunkt des Brennstoffzellensystems passt. Um nun sicherzustellen, dass ein möglichst großer Anteil der überschüssigen Erzeugungsleistung, insbesondere der gesamte Überschuss, auch gespeichert beziehungsweise verwendet werden kann, kann ein Dampfspeicher auch ein überproportionales Dampferzeugen ermöglichen, sodass bei später abgenommenem Überschuss der Erzeugungsleistung der bereits zu einem früheren Zeitpunkt erzeugte Dampf dem Betrieb des Brennstoffzellensystems zur Verfügung steht. Mit anderen Worten bildet der Dampfspeicher einen Wärmespeicherspeicher aus, welcher kurzfristige Spitzen im Überschuss der Erzeugungsleistung aufnehmen und später wieder abgeben kann. Insbesondere führt dies dazu, dass bei einem starken Absinken der Erzeugungsleistung, insbesondere unter die aktuelle Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems trotzdem ein hoher Wasserdampfstrom erzeugt werden kann, da dieser nun aus dem vorher gefüllten Dampfspeicher zur Verfügung gestellt wird. Dieser Dampfspeicher kann zum Beispiel ein oder mehrere Ausgangsventilvorrichtungen aufweisen und/oder ein oder mehrere Frischwasserzufuhren, um die Heizvorrichtung zu versorgen. Der Dampfspeicher selbst ist vorzugsweise zweiphasig ausgeführt, sodass immer ein gewisser Anteil an Wasserdampfphase und ein gewisser Teil an flüssiger Wasserphase vorliegen.

Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung als Wärmespeicher mit einem Thermofluid ausgebildet ist. Ein solches Thermofluid weist insbesondere einen Schmelzpunkt und/oder einen Siedepunkt von größer als ca. 100 Grad Celsius



auf und erlaubt es, die Wärme für einen späteren Zeitpunkt zusätzlich oder alternativ zu dem voranstehend beschriebenen Dampfspeicher zu speichern. Auch hier wird es also möglich, elektrische Energie aus einem Überschuss an Erzeugungsleistung in Wärme umzuwandeln und in dem Thermofluid zu speichern. Das Thermofluid kann die gespeicherte Wärme später, zum Beispiel zur Erzeugung von Dampf, an einen Dampferzeuger abgeben oder aber auch über andere Möglichkeiten, zum Beispiel ein Temperiersystem des Brennstoffzellensystems, dieses mit der gespeicherten Wärme versorgen.

Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung als Komponentenheizer für ein direktes Aufheizen wenigstens einer Komponente des Brennstoffzellensystems ausgebildet ist. Dabei handelt es sich insbesondere um einen Widerstandsheizer, welcher zum Beispiel über eine Kontaktierung der entsprechenden Komponente des Brennstoffzellensystems die Wärme über Wärmetransport, insbesondere über Wärmeleitung, auf das Brennstoffzellensystem überträgt. Dabei handelt es sich um eine besonders einfache Möglichkeit eine direkte Heizmöglichkeit für das Brennstoffzellensystem durch die elektrische Heizvorrichtung zur Verfügung zu stellen.

Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung als Fluidheizvorrichtung zum Heizen eines im Brennstoffzellensystem geführten Fluids ausgebildet ist. Darunter ist zu verstehen, dass Fluide, zum Beispiel das Zuführgas oder aber Kühl- oder Temperiermittel in einer Temperiertvorrichtung des Brennstoffzellensystems mit der Heizvorrichtung beheizt werden können, und durch den Strom des Fluids in und/oder durch das Brennstoffzellensystems einzelne Bereiche des Brennstoffzellensystems mit der übertragenen Wärme aufgeheizt werden können.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung die Verteilungsvorrichtung einen Batterie-Ausgang aufweist, an welchem eine elektrische Batterieeinheit zum Speichern elektrischer Energie angeschlossen ist, wobei das Kontrollmodul zusätzlich die elektrische Energie auch auf den Batterie-Ausgang aufteilt. Dabei handelt es sich um die Möglichkeit zusätzlich zu der Power-to-Heat-Funktionalität gemäß dem Kerngedanken der vorliegenden Erfindung auch elektrische Energie in einer Batterie zwischenspeichern. Dabei kann es sich um

eine chemische Batterie oder aber auch um einen Kondensatorenspeicher handeln. Der Kerngedanke ist dabei, dass diese elektrische Energie bidirektional in der Batterieeinheit gespeichert wird, also bei einer Unterversorgung durch die Erzeugungsleistung über die Verteilungsvorrichtung wieder aus der Batterieeinheit entladen werden kann, und auf diese Weise der Erzeugung von Nutzgas im Brennstoffzellensystem zeitversetzt zugeführt wird. Die Batterieeinheit erlaubt also ein kurzfristiges Auslagern und Zwischenspeichern von Erzeugungsspitzen und damit ein Überbrücken von kurzfristigen Erzeugungstätern in der elektrischen Erzeugungsleistung der Stromerzeuger.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung die Verteilungsvorrichtung einen Netzwerk-Anschluss für einen elektrischen Anschluss an ein Stromverteilnetzwerk aufweist, wobei das Kontrollmodul zusätzlich die elektrische Energie auch auf den Netzwerk-Anschluss aufteilt. Ein Stromverteilnetzwerk kann das öffentliche Stromnetz sein, sodass also Stromerzeuger das öffentliche Stromnetz über den Netzwerk-Anschluss mit einem Basisstrom versorgen. Über den Basisstrom hinaus kann das Brennstoffzellensystem betrieben werden und auf diese Weise parallel zur Versorgung des öffentlichen Stromnetzes auch die Nutzgasproduktion stattfinden. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die Verteilungsvorrichtung frei von einem solchen Netzwerk-Anschluss ausgebildet ist und damit für einen Inselbetrieb ausgelegt ist. In einem solchen Fall wird ausschließlich oder im Wesentlichen ausschließlich die Gaserzeugungsvorrichtung für die Produktion von Nutzgas verwendet. Insbesondere bei Off-Shore Anlagen kann dies große Vorteile mit sich bringen.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn die Gaserzeugungsvorrichtung reversibel betreibbar ausgebildet ist. Die Gaserzeugungsvorrichtung ist also derart ausgebildet, dass diese in einem Betriebsmodus ein bestimmtes Gas, insbesondere Wasserstoff, erzeugt und andererseits in einem weiteren Betriebsmodus dieses Gas entsprechend einer Energieumwandlung wiederum verbraucht. Insbesondere wird das Gas durch die erfindungsgemäße Gaserzeugungsvorrichtung wieder in elektrische Energie umgewandelt. Dies entspricht dann einem Brennstoffzellenbetrieb. Die elektrische Energie kann dann beispielsweise einem Stromnetz oder einem stationären Reaktor zugeführt werden.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung die elektrische Heizvorrichtung selbstverständlich in unterschiedlichster Weise ausgebildet sein kann. Auch ist darauf hinzuweisen, dass es Vorteile mit sich bringen kann, wenn zwei oder mehr gleiche und/oder unterschiedliche elektrische Heizvorrichtungen in der Gaserzeugungsvorrichtung miteinander kombiniert sind, um die erfindungsgemäßen Vorteile noch weiter zu verbessern und die Flexibilität in der Kontrolle der Gaserzeugungsvorrichtung zu erhöhen.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für ein Verteilen von fluktuierender elektrischer Energie in einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Bestimmen der Erzeugungsleistung an elektrische Energie von wenigstens einem Stromerzeuger an dem Eingangsanschluss,
- Bestimmen einer aktuellen Betriebsleistung eines aktuellen Betriebspunktes des Brennstoffzellensystems,
- Vergleichen der Erzeugungsleistung mit der aktuellen Betriebsleistung,
- Verteilen der Erzeugungsleistung auf den Heiz-Anschluss und den Brennstoffzellen-Anschluss auf Basis des Ergebnisses des Vergleichs.

