



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.11.2022 Patentblatt 2022/48

(21) Anmeldenummer: **22174760.3**

(22) Anmeldetag: **23.05.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24D 18/00 ^(2022.01) **F24H 15/215** ^(2022.01)
F24H 15/219 ^(2022.01) **F24H 15/223** ^(2022.01)
F24H 15/242 ^(2022.01) **F24D 101/30** ^(2022.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24D 18/00; F24H 15/215; F24H 15/219;
F24H 15/223; F24H 15/242; F24D 2101/30;
F24D 2220/042; F24D 2220/046

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **25.05.2021 DE 102021113423**

(71) Anmelder: **GreenAge AG**
63303 Dreieich-Dreieichenhain (DE)

(72) Erfinder:
• **Büchting, Michael Andreas**
63225 Langen (DE)
• **Dähne, Mirko**
65428 Rüsselsheim (DE)
• **Siegel, Peter**
64546 Mörfelden-Walldorf (DE)

(74) Vertreter: **Liedtke & Partner Patentanwälte**
Gerhart-Hauptmann-Straße 10/11
99096 Erfurt (DE)

(54) **ENERGIEWANDLUNGSVORRICHTUNG MIT EINER BRENNSTOFFZELLENEINHEIT**

(57) Die Erfindung betrifft eine Energiewandlungs-
vorrichtung (100). Die Energiewandlungs-
vorrichtung (100) umfasst eine Brennstoffzelleneinheit (200) mit wenigstens einer Brennstoffzelle (B1 bis B6), die zum Erzeugen elektrischer Energie aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff (H) und Sauerstoff eingerichtet ist, eine Heizeinheit (400) mit einem Speicherbehälter (401) und wenigstens einem Heizelement (H1 bis H6), das zum Erhitzen einer Wärmeträgerflüssigkeit (W) eines Wärmeträgerkreislaufs in dem Speicherbehälter (401) mit von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugter elektrischer Energie eingerichtet ist, und eine Wärmeträgerkreislaufpumpe (P1), die zum Fördern der Wärmeträgerflüssigkeit (W) in dem Wärmeträgerkreislauf eingerichtet ist.

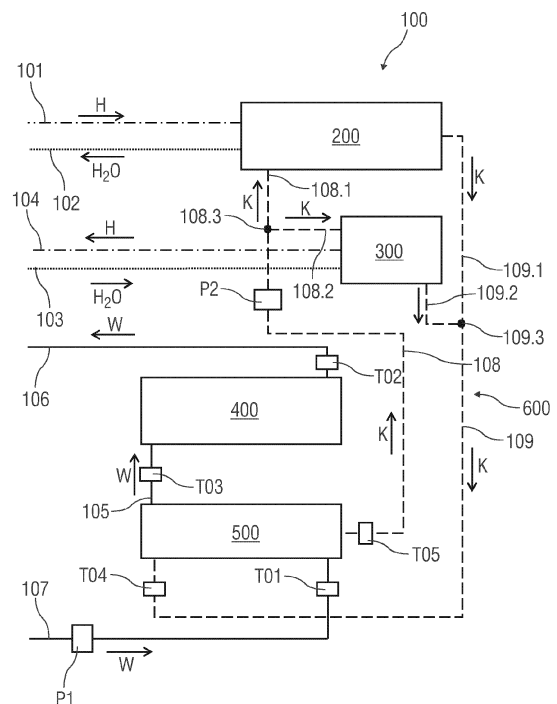


FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Energiewandlungsvorrichtung mit einer Brennstoffzelleneinheit, insbesondere eine Energiewandlungsvorrichtung zur Beheizung eines Gebäudes und Versorgung des Gebäudes mit elektrischem Strom.

[0002] Die meisten gegenwärtig verwendeten Heizungssysteme, auch Blockheizkraftwerke, verbrennen für die Erzeugung von Wärme und/oder elektrischem Strom Energieträger, wobei Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird. Insbesondere trifft dies auf Erdöl- und Erdgassysteme und mit Holz beziehungsweise Holzpellets befeuerte Anlagen zu. Brennstoffzellenheizungssysteme weisen dagegen Brennstoffzellen auf, mit denen durch eine chemische Redoxreaktion chemisch in Brennstoffen gebundene Energie direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Allerdings wird bei den meisten derzeit verwendeten Brennstoffzellenheizungssystemen für den Betrieb der Brennstoffzellen Wasserstoff verwendet, der aus Erdgas gewonnen wird. Daher ist auch bei diesen Heizungssystemen ein fossiler Brennstoff der Hauptenergieträger, bei dessen Verarbeitung Abgase, insbesondere Kohlenstoffdioxid, freigesetzt werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Energiewandlungsvorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit denen ohne Schadstoffemission oder mit nur sehr geringer Schadstoffemission Wärme und elektrischer Strom für ein Gebäude bereitgestellt werden können.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Energiewandlungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Eine erfindungsgemäße Energiewandlungsvorrichtung umfasst:

- eine Brennstoffzelleneinheit mit wenigstens einer Brennstoffzelle, die zum Erzeugen elektrischer Energie aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff eingerichtet ist,
- eine Heizeinheit mit einem Speicherbehälter und wenigstens einem Heizelement, das zum Erhitzen einer Wärmeträgerflüssigkeit eines Wärmeträgerkreislafs in dem Speicherbehälter mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugter elektrischer Energie eingerichtet ist, und
- eine Wärmeträgerkreislaufpumpe, die zum Fördern der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Wärmeträgerkreislauf eingerichtet ist.

[0007] Die Energiewandlungsvorrichtung ermöglicht eine autarke und von fossilen Energieträgern unabhängige Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserstoff und Sauerstoff zur Beheizung eines Gebäudes und Versorgung des Gebäudes mit elektrischem Strom. Dazu

umfasst die Energiewandlungsvorrichtung eine Brennstoffzelleneinheit, mit der aus Wasserstoff und Sauerstoff elektrische Energie erzeugt werden kann. Insbesondere wird kein fossiler Energieträger wie Erdgas benötigt, aus dem der Wasserstoff gewonnen wird.

[0008] Zum Beheizen eines Gebäudes wird mit der von der Brennstoffzelleneinheit erzeugten elektrischen Energie wenigstens ein Heizelement betrieben, mit dem in einem Speicherbehälter eine Wärmeträgerflüssigkeit eines Wärmeträgerkreislafs erhitzt wird. Beispielsweise wird die erhitzte Wärmeträgerflüssigkeit einem Wasserspeicher, beispielsweise einem Hygienespeicher, zugeführt, in dem Wärme der erhitzten Wärmeträgerflüssigkeit an Brauchwasser und/oder Heizungswasser des Gebäudes abgegeben wird. Die erfindungsgemäße Energiewandlungsvorrichtung kann somit insbesondere für Gebäude eingesetzt werden, die keine Anbindung an ein Energieversorgungsnetz aufweisen, beispielsweise in abgelegenen Gebieten.

[0009] Eine Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst Temperatursensoren, die zum Erfassen einer Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit nach oder bei dem Austreten aus dem Speicherbehälter und einer Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit vor oder bei dem Eintreten in den Speicherbehälter eingerichtet sind.

[0010] Durch die Erfassung der Ausgangstemperatur und der Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit kann insbesondere eine Temperaturdifferenz zwischen der Ausgangstemperatur und der Eingangstemperatur überwacht und erforderlichenfalls korrigiert werden. Diese Temperaturdifferenz wird für eine Steuerung oder Regelung der Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Wärmeträgerkreislauf benötigt.

[0011] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst einen Temperatursensor, der zum Erfassen einer Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter eingerichtet ist.