Der Schritt des Verteilens kann dabei sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Weise erfolgen. Quantitative Verteilung ist dahingehend zu verstehen, dass ein prozentualer Anteil auf das Brennstoffzellensystem und ein weiterer prozentualer Anteil auf den wenigstens einen Heiz-Anschluss verteilt wird. Unter einem qualitativen Schalten kann verstanden werden, dass entweder der Heiz-Anschluss oder der Brennstoffzellen-Anschluss mit der entsprechenden Erzeugungsleistung versorgt wird. Durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Gaserzeugungsvorrichtung erläutert worden sind. Die Aufteilung kann dabei auf Basis eines Algorithmus, insbesondere mit einer Rückkopplung der erzielten Effizienzergebnisse, erfolgen. Auch die Verwendung von künstlicher Intelligenz in Form von neuronalen Netzwerken ist hier bei der Berücksichtigung der Verteilung in Form einer Verteilungsstrategie im Sinne der vorliegenden Erfindung denkbar.

Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren beim Verteilen der Erzeugungsleistung wenigstens einer der folgenden Parameter berücksichtigt wird:

- Maximale Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems,
- Minimale Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems,
- Maximale Produktionsmenge an Nutzgas,
- Effizienz des Betriebspunktes des Brennstoffzellensystems.

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass zwei oder mehr dieser Parameter bei der Verteilung berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung von maximaler und minimaler Betriebsleistung erlaubt, dass das Brennstoffzellensystem durch zu hohe oder zu niedrige Betriebsleistungen vor Beschädigungen zu schützen. Auch wird es möglich, die Effizienz des Brennstoffzellensystems und/oder die Effizienz der Produktionsleistung zu steigern. Dabei können selbstverständlich auch weitere Ziele dieser Verteilungsstrategie zugrunde gelegt werden. Ein möglicher Kerngedanke der Verteilungsstrategie ist es, eine möglichst große Umsetzung der Erzeugungsleistung in gespeicherte Energie in Form von produziertem Nutzgas zu erzielen.

Vorteile bringt es ebenfalls mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren die Erzeugungsleistung so verteilt wird, dass die Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems konstant bleibt und/oder die Änderung der Betriebsleistung einen maximalen Änderungsgradienten nicht überschreitet. Darunter ist zu verstehen, dass in dem Betrieb des Brennstoffzellensystems dieses die Trägheit in der Regelungsmöglichkeit berücksichtigt. Insbesondere wird versucht, den Betrieb des Brennstoffzellensystems möglichst konstant zu halten. Auch ist es möglich Änderungsgradienten, insbesondere unterschiedlich für den Anstieg und das Absenken der Betriebsleistung, zu berücksichtigen, um Beschädigungen des Systems zu vermeiden, gleichzeitig die Ausbeute an produziertem Nutzgas zu optimieren.

Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren bei der Verteilung der Erzeugungsleistung zusätzlich die Temperatur des Brennstoffzellensystems berücksichtigt wird. Darunter ist zu verstehen, dass die in dieser Anmeldung erläuterte Korrelation zwischen der Temperatur und dem Betriebspunkt beziehungs-

weise der Zellspannung im Brennstoffzellensystem bei der Verteilung der Erzeugungsleistung berücksichtigt wird. Dies erlaubt es, das Verfahren der erfindungsgemäßen Ausgestaltung mit noch höherer Effizienz hinsichtlich der Produktion des Nutzgases durchzuführen.

Ebenfalls Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren bei der Verteilung der Erzeugungsleistung zusätzlich ein Teil der Erzeugungsleistung auf eine Verdichtungsvorrichtung und/oder eine Speichervorrichtung zum Verdichten und/oder Speichern des Nutzgases verteilt wird. In Abhängigkeit der aktuellen Produktionssituation kann also überschüssige Erzeugungsleistung dazu verwendet werden, dass Nutzgas nicht einem anschließenden Nutzgasabnehmer zur Verfügung zu stellen, sondern über einen mechanischen Verdichter das Nutzgas in einem Nutzgasspeicher zu komprimieren. Idealerweise kann die dadurch entstehende Abwärme als elektrische Heizvorrichtung in erfindungsgemäßer Weise dem Brennstoffzellensystem zugeführt werden.

Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren die Verteilung der Erzeugungsleistung auf zumindest zwei, insbesondere unterschiedliche, elektrische Heizvorrichtungen erfolgt. Dabei kann zum Beispiel eine direkte und eine indirekte Heizvorrichtung miteinander kombiniert werden. Die Verwendung von zwei oder mehr elektrischen Heizvorrichtungen und die entsprechende Verteilung auf dieselben führt auch zu komplexen Heiz- und Speicherstrategien, bei der Verwendung und Umsetzung von überschüssiger Erzeugungsleistung. Dies führt zu einem erhöhten Grad an Flexibilität, insbesondere bei Energiesenken in der Erzeugungsleistung, welche durch gespeicherte Wärme ausgeglichen werden können.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren bei der Verwendung einer Heizvorrichtung mit einem Dampfspeicher und/oder bei Verwendung einer elektrischen Batterieeinheit der Füllgrad des Dampfspeichers und/oder der elektrischen Batterieeinheit bei der Verteilung der Erzeugungsleistung berücksichtigt wird. So kann sichergestellt werden, dass bei einer vollen Batterieeinheit diese nicht weiter mit elektrischer Energie versorgt wird. Auch kann berücksichtigt werden, dass immer eine Mindestmenge in der Batterieeinheit und/oder im Dampfspeicher verbleibt, um auf Basis von Erfahrungswerten eine gewünschte Pufferzeit oder Pufferkapazität für den Betrieb des Brennstoffzellensystems zur Verfügung zu stellen.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass bei einem Engpass an elektrischer Energie die Gaserzeugungsvorrichtung und/oder das Brennstoffzellensystem, falls reversibel ausgeführt, in jenen Betriebsmodus umgeschaltet wird, in welchem Nutzgas rückverstromt wird, also elektrische Energie erzeugt und z. B. dem Stromnetz oder anderen Verbrauchern zugeführt wird.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1        eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung,
- Fig. 2        eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung,
- Fig. 3        eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung,
- Fig. 4        eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung,
- Fig. 5        eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung,
- Fig. 6        ein möglicher Verlauf einer Erzeugungsleistung,
- Fig. 7        der Verlauf der Figur 6 im Vergleich zu einer Betriebsleistung,
- Fig. 8        eine Möglichkeit der Verteilung der Erzeugungsleistung,
- Fig. 9        die Ausführungsform der Figur 8 mit veränderter Betriebsleistung.

Die Figuren 1 bis 5 zeigen schematisch Beispiele für Gaserzeugungsvorrichtungen 10. Bei der Ausführungsform der Figur 1, wie bei den weiteren Figuren, sind hier Stromerzeuger 300 als regenerative Stromerzeuger 300 beispielsweise in Form einer Windenergieanlage und in Form einer Photovoltaikanlage dargestellt. Über einen Eingangsanschluss 22 kann die fluktuierende elektrische Energie als Erzeugungs-

leistung EL dem Brennstoffzellensystem 100 über die Verteilungsvorrichtung 20 zugeführt werden. Im Normalbetrieb wird also elektrische Energie als Erzeugungsleistung EL am Eingangsanschluss 22 der Verteilungsvorrichtung 20 zur Verfügung gestellt. Je nach Betriebssituation erfolgt ein Aufteilen dieser Erzeugungsleistung EL über das Kontrollmodul 21 auf das Brennstoffzellensystem 100 über den Brennstoffzellen-Anschluss 24 und wenigstens eine elektrische Heizvorrichtung 200 über den Heiz-Anschluss 26. Das Brennstoffzellensystem 100 ist hier mit mindestens einem Brennstoffzellenstapel 110 ausgebildet, welcher in der Lage ist unter Verwendung einer Elektrolysefunktionalität aus Zuführgas ZG, insbesondere einem wasserdampfhaltigen Zuführgas ZG ein Nutzgas NG, insbesondere wasserstoffhaltiges Nutzgas NG, zu erzeugen.

Für den Fall, dass eine überhöhte Erzeugungsleistung EL am Eingangsanschluss 22 anliegt, kann nun das Kontrollmodul 22 diesen Überschuss an Erzeugungsleistung EL an dem Brennstoffzellensystem 100 vorbeiführen und auf den einen Heiz-Anschluss 26 verteilen. Dieser Überschuss erlaubt es nun, bei der Figur 1 die elektrische Heizvorrichtung 200 in Form eines Komponentenheizers 230 mit elektrischer Energie zu versorgen. Gemäß der Figur 1 wird diese elektrische Energie im Komponentenheizer 32 dazu verwendet, einzelne Komponenten durch direkten Kontakt oder aber durch Erwärmung von strömendem Fluid, insbesondere von Temperierfluid, am Brennstoffzellenstapel 110 zu erwärmen. Die Funktionalität der Erwärmung wird später noch näher erläutert.

Die Figur 2 basiert auf der Ausführungsform der Figur 1. Jedoch ist hier als elektrische Heizvorrichtung 200 ein Dampferzeuger 210 dargestellt, welcher in der Lage ist, von einem nicht dargestellten Frischwasseranschluss flüssiges Wasser zumindest teilweise zu verdampfen und auf diese Weise wasserdampfhaltiges Zuführgas ZG zu erzeugen. Für den Fall, dass kein Überschuss aus Erzeugungsleistungen EL der Stromerzeuger 300 zur Verfügung steht, kann dieser Dampferzeuger 210 auch durch einen nicht näher dargestellten Netzwerk-Anschluss mit Strom zur Dampferzeugung versorgt werden. In bereits beschriebener Weise erfolgt die Aufteilung der elektrischen Erzeugungsleistung EL über das Kontrollmodul 21 der Verteilungsvorrichtung 20.

Die Figur 3 zeigt eine Weiterbildung der Ausführungsformen der Figuren 1 und 2. Der Dampferzeuger 210 ist hier zusätzlich mit einem Dampfspeicher 212 ausgestattet,

welcher als Zwischenpuffer für den erzeugten Dampf dient. Somit kann auch bei geringerer benötigter Dampfmenge im Brennstoffzellensystem 100 ein großer Überschuss an Erzeugungsleistung EL über den Dampferzeuger 210 in Dampf umgesetzt werden, da dieser temporär im Dampfspeicher 212 zwischengespeichert und später wieder als Zuführgas ZG dem Brennstoffzellenstapel 110 zugeführt werden kann.

Ebenfalls zeigt die Figur 3 eine Möglichkeit, wie ein Verdichter 40 produziertes Nutzgas NG in einer Speichervorrichtung 50 komprimiert speichern kann. Der für die Verdichtung notwendige Strom kann hier ebenfalls über das Kontrollmodul 21 und einen Verdichter-Anschluss 27 dem Verdichter 40 zugeführt werden.