[0012] Die Erfassung der Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter ermöglicht insbesondere, diese Temperatur oberhalb einer vorgebbaren Mindesttemperatur zu halten. Mit anderen Worten ermöglicht dies, die Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter beim Unterschreiten der Mindesttemperatur durch die Heizeinheit auf eine Temperatur oberhalb der Mindesttemperatur zu erwärmen. Dadurch wird vermieden, dass die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter zu stark sinkt, wenn von dem Wärmeträgerkreislauf selbst keine Heizleistung angefordert wird. Dies ist vorteilhaft, weil ein Aufheizen der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter von einer zu stark gesunkenen Temperatur langwierig ist und somit ein zeitnahe Bereitstellen einer von dem Wärmeträgerkreislauf kurzfristig angeforderten Heizleistung verhindert.

[0013] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst einen Drucksensor, der zum Erfassen eines Druckes in dem Speicherbehälter einge-

richtet ist.

[0014] Die Erfassung des Druckes in dem Speicherbehälter ermöglicht insbesondere, den Druck in dem Speicherbehälter zu überwachen und einem kritischen Druckanstieg in dem Speicherbehälter entgegenzuwirken.

[0015] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst eine Steuer- und Regeleinheit, mit der die Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit nach oder bei dem Austreten aus dem Speicherbehälter und/oder die Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit vor oder bei dem Eintreten in den Speicherbehälter und/oder die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter und/oder der Druck in dem Speicherbehälter steuerbar und/oder regelbar sind. Die Steuer- und Regeleinheit kann ferner eine Schnittstelle zu einem Funknetz und/oder zu einem Datenwolkendienst für einen Fernzugriff auf die Steuer- und Regeleinheit aufweisen.

[0016] Die Steuer- und Regeleinheit ermöglicht insbesondere eine automatische Steuerung und/oder Regelung der Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in dem Speicherbehälter sowie der oben bereits genannten Temperaturdifferenz zwischen der Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit nach oder bei dem Austreten aus dem Speicherbehälter und der Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit vor oder bei dem Eintreten in den Speicherbehälter. Eine Schnittstelle der Steuer- und Regeleinheit zu einem Funknetz und/oder zu einem Datenwolkendienst ermöglicht vorteilhaft einen Fernzugriff auf die Steuer- und Regeleinheit, beispielsweise zum Zweck der Fernwartung, Fernüberwachung und/oder Fernsteuerung der Steuer- und Regeleinheit.

[0017] Bei einer weiteren Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung ist die Wärmeträgerkreislaufpumpe mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugter elektrischer Energie betreibbar.

[0018] Die vorgenannte Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung ermöglicht ein Betreiben auch der Wärmeträgerkreislaufpumpe mit von der

[0019] Brennstoffzelleneinheit erzeugter elektrischer Energie, so dass auch für das Betreiben der Wärmeträgerkreislaufpumpe keine externe Energiequelle benötigt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Wärmeträgerkreislaufpumpe direkt mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugtem Gleichstrom betreibbar ist. Dann entfallen auch ein Wechselrichter zum Betreiben der Wärmeträgerkreislaufpumpe mit Wechselstrom und Energieverluste, die bei der Umwandlung von der Brennstoffzelleneinheit erzeugten Gleichstroms in Wechselstrom für die Wärmeträgerkreislaufpumpe anfallen würden.

[0020] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst einen Kühlkreislauf für eine Kühlflüssigkeit zum Kühlen der wenigstens einen Brennstoffzelle und wenigstens eine in dem Kühlkreislauf angeordnete Wärmetauscheinheit, mit der Wärme von Kühlflüssigkeit des Kühlkreislaufs auf Wärmeträgerflüs-

sigkeit des Wärmeträgerkreislaufs vor dem Eintreten der Wärmeträgerflüssigkeit in den Speicherbehälter übertragbar ist.

[0021] Durch die Kopplung des Kühlkreislaufs mit dem Wärmeträgerkreislauf mittels wenigstens einer Wärmetauscheinheit kann Abwärme der wenigstens einen Brennstoffzelle genutzt werden, um die Wärmeträgerflüssigkeit des Wärmeträgerkreislaufs bereits vor dem Eintreten in den Speicherbehälter zu erwärmen, so dass die Leistung der Heizelemente gesenkt werden kann. Dadurch wird vorteilhaft der Wirkungsgrad der Energiewandlungsvorrichtung erhöht. Gleichzeitig wird in jeder Wärmetauscheinheit die durch das Kühlen der wenigstens einen Brennstoffzelle erwärmte Kühlflüssigkeit des Kühlkreislaufs abgekühlt und kann dann wieder zum Kühlen der wenigstens einen Brennstoffzelle verwendet werden.

[0022] Bei einer weiteren Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung ist wenigstens ein Heizelement der Heizeinheit direkt mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugtem Gleichstrom betreibbar.

[0023] Bei der Verwendung von Heizelementen, die direkt mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugtem Gleichstrom betrieben werden, entfallen beispielsweise ein Wechselrichter für mit Wechselstrom betriebene Heizelemente und damit verbundene Energieverluste zur Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst einen Wechselrichter, der eingerichtet ist, von der Brennstoffzelleneinheit erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, mit dem wenigstens ein Heizelement der Heizeinheit betreibbar ist.

[0025] Bei der vorgenannten Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung können auch mit Wechselstrom betreibbare Heizelemente verwendet werden. Dies kann beispielsweise vorteilhaft sein, wenn mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugtem Gleichstrom direkt betreibbare Heizelemente nicht oder nicht in ausreichender Anzahl oder mit ausreichender Leistung verfügbar sind.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der Energiewandlungsvorrichtung umfasst eine Elektrolyseeinheit, die wenigstens eine Elektrolysezelle zur Elektrolyse von Wasser aufweist. Dabei kann der Elektrolyseeinheit Wasser zuführbar sein, das von der Brennstoffzelleneinheit bei der chemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff abgegeben wird.

[0027] Die Elektrolyseeinheit wird beispielsweise mit elektrischer Energie betrieben, die von einer Energiequelle regenerativer Energie, beispielsweise von einer Photovoltaikanlage, von einer Wasserkraftanlage und/oder von einer Windkraftanlage, bereitgestellt wird. Dadurch kann elektrische Energie dieser Energiequelle zur Gewinnung von Wasserstoff eingesetzt werden, der beispielsweise in einer externen Speichereinheit gespeichert wird. Der Wasserstoff kann ferner beispielsweise später der Brennstoffzelleneinheit zugeführt werden. Die

Verwendung von der Brennstoffzelleneinheit erzeugten Wassers zur Elektrolyse durch die Elektrolyseeinheit ist vorteilhaft, weil von der Brennstoffzelleneinheit reines Wasser erzeugt wird, das insbesondere keine Algen oder andere Verunreinigungen aufweist und somit problemlos gespeichert und von der Elektrolyseeinheit verarbeitet werden kann.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Energiewandlungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche wird mit der Brennstoffzelleneinheit elektrische Energie aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt. Ferner wird mit der Heizeinheit eine Wärmeträgerflüssigkeit eines Wärmeträgerkreislaufs in dem Speicherbehälter mit von der Brennstoffzelleneinheit erzeugter elektrischer Energie erhitzt und mit der Wärmeträgerkreislaufpumpe wird die Wärmeträgerflüssigkeit in dem Wärmeträgerkreislauf gefördert.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht das Beheizen eines Gebäudes und Versorgen des Gebäudes mit elektrischem Strom durch eine erfindungsgemäße Energiewandlungsvorrichtung mit den oben genannten Vorteilen.