In der Figur 4 ist dargestellt, dass im Vergleich zu den Insellösungen der Figuren 1, 2, 3 und 5 auch ein Anschluss an ein Stromverteilnetzwerk 400 über einen Netzwerk-Anschluss 29 möglich ist. Zusätzlich ist bei der Ausführungsform der Figur 4 die elektrische Heizvorrichtung 200 als Wärmespeicher 220 mit einem Thermofluid ausgestaltet, welches Thermofluid anschließend wieder der Dampferzeugung oder aber der anderweitigen Temperierung des Brennstoffzellenstapels 110 zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Figur 5 zeigt noch die Ausführungsform der Figur 1 mit einer zusätzlichen Batterieeinheit 30, welche über einen Batterie-Ausgang 28, kontrolliert über das Kontrollmodul 21, mit der Verteilungsvorrichtung 20 elektrisch verbunden ist. Die Kopplung der Batterieeinheit 30 ist bidirektional, sodass hier ein temporäres Auslagern eines Überschusses an Erzeugungsleistung EL möglich ist.

Die Figuren 6 bis 9 zeigen schematisch die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsvorrichtung 10. So zeigt die Figur 6 eine stark fluktuierende Erzeugungsleistung EL, welche beispielsweise auf fluktuierenden Windverhältnissen und/oder fluktuierenden Sonneneinstrahlungsverhältnissen der Stromerzeuger 300 basiert.

Die Figur 7 zeigt dazu die Trägheit der Betriebsleistung BL eines Brennstoffzellensystems 100. Dem starken Anstieg der Erzeugungsleistung EL kann die Betriebsleistung BL nur langsam folgen. Dann sinkt die Erzeugungsleistung EL stark ab, wobei die Betriebsleistung BL ein schnelleres Absinken eines Ansteigens ermöglichen kann und auf diese Weise der sinkenden Erzeugungsleistung EL folgt. Beim folgenden schnellen Anstieg der Erzeugungsleistung EL kann wiederum nur ein geringer Gradi-



ent im Anstieg für die Betriebsleistung BL ausgeführt werden, sodass der Bereich zwischen der Erzeugungsleistung EL und der Betriebsleistung BL bei den bekannten Lösungen als verlorene Energie zu betrachten ist.

Die Figur 8 zeigt nun, dass der Überschuss zwischen der Betriebsleistung BL und der Erzeugungsleistung EL auf den Heiz-Anschluss 26 verteilt wird. Mit anderen Worten wird die bei den bekannten Lösungen abzuregelnde überschüssige Energie der Erzeugungsleistung EL hier im Wesentlichen komplett dazu verwendet, eine elektrische Heizvorrichtung 200 mit dieser elektrischen Energie zu versorgen und auf diese Weise aus der elektrischen Energie dem Brennstoffzellensystem 100 Wärme zuzuführen.

Die Figur 9 zeigt nun, dass mit der zugeführten Wärme die Gradienten in Anstieg der Betriebsleistung BL gesteigert werden können. Während in gestrichelter Weise die alte Betriebsleistung BL eingezeichnet ist, kann durch das Zuführen von zusätzlicher Wärmeenergie nun die Betriebsleistung BL stärker über den gleichen Zeitraum ansteigen und gemäß der Vergleiche der Figuren 8 und 9 nun ein größerer Teil der Erzeugungsleistung EL auch tatsächlich in Produktion von Nutzgas NG umgesetzt werden. Es bleibt also zusammenzufassen, dass ein erfindungsgemäßes Verfahren nicht nur die Vernichtung oder Abregelung von überschüssiger Erzeugungsleistung EL vermeidet, sondern darüber hinaus durch die Rückführung von der zusätzlich erzeugten Wärme in das Brennstoffzellensystem 100 die Produktionsmenge an Nutzgas NG steigert.

Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**Bezugszeichenliste**

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| 10  | Gaserzeugungsvorrichtung    |
| 20  | Verteilungsvorrichtung      |
| 21  | Kontrollmodul               |
| 22  | Eingangsanschluss           |
| 24  | Brennstoffzellen-Anschluss  |
| 26  | Heiz-Anschluss              |
| 27  | Verdichter-Anschluss        |
| 28  | Batterie-Ausgang            |
| 29  | Netzwerk-Anschluss          |
| 30  | elektrische Batterieeinheit |
| 40  | Verdichtungsvorrichtung     |
| 50  | Speichervorrichtung         |
|     |                             |
| 100 | Brennstoffzellensystem      |
| 110 | Brennstoffzellenstapel      |
|     |                             |
| 200 | elektrische Heizvorrichtung |
| 210 | Dampferzeuger               |
| 212 | Dampfspeicher               |
| 220 | Wärmespeicher               |
| 230 | Komponentenheizer           |
|     |                             |
| 300 | Stromerzeuger               |
| 400 | Stromverteilnetzwerk        |
|     |                             |
| NG  | Nutzgas                     |
| ZG  | Zuführgas                   |
|     |                             |
| EL  | Erzeugungsleistung          |
| BL  | Betriebsleistung            |

### Patentansprüche

1. Gaserzeugungsvorrichtung (10) zur Umwandlung elektrischer Energie in speicherbares Nutzgas (NG), aufweisend ein Brennstoffzellensystem (100) mit wenigstens einem Brennstoffzellenstapel (110) zur Umwandlung von Zuführungsgas (ZG) in das Nutzgas (NG) und zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) zur Erzeugen von Zuführungswärme zur direkten und/oder indirekten Zufuhr zum Brennstoffzellensystem (100) für ein Aufheizen des Brennstoffzellensystems (100), weiter aufweisend eine Verteilungsvorrichtung (20) mit einem Eingangsanschluss (22) zum elektrischen Anschluss an wenigstens einen Stromerzeuger (300) und einem Brennstoffzellen-Anschluss (24) zum elektrischen Anschluss an das Brennstoffzellensystem (100) sowie zumindest einem Heiz-Anschluss (26) zum elektrischen Anschluss an die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200), wobei die Verteilungsvorrichtung (20) ein Kontrollmodul (21) aufweist für ein kontrolliertes Aufteilen der elektrischen Energie vom Eingangsanschluss (22) auf den Brennstoffzellen-Anschluss (24) und den zumindest einen Heiz-Anschluss (26).
2. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) als Dampferzeuger (210) ausgebildet ist zur Erzeugung von Wasserdampf als Zuführungsgas (ZG) zum Brennstoffzellenstapel (110).
3. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampferzeuger (210) einen Dampfspeicher (212) aufweist für ein Zwischenspeichern von erzeugtem Wasserdampf.
4. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) als Wärmespeicher (220) mit einem Thermofluid ausgebildet ist.
5. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) als Komponentenheizer (230) für ein direktes Aufheizen wenigstens einer Komponente des Brennstoffzellensystems (100) ausgebildet ist.

6. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine elektrische Heizvorrichtung (200) als Fluidheizvorrichtung zum Aufheizen eines im Brennstoffzellensystem (100) geführten Fluids ausgebildet ist.
7. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilungsvorrichtung (20) einen Batterie-Ausgang (28) aufweist an welchem eine elektrische Batterieeinheit (30) zum Speichern elektrischer Energie elektrisch angeschlossen ist, wobei das Kontrollmodul (21) zusätzlich die elektrische Energie auch auf den Batterie-Ausgang (28) aufteilt.
8. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilungsvorrichtung (20) einen Netzwerk-Anschluss (29) für einen elektrischen Anschluss an ein Stromverteilnetzwerk (400) aufweist, wobei das Kontrollmodul (20) zusätzlich die elektrische Energie auch auf den Netzwerk-Anschluss (29) aufteilt.
9. Gaserzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gaserzeugungsvorrichtung (10) reversibel betreibbar ausgebildet ist.
10. Verfahren für ein Verteilen von fluktuierender elektrischer Energie in einer Gaserzeugungsvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 9, aufweisend die folgenden Schritte:
  - Bestimmen der Erzeugungsleistung (EL) an elektrischer Energie von wenigstens einem Stromerzeuger (300) an dem Eingangs-Anschluss (22),
  - Bestimmen einer aktuellen Betriebsleistung (BL) eines aktuellen Betriebspunktes des Brennstoffzellensystems (100),
  - Vergleichen der Erzeugungsleistung (EL) mit der aktuellen Betriebsleistung (BL),

- Verteilen der Erzeugungsleistung (EL) auf den Heiz-Anschluss (24) und den Brennstoffzellen-Anschluss (26) auf Basis des Ergebnisses des Vergleichs.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verteilen der Erzeugungsleistung (EL) wenigstens einer der folgenden Parameter berücksichtigt wird:
- Maximale Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems (100)
  - Minimale Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems (100)
  - Maximale Produktionsmenge an Nutzgas (NG)
  - Effizienz des Betriebspunktes des Brennstoffzellensystems (100)
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erzeugungsleistung (EL) so verteilt wird, dass die Betriebsleistung (BL) des Brennstoffzellensystems (100) konstant bleibt und/oder die Änderung der Betriebsleistung (BL) einen maximalen Änderungsgradienten nicht überschreitet.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verteilung der Erzeugungsleistung (EL) zusätzlich die Temperatur des Brennstoffzellensystems (100) berücksichtigt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verteilung der Erzeugungsleistung (EL) zusätzlich ein Teil der Erzeugungsleistung (EL) auf eine Verdichtungs Vorrichtung (40) und/oder eine Speichervorrichtung (50) zum Verdichten und/oder Speichern des Nutzgases (NG) verteilt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilung der Erzeugungsleistung (EL) auf zumindest zwei, insbesondere unterschiedliche, elektrische Heizvorrichtungen (200) erfolgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verwendung einer Heizvorrichtung (200) mit einem Dampfspeicher (212) und/oder bei Verwendung einer elektrischen Batterieeinheit (30)

der Füllgrad des Dampfspeichers (212) und/oder der elektrischen Batterieeinheit (30) bei der Verteilung der Erzeugungsleistung (EL) berücksichtigt wird.