[0030] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0031] Darin zeigen:

- Figur 1 ein Blockfließbild eines Ausführungsbeispiels einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 2 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Brennstoffzelleneinheit einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 3 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Elektrolyseeinheit einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 4 eine schematische Frontansicht eines Ausführungsbeispiels einer Heizeinheit einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 5 eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Wärmetauscheinheit einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 6 eine perspektive Darstellung eines Gehäuses einer Energiewandlungsvorrichtung,
- Figur 7 schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Energiewandlungsvorrichtung mit einem geöffneten Gehäuse.

[0032] Einander entsprechende Teile sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0033] **Figur 1** (FIG 1) zeigt ein Blockfließbild eines Ausführungsbeispiels einer Energiewandlungsvorrichtung 100. Die Energiewandlungsvorrichtung 100 umfasst

eine Brennstoffzelleneinheit 200, eine Elektrolyseeinheit 300, eine Heizeinheit 400, eine Wärmetauscheinheit 500 und einen Kühlkreislauf 600. Dargestellt sind insbesondere schematisch Leitungen 101 bis 109, die die Einheiten 200, 300, 400, 500 verbinden und durch Pfeile dargestellte Fließrichtungen von Stoffströmen durch diese Leitungen 101 bis 109. Ausführungsbeispiele der Brennstoffzelleneinheit 200, Elektrolyseeinheit 300, Heizeinheit 400 und Wärmetauscheinheit 500 werden unten anhand der Figuren 2 bis 5 näher beschrieben.

[0034] Die Brennstoffzelleneinheit 200 ist zum Erzeugen eines elektrischen Gleichstroms aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff H und Sauerstoff eingerichtet, bei der Wasser H_2O entsteht. Wasserstoff H ist der Brennstoffzelleneinheit 200 über eine Wasserstoffzuführungsleitung 101 zuführbar. Sauerstoff für die Brennstoffzelleneinheit 200 wird der Umgebungsluft entnommen. Von der Brennstoffzelleneinheit 200 erzeugtes Wasser H_2O ist aus der Brennstoffzelleneinheit 200 über eine Wasserabführungsleitung 102 ableitbar.

[0035] Die Elektrolyseeinheit 300 ist zur Elektrolyse von Wasser H_2O eingerichtet, bei der Wasserstoff H gewonnen wird. Der Elektrolyseeinheit 300 ist Wasser H_2O über eine Wasserzuführungsleitung 103 zuführbar. Von der Elektrolyseeinheit 300 erzeugter Wasserstoff H ist aus der Elektrolyseeinheit 300 über eine Wasserstoffabführungsleitung 104 ableitbar. Die Elektrolyseeinheit 300 wird beispielsweise mit elektrischer Energie betrieben, die von einer externen Energiequelle regenerativer Energie, beispielsweise von einer Photovoltaikanlage, von einer Wasserkraftanlage und/oder von einer Windkraftanlage, bereitgestellt wird.

[0036] Die Heizeinheit 400 ist zum Erhitzen einer Wärmeträgerflüssigkeit W eines Wärmeträgerkreislaufs eingerichtet. Der Heizeinheit 400 ist zu erhitzende Wärmeträgerflüssigkeit W über eine Wärmeträgerverbindungsleitung 105 aus der Wärmetauscheinheit 500 zuführbar. Aus der Heizeinheit 400 ist erhitzte Wärmeträgerflüssigkeit W über eine Wärmeträgerabführungsleitung 106 ableitbar. Der Wärmetauscheinheit 500 ist Wärmeträgerflüssigkeit W über eine Wärmeträgerzuführungsleitung 107 zuführbar.

[0037] Von der Heizeinheit 400 erhitzte Wärmeträgerflüssigkeit W wird zum Erwärmen von Brauchwasser und/oder Heizungswasser eines Gebäudes verwendet. Beispielsweise wird die erhitzte Wärmeträgerflüssigkeit W einem Wasserspeicher, beispielsweise einem Hygienespeicher, zugeführt, in dem Wärme der erhitzten Wärmeträgerflüssigkeit W an das Brauchwasser und/oder Heizungswasser abgegeben wird. Über die Wärmeträgerabführungsleitung 106 und die Wärmeträgerzuführungsleitung 107 ist der Wärmeträgerkreislauf mit der Energiewandlungsvorrichtung 100 verbindbar.

[0038] In der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 ist eine Wärmeträgerkreislaufpumpe P1, beispielsweise eine Kreiselpumpe, angeordnet, mit der Wärmeträgerflüssigkeit W in dem Wärmeträgerkreislauf förderbar ist. Alternativ kann die Wärmeträgerkreislaufpumpe P1 auch

in der Wärmeträgerabführungsleitung 106 angeordnet sein. Beispielsweise ist die Wärmeträgerkreislaufpumpe P1 mit von der Brennstoffzelleneinheit 200 erzeugtem Gleichstrom betreibbar. Die Wärmeträgerflüssigkeit W ist beispielsweise Wasser. Mit der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 kann ferner beispielsweise eine externe Heizquelle, beispielsweise eine Solarthermieranlage oder eine mit Holz beziehungsweise Holzpellets befeuerbare Anlage, koppelbar sein, um Wärmeträgerflüssigkeit W in der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 zu erwärmen.

[0039] Der Kühlkreislauf 600 dient der Kühlung der Brennstoffzelleneinheit 200 und der Elektrolyseeinheit 300 durch eine Kühlflüssigkeit K des Kühlkreislaufs 600. Der Kühlkreislauf 600 umfasst eine Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108, über die der Brennstoffzelleneinheit 200 und der Elektrolyseeinheit 300 Kühlflüssigkeit K zuführbar ist, und eine Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109, über die Kühlflüssigkeit K aus der Brennstoffzelleneinheit 200 und der Elektrolyseeinheit 300 ableitbar ist. Die Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 verläuft von der Wärmetauscheinheit 500 zu einer Zuführungsleitungsverzweigung 108.3, an der sich die Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 in einen ersten Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.1, der zu der Brennstoffzelleneinheit 200 verläuft, und einen zweiten Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.2, der zu der Elektrolyseeinheit 300 verläuft, verzweigt. Die Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 verläuft von der Wärmetauscheinheit 500 zu einer Abführungsleitungsverzweigung 109.3, an der sich die Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 in einen ersten Kühlflüssigkeitsabführungsweig 109.1, der zu der Brennstoffzelleneinheit 200 verläuft, und einen zweiten Kühlflüssigkeitsabführungsweig 109.2, der zu der Elektrolyseeinheit 300 verläuft, verzweigt.

[0040] Der Kühlkreislauf 600 umfasst ferner eine Kühlkreislaufpumpe P2, beispielsweise eine Kreislumpumpe, mit der die Kühlflüssigkeit K in dem Kühlkreislauf 600 förderbar ist. In dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Kühlkreislaufpumpe P2 in der Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 zwischen der Wärmetauscheinheit 500 und der Zuführungsleitungsverzweigung 108.3 angeordnet. Alternativ kann die Kühlkreislaufpumpe P2 aber auch in der Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 zwischen der Abführungsleitungsverzweigung 109.3 und der Wärmetauscheinheit 500 angeordnet sein. Beispielsweise ist die Kühlkreislaufpumpe P2 mit von der Brennstoffzelleneinheit 200 erzeugtem Gleichstrom betreibbar. Die Kühlflüssigkeit K ist beispielsweise Wasser.

[0041] Die Wärmetauscheinheit 500 ist eingerichtet, Wärme von Kühlflüssigkeit K des Kühlkreislaufs 600, die der Wärmetauscheinheit 500 über die Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 zugeführt wird, auf Wärmeträgerflüssigkeit W des Wärmeträgerkreislaufs zu übertragen, die der Wärmetauscheinheit 500 über die Wärmeträgerzuführungsleitung 107 zugeführt wird.