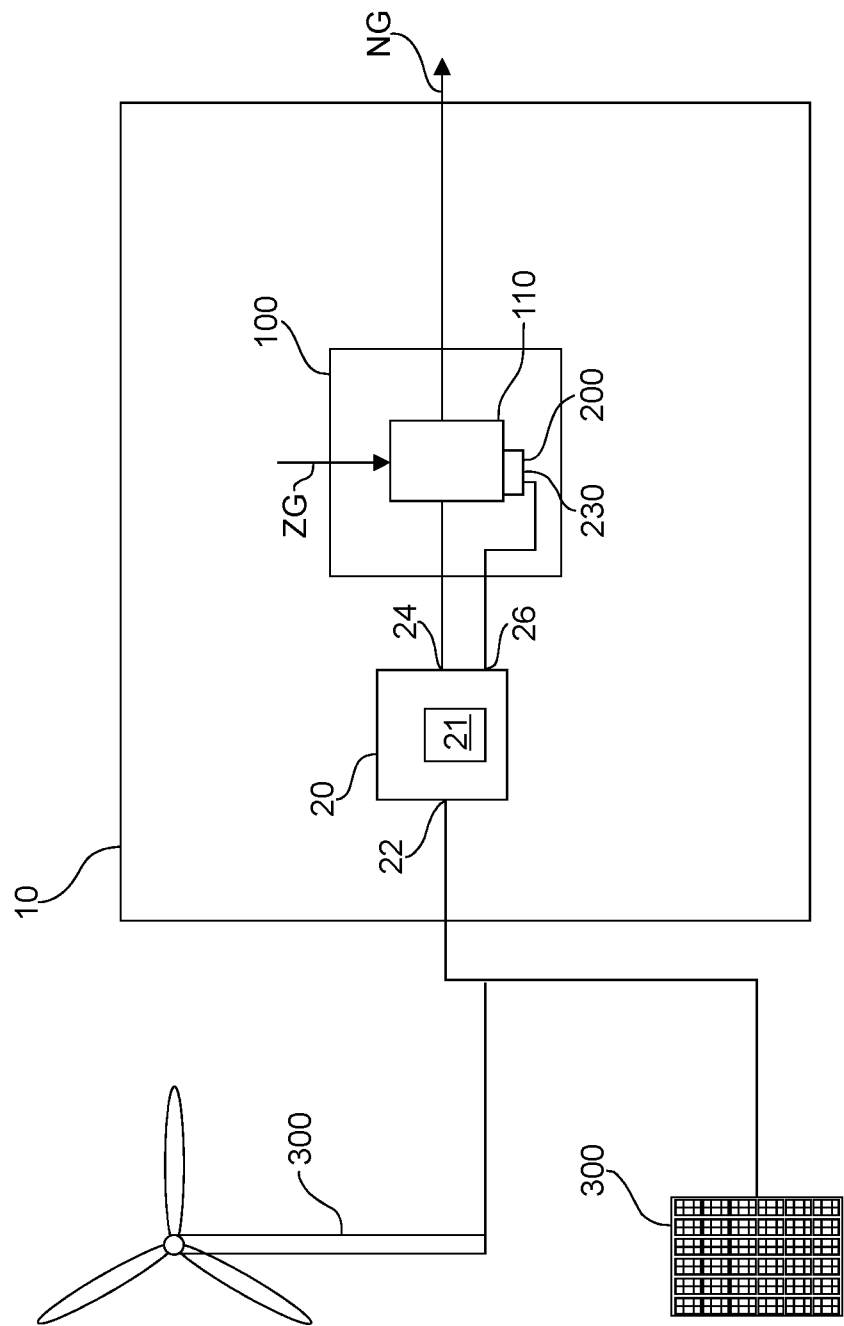


Fig. 1

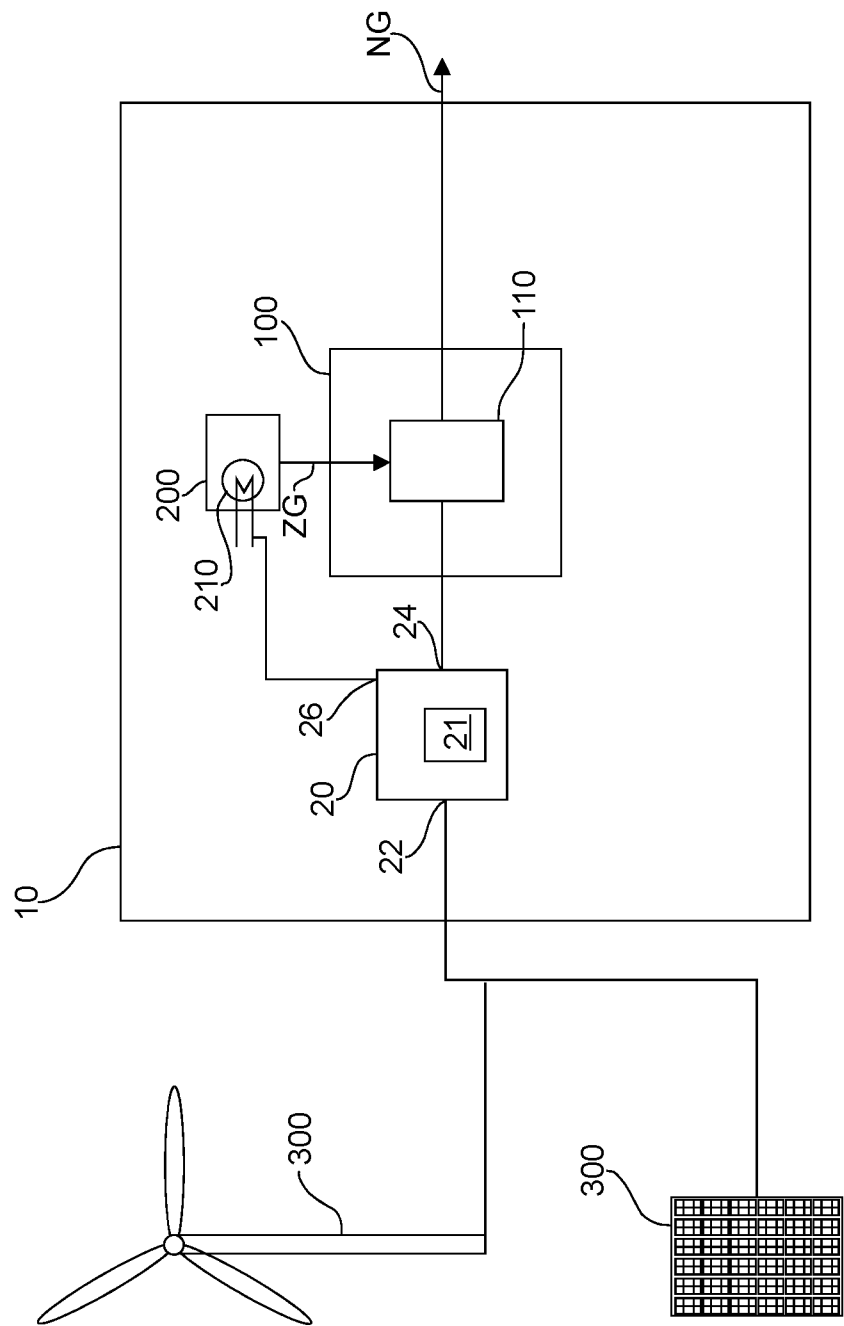


Fig. 2



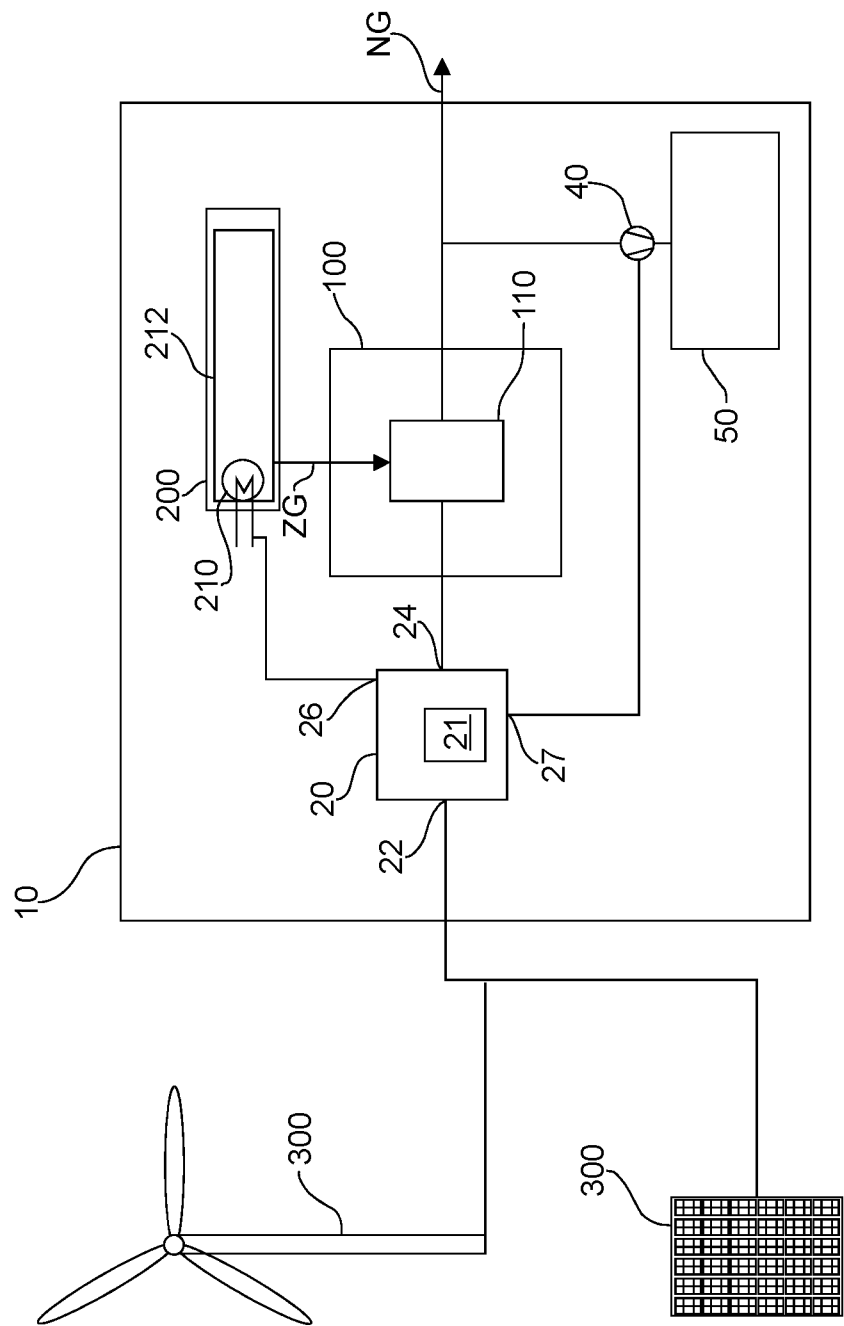


Fig. 3