[0042] In der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 ist ein Temperatursensor T01 angeordnet, der eingerichtet

ist, eine Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W vor dem Eintreten in die Wärmetauscheinheit 500 zu erfassen. In der Wärmeträgerabführungsleitung 106 ist ein Temperatursensor T02 angeordnet, der eingerichtet ist, eine Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W nach dem Austreten aus der Heizeinheit 400 zu erfassen. In der Wärmeträgerverbindungsleitung 105 ist ein Temperatursensor T03 angeordnet, der eingerichtet ist, eine Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W nach dem Austreten aus der Wärmetauscheinheit 500 und vor dem Eintreten in die Heizeinheit 400 zu erfassen.

[0043] In der Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 ist ein Temperatursensor T04 angeordnet, der eingerichtet ist, eine Eingangstemperatur der Kühlflüssigkeit K vor dem Eintreten in die Wärmetauscheinheit 500 zu erfassen. In der Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 ist ein Temperatursensor T05 angeordnet, der eingerichtet ist, eine Ausgangstemperatur der Kühlflüssigkeit K nach dem Austreten aus der Wärmetauscheinheit 500 zu erfassen.

[0044] Figur 2 (FIG 2) zeigt ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Brennstoffzelleneinheit 200. Die Brennstoffzelleneinheit 200 dieses Ausführungsbeispiels weist sechs Brennstoffzellen B1 bis B6 auf, die beispielsweise jeweils für eine maximale Leistung im Bereich von 1 kW bis 10 kW ausgelegt sind. Jeder Brennstoffzelle B1 bis B6 ist über die Wasserstoffzuführungsleitung 101 Wasserstoff H zuführbar. Dazu weist die Wasserstoffzuführungsleitung 101 zu jeder Brennstoffzelle B1 bis B6 einen Abzweig auf, in dem ein Ventil V11 bis V16 angeordnet ist, mit dem die Wasserstoffzuführung zu der Brennstoffzelle B1 bis B6 gesteuert, insbesondere gesperrt werden kann. In der Wasserstoffzuführungsleitung 101 ist außerdem ein weiteres Ventil V17 angeordnet, mit dem die Wasserstoffzufuhr zu allen Brennstoffzellen B1 bis B6 gesperrt werden kann.

[0045] Ferner ist jede Brennstoffzelle B1 bis B6 mit der Wasserabführungsleitung 102 verbunden, um der Wasserabführungsleitung 102 von der Brennstoffzelle B1 bis B6 erzeugtes Wasser H₂O zuzuleiten. Von der Brennstoffzelleneinheit 200 erzeugtes Wasser H₂O kann insbesondere der Elektrolyseeinheit 300 zugeführt werden und von dieser zur Erzeugung von Wasserstoff H verwendet werden. Dies ist vorteilhaft, weil von der Brennstoffzelleneinheit 200 reines Wasser H₂O erzeugt wird, das insbesondere keine Algen oder andere Verunreinigungen aufweist und somit problemlos gespeichert und von der Elektrolyseeinheit 300 verarbeitet werden kann.

[0046] Des Weiteren ist jede Brennstoffzelle B1 bis B6 sowohl mit dem ersten Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.1 der Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 als auch mit dem ersten Kühlflüssigkeitsabführungsweig 109.1 der Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 verbunden, um durch Kühlflüssigkeit K des Kühlkreislaufs 600 gekühlt werden zu können. Dazu weist der Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.1 zu jeder Brennstoffzelle B1 bis B6 einen Abzweig auf, in dem ein Ventil V05 bis V10 angeordnet ist, mit dem die Kühlflüssigkeitszuführung zu

der Brennstoffzelle B1 bis B6 gesteuert, insbesondere gesperrt werden kann. Der erste Kühlflüssigkeitsabfuhrungsweig 109.1 weist zu jeder Brennstoffzelle B1 bis B6 einen Abzweig auf, in dem ein Temperatursensor T10 bis T15 angeordnet ist, mit dem eine Temperatur der Kühlflüssigkeit K nach dem Austreten aus der Brennstoffzelle B1 bis B6 erfassbar ist. Dadurch kann insbesondere überwacht werden, ob die Brennstoffzellen B1 bis B6 ausreichend gekühlt werden und erforderlichenfalls kann einem Überhitzen einer Brennstoffzelle B1 bis B6 entgegengewirkt werden.

[0047] **Figur 3** (FIG 3) zeigt ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Elektrolyseeinheit 300. Die Elektrolyseeinheit 300 dieses Ausführungsbeispiels weist vier Elektrolysezellen E1 bis E4 auf, die beispielsweise jeweils für eine maximale Leistung im Bereich von 1 kW bis 5 kW ausgelegt sind. Die Elektrolysezellen E1 bis E4 sind mit elektrischer Energie betreibbar, die von einer Energiequelle, beispielsweise von einer Photovoltaikanlage und/oder von einer Wasserkraftanlage und/oder von einer Windkraftanlage, bereitgestellt wird. Ferner wird jede Elektrolysezelle E1 bis E4 durch ein Relais abgeschaltet, wenn die Energiequelle keine oder nicht genügend elektrische Energie bereitstellt, beispielsweise mit einer vorgebbaren zeitlichen Verzögerung nach einem Zeitpunkt, zu dem die von der Energiequelle bereitgestellte Energie einen vorgebbaren Schwellenwert unterschreitet.

[0048] Jeder Elektrolysezelle E1 bis E4 ist über die Wasserzuführungsleitung 103 Wasser H₂O zuführbar. Dazu weist die Wasserzuführungsleitung 103 zu jeder Elektrolysezelle E1 bis E4 einen Abzweig auf.

[0049] Die Wasserstoffabfuhrungsleitung 104 weist für jede Elektrolysezelle E1 bis E4 einen Abzweig auf, über den der Wasserstoffabfuhrungsleitung 104 von der Elektrolysezelle E1 bis E4 erzeugter Wasserstoff H zuführbar ist. Von der Elektrolyseeinheit 300 erzeugter Wasserstoff H wird einem externen Wasserstoffspeicher zugeführt und kann von diesem beispielsweise der Brennstoffzelleneinheit 200 zugeführt werden.

[0050] Des Weiteren ist jede Elektrolysezelle E1 bis E4 sowohl mit dem zweiten Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.2 der Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 als auch mit dem zweiten Kühlflüssigkeitsabfuhrungsweig 109.2 der Kühlflüssigkeitsabfuhrungsleitung 109 verbunden, um durch Kühlflüssigkeit K des Kühlkreislaufs 600 gekühlt werden zu können. Dazu weist der zweite Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.2 zu jeder Elektrolysezelle E1 bis E4 einen Abzweig auf, in dem ein Ventil V01 bis V04 angeordnet ist, mit dem die Kühlflüssigkeitszuführung zu der Elektrolysezelle E1 bis E4 gesteuert, insbesondere gesperrt werden kann. Der zweite Kühlflüssigkeitsabfuhrungsweig 109.2 weist zu jeder Elektrolysezelle E1 bis E4 einen Abzweig auf, in dem ein Temperatursensor T06 bis T09 angeordnet ist, mit dem eine Temperatur der Kühlflüssigkeit K nach dem Austreten aus der Elektrolysezelle E1 bis E4 erfassbar ist. Dadurch kann insbesondere überwacht werden, ob jede

Elektrolysezelle E1 bis E4 ausreichend gekühlt wird und erforderlichenfalls kann einem Überhitzen einer Elektrolysezelle E1 bis E4 entgegengewirkt werden.

[0051] **Figur 4** (FIG 4) zeigt schematisch eine Frontansicht eines Ausführungsbeispiels einer Heizeinheit 400. Die Heizeinheit 400 weist einen Speicherbehälter 401 auf, in dem Wärmeträgerflüssigkeit W durch Heizelemente H1 bis H6 mit von der Brennstoffzelleneinheit 200 erzeugtem Gleichstrom erhitzbar ist. Die Heizelemente H1 bis H6 sind beispielsweise jeweils als eine Heizpatrone ausgebildet, die auch als Heizstab oder Elektroheizstab bezeichnet wird und in den Speicherbehälter 401 hineinragt.