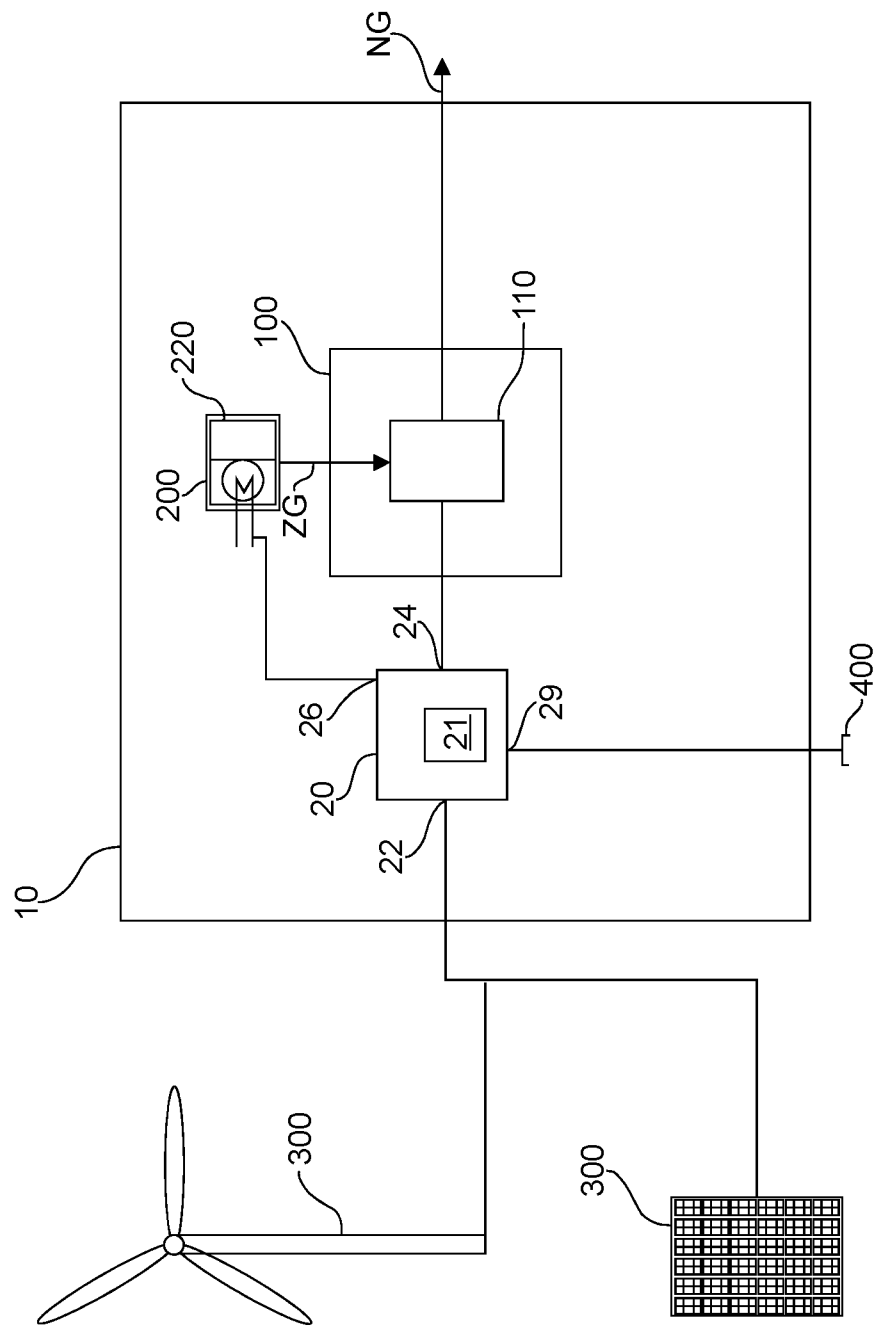


Fig. 4

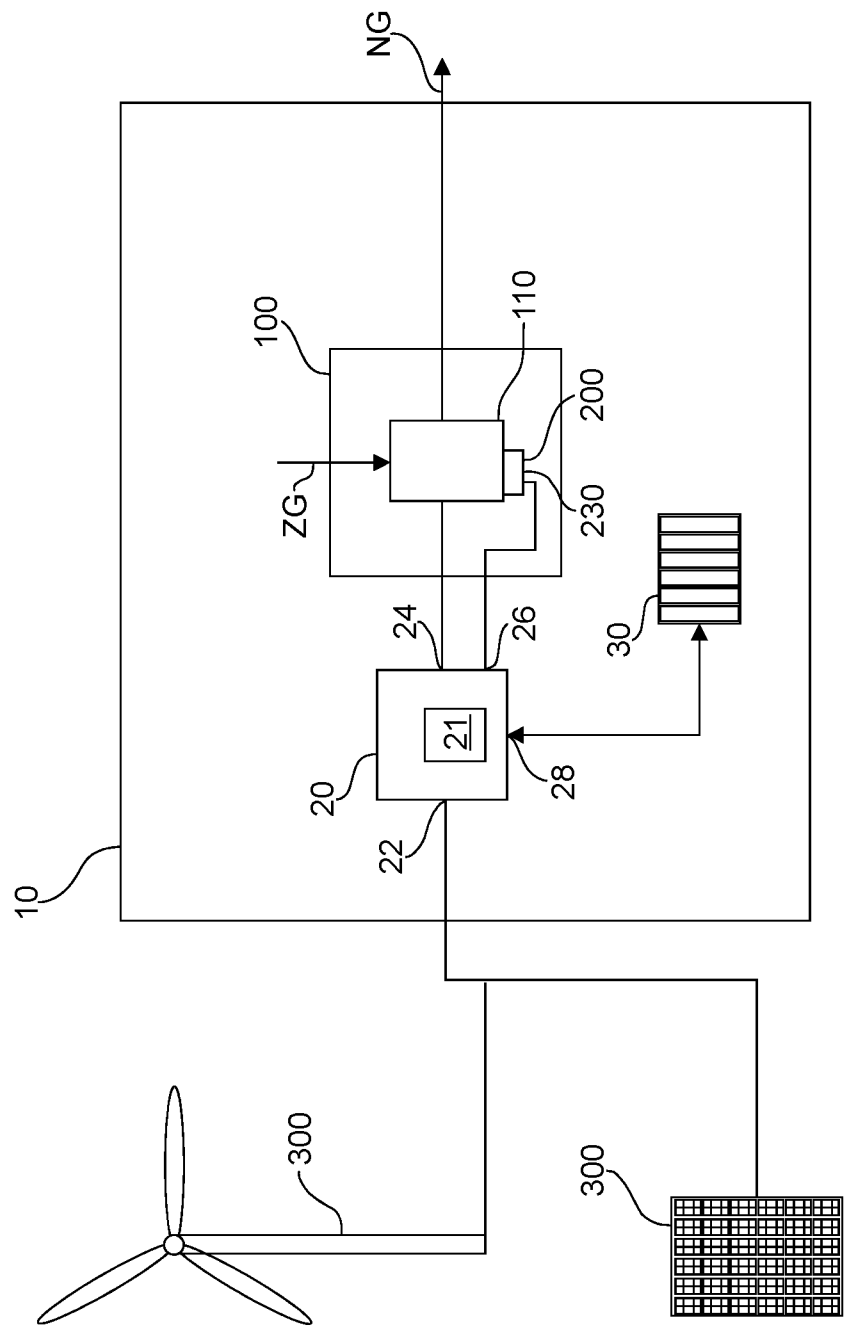


Fig. 5

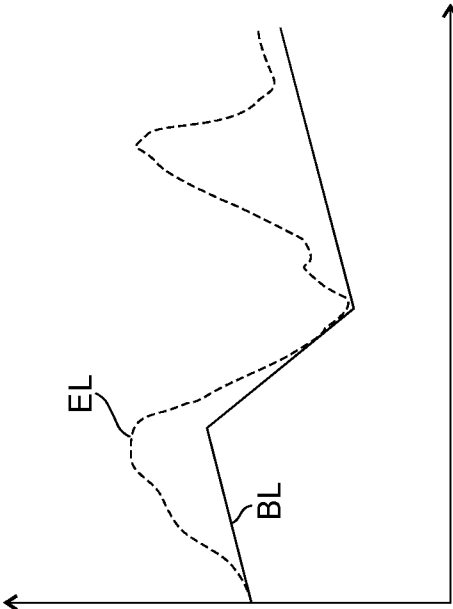


Fig. 7

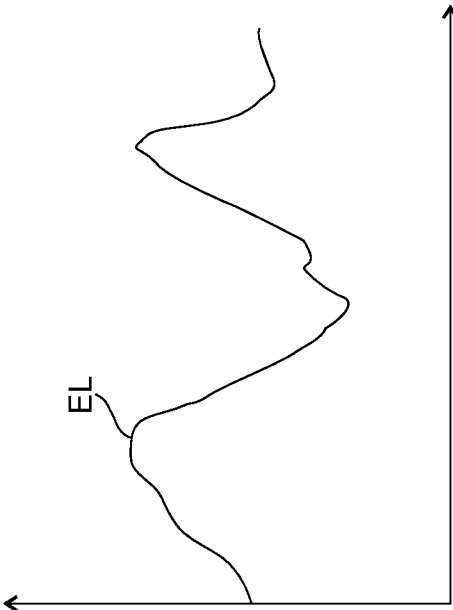


Fig. 6

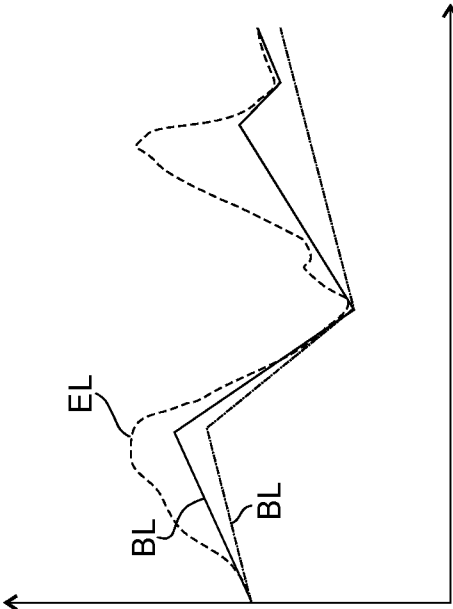


Fig. 9

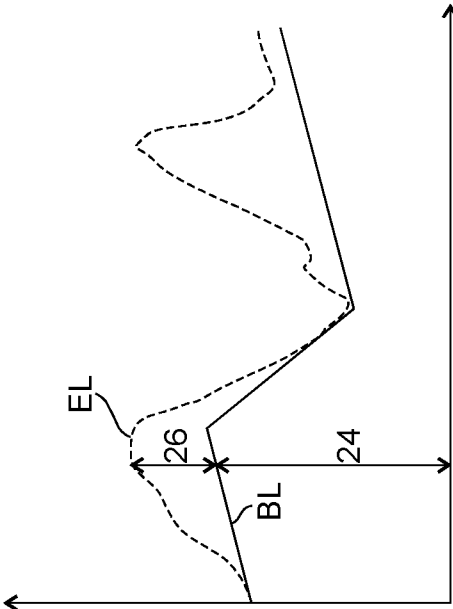


Fig. 8