[0052] Beispielsweise weist jedes Heizelement H1 bis H6 ein Schraubgewinde auf, mit dem es in eine korrespondierende Öffnung 402 in einer Revisionsklappe 403 einschraubbar ist. Die Revisionsklappe 403 verschließt den Speicherbehälter 401 und wird mit mehreren Schraubverbindungen 404 an dem Speicherbehälter 401 montiert, wobei zwischen der Revisionsklappe 403 und dem Speicherbehälter 401 eine (nicht dargestellte) Dichtung angeordnet ist, um die Verbindung der Revisionsklappe 403 mit dem Speicherbehälter 401 abzudichten.

[0053] Jede Öffnung 402 für ein Heizelement H1 bis H6 in der Revisionsklappe 403 ist verschließbar, wenn in der Öffnung 402 kein Heizelement H1 bis H6 angeordnet ist. Dadurch kann die Anzahl der Heizelemente H1 bis H6 der Heizeinheit 400 geändert werden. Da die Heizelemente H1 bis H6 jeweils in eine Öffnung 402 der Revisionsklappe 403 einschraubbar und aus der Öffnung 402 ausschraubbar sind, können ferner Heizelemente H1 bis H6 unterschiedlicher Leistung verwendet werden. Dadurch kann die Heizleistung der Heizeinheit 400 vorteilhaft flexibel einem Heizbedarf angepasst werden.

[0054] Jedes Heizelement H1 bis H6 ist beispielsweise für eine maximale Leistung im Bereich von 1 kW bis 10 kW ausgelegt. Ferner wird jedes Heizelement H1 bis H6 durch ein Relais mit einer vorgebbaren zeitlichen Verzögerung nach dem Einschalten der Brennstoffzellen B1 bis B6 der Brennstoffzelleneinheit 200 eingeschaltet. Beispielsweise wird die zeitliche Verzögerung im Bereich von 3 s bis 5 s vorgegeben. Dadurch wird vorteilhaft verhindert, dass die Brennstoffzellen B1 bis B6 bei deren Anfahrbetrieb durch Energieanforderungen der Heizelemente H1 bis H6 überlastet werden.

[0055] In dem Speicherbehälter 401 sind ein Temperatursensor T16 und ein Drucksensor D angeordnet, mit denen eine Temperatur und ein Druck in dem Speicherbehälter 401 erfassbar sind. Dadurch können eine Temperatur und ein Druck in dem Speicherbehälter 401 überwacht und gesteuert oder geregelt werden. Der Temperatursensor T16 ist über eine erste Durchführung 405 in einer Frontwand des Speicherbehälters 401 elektrisch kontaktierbar. Der Drucksensor D ist über eine zweite Durchführung 406 in der Frontwand des Speicherbehälters 401 elektrisch kontaktierbar.

[0056] Der Speicherbehälter 401 weist einen Wärmeträgerzuführungsanschluss 407 auf, über den Wärme-

trägerflüssigkeit W in den Speicherbehälter 401 einleitbar ist. Ferner weist der Speicherbehälter 401 einen Wärmeträgerabführungsanschluss 408 auf, über den Wärmeträgerflüssigkeit W aus dem Speicherbehälter 401 ableitbar ist. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Speicherbehälter 401 über den Wärmeträgerzuführungsanschluss 407 mit der Wärmeträgerverbindungsleitung 105 und über den Wärmeträgerabführungsanschluss 408 mit der Wärmeträgerabführungsleitung 106 verbunden.

[0057] Außerdem weist der Speicherbehälter 401 einen verschließbaren Auslass 409 auf, durch den Wärmeträgerflüssigkeit W aus dem Speicherbehälter 401 abgelassen werden kann, beispielsweise für Wartungs- oder Umrüstarbeiten oder im Fall eines zu hohen Drucks in dem Speicherbehälter 401.

[0058] **Figur 5** (FIG 5) zeigt eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Wärmetauscheinheit 500. Die Wärmetauscheinheit 500 weist ein Wärmetauschgehäuse 501 auf, in dem ein Wärmetauschrohr 502 angeordnet ist, das zwischen einer ersten Gehäuseöffnung 503 und einer zweiten Gehäuseöffnung 504 des Wärmetauschgehäuses 501 verläuft, so dass die erste Gehäuseöffnung 503 und die zweite Gehäuseöffnung 504 jeweils Öffnungen zu dem Inneren des Wärmetauschrohrs 502 sind. In der Nähe der zweiten Gehäuseöffnung 504 ist eine dritte Gehäuseöffnung 505 des Wärmetauschgehäuses 501 angeordnet und in der Nähe der ersten Gehäuseöffnung 503 ist eine vierte Gehäuseöffnung 506 des Wärmetauschgehäuses 501 angeordnet. Die dritte Gehäuseöffnung 505 und die vierte Gehäuseöffnung 506 sind jeweils Öffnungen zu dem das Wärmetauschrohr 502 umgebenden Innenraum des Wärmetauschgehäuses 501.

[0059] Das Wärmetauschrohr 502 weist mehrere nebeneinander angeordnete und zueinander parallel verlaufende gerade Rohrabschnitte 507 auf, wobei je zwei benachbarte gerade Rohrabschnitte 507 durch einen gebogenen Rohrabschnitt 508 miteinander verbunden sind, so dass das Wärmetauschrohr 502 in dem Wärmetauschgehäuse 501 mäanderartig verläuft. Ferner sind in dem Wärmetauschgehäuse 501 Innenwände 509 angeordnet, die jeweils zwischen zwei benachbarten geraden Rohrabschnitten 507 verlaufen.

[0060] Beispielsweise wird, wie in Figur 5 angedeutet, durch die erste Gehäuseöffnung 503 Kühlfüssigkeit K aus der Kühlfüssigkeitsabführungsleitung 109 in das Wärmetauschrohr 502 geleitet. Die Kühlfüssigkeit K fließt durch das Wärmetauschrohr 502 und wird durch die zweite Gehäuseöffnung 504 in die Kühlfüssigkeitszuführungsleitung 108 geleitet. Durch die dritte Gehäuseöffnung 505 wird Wärmeträgerflüssigkeit W aus der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 in das Wärmetauschgehäuse 501 geleitet. Die Wärmeträgerflüssigkeit W fließt in dem Wärmetauschgehäuse 501 entlang der Außenoberfläche des Wärmetauschrohrs 502 zu der vierten Gehäuseöffnung 506 und wird durch sie in die Wärmeträgerverbindungsleitung 105 geleitet.

[0061] Alternativ kann beispielsweise durch die erste Gehäuseöffnung 503 Wärmeträgerflüssigkeit W aus der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 in das Wärmetauschrohr 502 geleitet werden. In diesem Fall fließt Wärmeträgerflüssigkeit W durch das Wärmetauschrohr 502 und wird durch die zweite Gehäuseöffnung 504 in die Wärmeträgerverbindungsleitung 105 geleitet. Durch die dritte Gehäuseöffnung 505 wird in diesem Fall Kühlfüssigkeit K aus der Wärmeträgerzuführungsleitung 107 in das Wärmetauschgehäuse 501 geleitet. Die Kühlfüssigkeit K fließt in dem Wärmetauschgehäuse 501 entlang der Außenoberfläche des Wärmetauschrohrs 502 zu der vierten Gehäuseöffnung 506 und wird durch sie in die Kühlfüssigkeitszuführungsleitung 108 geleitet.

[0062] In beiden Fällen wird in dem Wärmetauschgehäuse 501 von der Kühlfüssigkeit K Wärme an die Wärmeträgerflüssigkeit W abgegeben, das heißt die Kühlfüssigkeit K wird abgekühlt und die Wärmeträgerflüssigkeit W wird erwärmt.

[0063] **Figur 6** (FIG 6) zeigt eine perspektive Darstellung eines Gehäuses 110 einer Energiewandlungsvorrichtung 100. Das Gehäuse 110 weist eine Fronttür 111 auf, die geöffnet werden kann, beispielsweise für Wartungs-, Reparatur- oder Umrüstarbeiten.

[0064] **Figur 7** (FIG 7) zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Energiewandlungsvorrichtung 100 mit einem geöffneten Gehäuse 110. In dem Gehäuse 110 sind insbesondere die Brennstoffzelleneinheit 200, die Elektrolyseeinheit 300, die Heizeinheit 400, die Wärmetauscheinheit 500, eine Steuer- und Regeleinheit 700 und eine Batterie 800 angeordnet.

[0065] Die Steuer- und Regeleinheit 700 ist eingerichtet, die Energiewandlungsvorrichtung 100 zu steuern und/oder zu regeln. Insbesondere ist die Steuer- und Regeleinheit 700 eingerichtet, die Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W nach dem Austreten aus dem Speicherbehälter 401 der Heizeinheit 400, die Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W vor dem Eintreten in den Speicherbehälter 401, die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit W in dem Speicherbehälter 401 und den Druck in dem Speicherbehälter 401 zu steuern und/oder zu regeln. Die Steuerungseinheit 700 steuert die Ventile V1 bis V17, die Wärmeträgerkreislaufpumpe P1, die Kühlkreislaufpumpe P2 und die Heizelemente H1 bis H6 in Abhängigkeit von Sensorsignalen der Temperatursensoren T01 bis T16 und des Drucksensors D an. Die Steuer- und Regeleinheit 700 ist beispielsweise über ein Touchpad oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm bedienbar. Ferner weist die Steuer- und Regeleinheit 700 eine Schnittstelle zu einem Funknetz und/oder zu einem Datenwolkenklient für einen Fernzugriff auf die Steuer- und Regeleinheit 700 auf, beispielsweise zum Zweck der Fernwartung, Fernüberwachung und/oder Fernsteuerung der Steuer- und Regeleinheit 700.

[0066] Die Batterie 800 ist eingerichtet, die Energiewandlungsvorrichtung 100 erforderlichenfalls, insbesondere bei ausgeschalteten Brennstoffzellen B1 bis B6, mit

ausreichender elektrischer Energie zu versorgen. Die Batterie 800 ist beispielsweise wie eine herkömmliche 12 V-Batterie ausgebildet, die in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird.

[0067] In Figur 7 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellte interne Flüssigkeitsleitungen der Energiewandlungsvorrichtung 100 für Kühlflüssigkeit K oder Wärmeträgerflüssigkeit W wie die Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108, die Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109 und die Wärmeträgerverbindungsleitung 105 sowie interne elektrische Leitungen der Energiewandlungsvorrichtung 100 sind innerhalb des Gehäuses 110 angeordnet. Beispielsweise verlaufen die internen Leitungen überwiegend an Seitenwänden des Gehäuses 110. Dabei sind die elektrischen Leitungen vorzugsweise getrennt von den Leitungen für Kühlflüssigkeit K oder Wärmeträgerflüssigkeit W angeordnet, beispielsweise in Kabelkanälen. Andere Leitungen, insbesondere die Leitungen 101 bis 104, 106 und 107, sind aus dem Gehäuse 110 herausgeführt, beispielsweise an einer Gehäuserückseite.

[0068] Die in den Figuren 1 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiele können in verschiedener Weise zu anderen Ausführungsbeispielen abgewandelt werden. Beispielsweise kann die Brennstoffzelleneinheit 200 eine von sechs verschiedene Anzahl von Brennstoffzellen aufweisen. Ferner kann die Elektrolyseeinheit 300 entfallen, insbesondere wenn keine geeignete Energiequelle zu deren Versorgung mit elektrischer Energie vorhanden ist. In diesem Fall entfallen auch die Wasserzuführungsleitung 103, die Wasserstoffabführungsleitung 104, der Kühlflüssigkeitszuführungsweig 108.2 der Kühlflüssigkeitszuführungsleitung 108 und der Kühlflüssigkeitsabführungsweig 109.2 der Kühlflüssigkeitsabführungsleitung 109. Des Weiteren kann die Energiewandlungsvorrichtung 100 mehr als eine Wärmetauscheinheit 500 aufweisen, mit der Wärme von Kühlflüssigkeit K des Kühlkreislaufs 600 auf Wärmeträgerflüssigkeit W des Wärmeträgerkreislaufs übertragbar ist. Alternativ kann die Wärmetauscheinheit 500 auch entfallen. In diesem Fall ist die Wärmeträgerzuführungsleitung 107 direkt mit dem Speicherbehälter 401 der Heizeinheit 400 verbunden und der Kühlkreislauf 600 ist nicht an den Wärmeträgerkreislauf gekoppelt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0069]

100	Energiewandlungsvorrichtung
101	Wasserstoffzuführungsleitung
102	Wasserabführungsleitung
103	Wasserzuführungsleitung
104	Wasserstoffabführungsleitung
105	Wärmeträgerverbindungsleitung
106	Wärmeträgerabführungsleitung
107	Wärmeträgerzuführungsleitung
108	Kühlflüssigkeitszuführungsleitung

108.1	erster Kühlflüssigkeitszuführungsweig
108.2	zweiter Kühlflüssigkeitszuführungsweig
108.3	Zuführungsleitungsverzweigung
109	Kühlflüssigkeitsabführungsleitung
5 109.1	erster Kühlflüssigkeitsabführungsweig
109.2	zweiter Kühlflüssigkeitsabführungsweig
109.3	Abführungsleitungsverzweigung
110	Gehäuse
111	Fronttür
10 200	Brennstoffzelleneinheit
300	Elektrolyseeinheit
400	Heizeinheit
401	Speicherbehälter
402	Öffnung
15 403	Revisionsklappe
404	Schraubverbindung
405	erste Durchführung
406	zweite Durchführung
407	Wärmeträgerzuführungsanschluss
20 408	Wärmeträgerabführungsanschluss
409	Auslass
500	Wärmetauscheinheit
501	Wärmetauschgehäuse
502	Wärmetauschrohr
25 503	erste Gehäuseöffnung
504	zweite Gehäuseöffnung
505	dritte Gehäuseöffnung
506	vierte Gehäuseöffnung
507	gerader Rohrabschnitt
30 508	gebogener Rohrabschnitt
509	Innenwand
600	Kühlkreislauf
700	Steuer- und Regeleinheit
800	Batterie

35 B1 bis B6	Brennstoffzelle
E1 bis E4	Elektrolysezelle
D	Drucksensor
H	Wasserstoff
40 H ₂ O	Wasser
H1 bis H6	Heizelement
K	Kühlflüssigkeit
P1	Wärmeträgerkreislaufpumpe
P2	Kühlkreislaufpumpe
45 W	Wärmeträgerflüssigkeit
T01 bis T16	Temperatursensor
V01 bis V17	Ventil

50 Patentansprüche

1. Energiewandlungsvorrichtung (100), umfassend

55

- eine Brennstoffzelleneinheit (200) mit wenigstens einer Brennstoffzelle (B1 bis B6), die zum Erzeugen elektrischer Energie aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff (H) und Sauerstoff eingerichtet ist,

- eine Heizeinheit (400) mit einem Speicherbehälter (401) und wenigstens einem Heizelement (H1 bis H6), das zum Erhitzen einer Wärmeträgerflüssigkeit (W) eines Wärmeträgerkreislaufs in dem Speicherbehälter (401) mit von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugter elektrischer Energie eingerichtet ist, und
 - eine Wärmeträgerkreislaufpumpe (P1), die zum Fördern der Wärmeträgerflüssigkeit (W) in dem Wärmeträgerkreislauf eingerichtet ist.
2. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach Anspruch 1 mit Temperatursensoren (T01, T02), die zum Erfassen einer Ausgangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit (W) nach oder bei dem Austreten aus dem Speicherbehälter (401) und einer Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit (W) vor oder bei dem Eintreten in den Speicherbehälter (401) eingerichtet sind.
3. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach Anspruch 1 oder 2 mit einem Temperatursensor (T16), der zum Erfassen einer Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit (W) in dem Speicherbehälter (401) eingerichtet ist.
4. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Drucksensor (D), der zum Erfassen eines Druckes in dem Speicherbehälter (401) eingerichtet ist.
5. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach den Ansprüchen 2 bis 4 mit einer Steuer- und Regeleinheit (700), mit der die Ausgangstemperatur und/oder die Eingangstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit (W) und/oder die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit (W) in dem Speicherbehälter (401) und/oder der Druck in dem Speicherbehälter (401) steuerbar und/oder regelbar sind.
6. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach Anspruch 5, wobei die Steuer- und Regeleinheit (700) eine Schnittstelle zu einem Funknetz und/oder zu einem Datenwolkendienst für einen Fernzugriff auf die Steuer- und Regeleinheit (700) aufweist.
7. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wärmeträgerkreislaufpumpe (P1) mit von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugter elektrischer Energie betreibbar ist.
8. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Kühlkreislauf (600) für eine Kühlflüssigkeit (K) zum Kühlen der wenigstens einen Brennstoffzelle (B 1 bis B6) und wenigstens einer in dem Kühlkreislauf (600) angeordneten Wärmetauscheinheit (500), mit der Wärme
- von Kühlflüssigkeit (K) des Kühlkreislaufs (600) auf Wärmeträgerflüssigkeit (W) des Wärmeträgerkreislaufs vor dem Eintreten der Wärmeträgerflüssigkeit (W) in den Speicherbehälter (401) übertragbar ist.
9. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Heizelement (H1 bis H6) der Heizeinheit (400) direkt mit von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugtem Gleichstrom betreibbar ist.
10. Energiewandlungsvorrichtung (100) mit einem Wechselrichter, der eingerichtet ist, von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, mit dem wenigstens ein Heizelement (H1 bis H6) der Heizeinheit (400) betreibbar ist.
11. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Elektrolyseeinheit (300), die wenigstens eine Elektrolysezelle (E1 bis E4) zur Elektrolyse von Wasser (H₂O) aufweist.
12. Energiewandlungsvorrichtung (100) nach Anspruch 11, wobei der Elektrolyseeinheit (300) Wasser (H₂O) zuführbar ist, das von der Brennstoffzelleneinheit (200) bei der chemischen Reaktion von Wasserstoff (H) und Sauerstoff abgegeben wird.
13. Verfahren zum Betreiben einer Energiewandlungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- mit der Brennstoffzelleneinheit (200) elektrische Energie aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff (H) und Sauerstoff erzeugt wird,
 - mit der Heizeinheit (400) eine Wärmeträgerflüssigkeit (W) eines Wärmeträgerkreislaufs in dem Speicherbehälter (401) mit von der Brennstoffzelleneinheit (200) erzeugter elektrischer Energie erhitzt wird und
 - mit der Wärmeträgerkreislaufpumpe (P1) die Wärmeträgerflüssigkeit (W) in dem Wärmeträgerkreislauf gefördert wird.

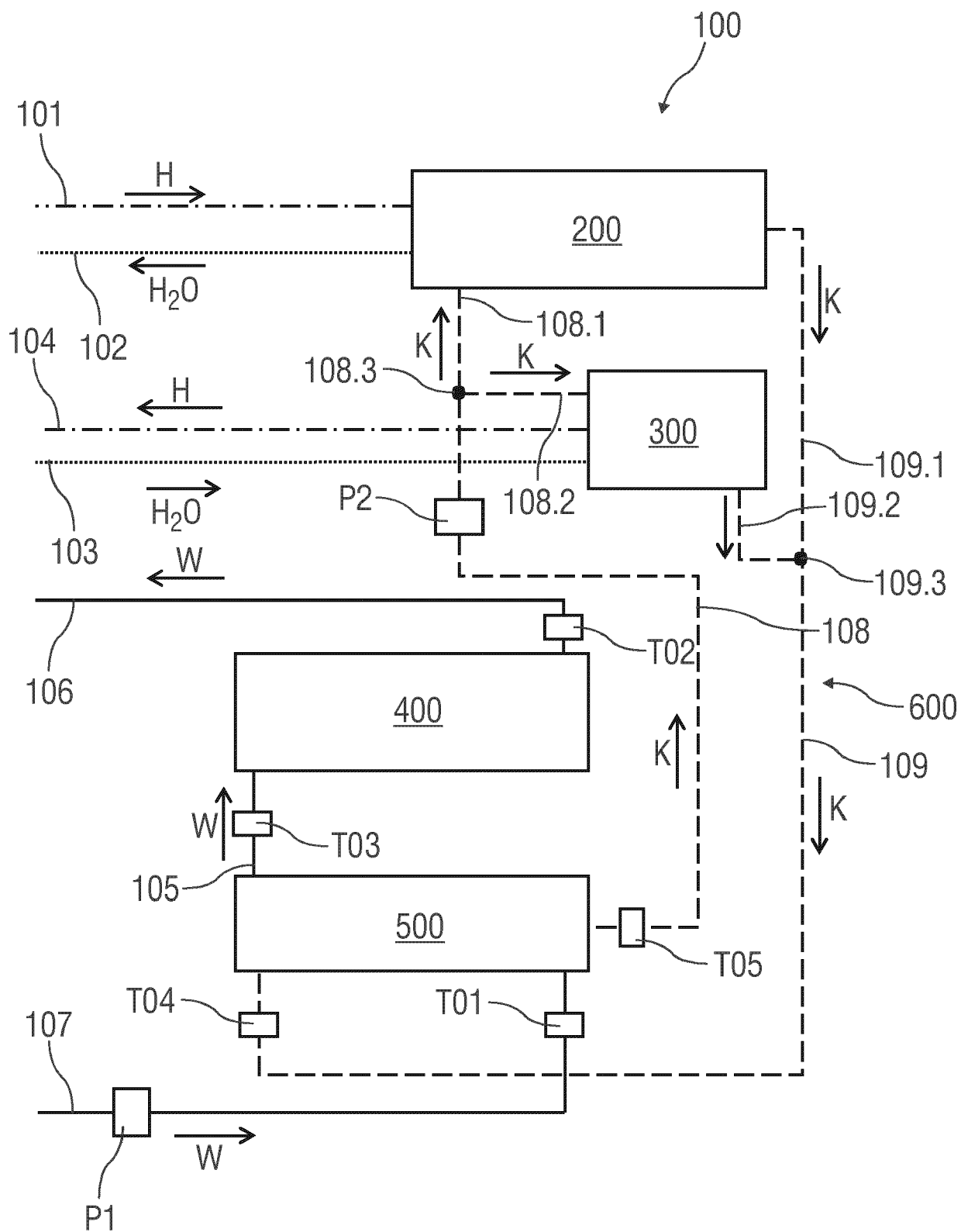


FIG 1

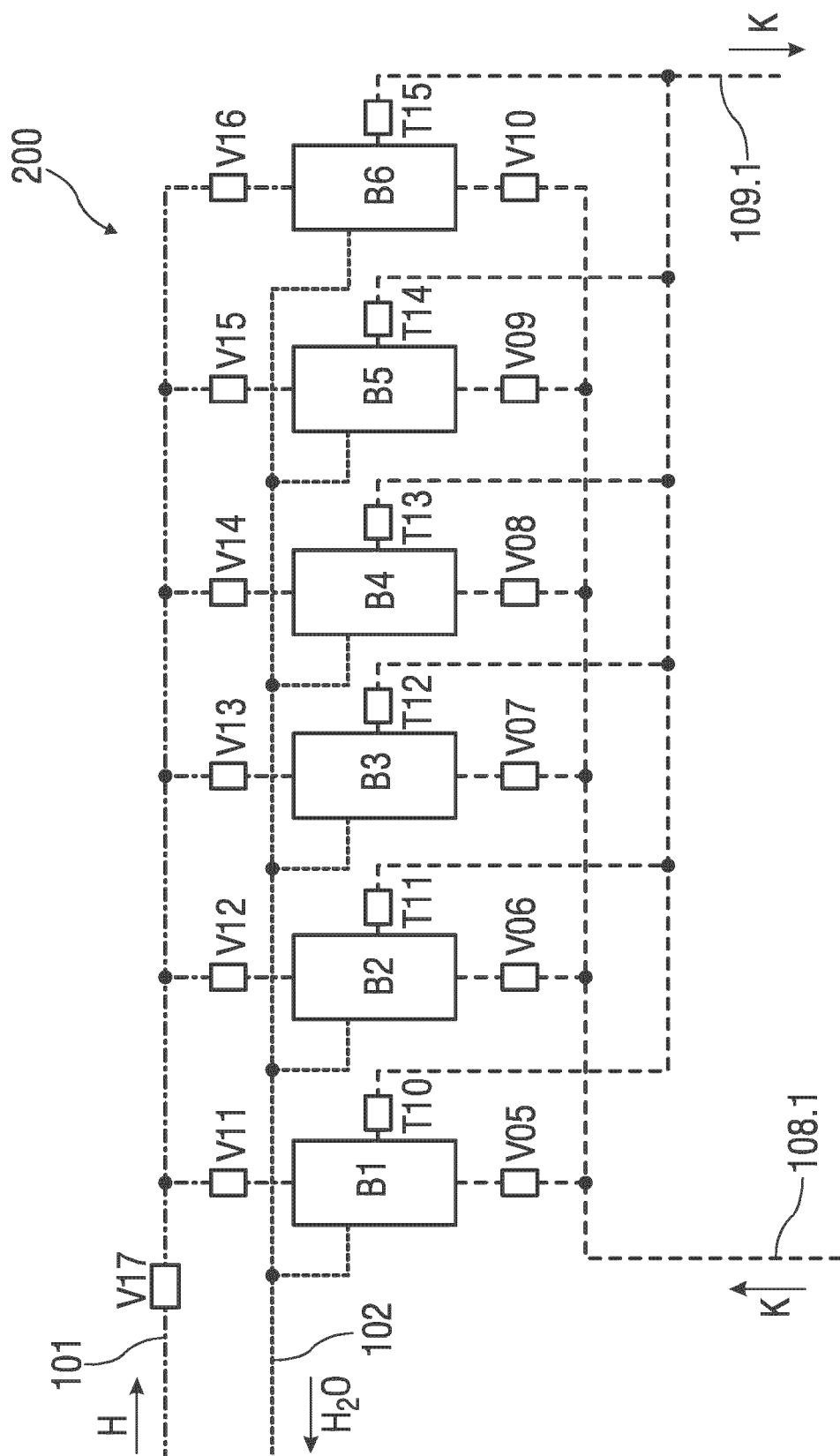


FIG 2

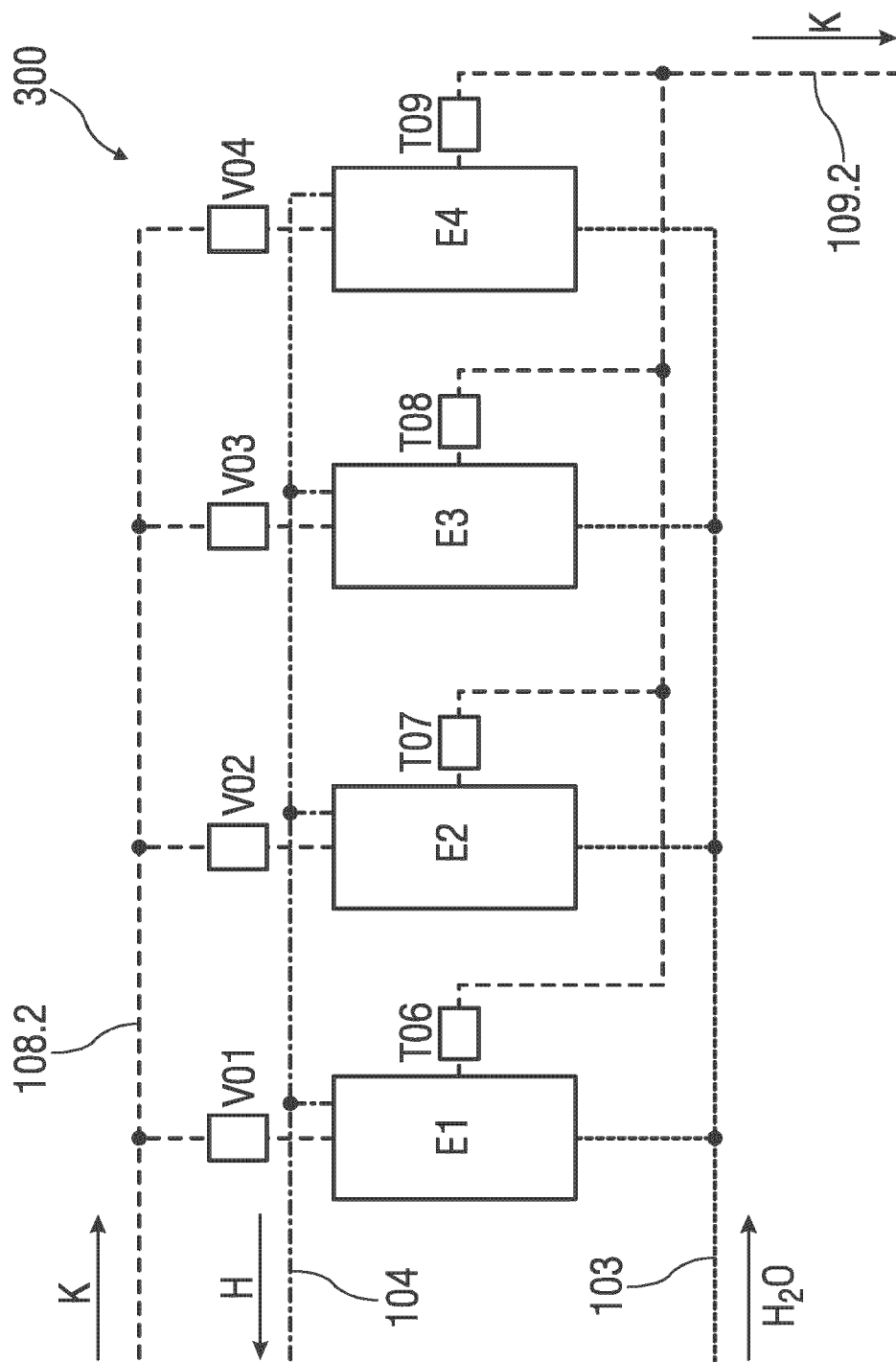


FIG 3

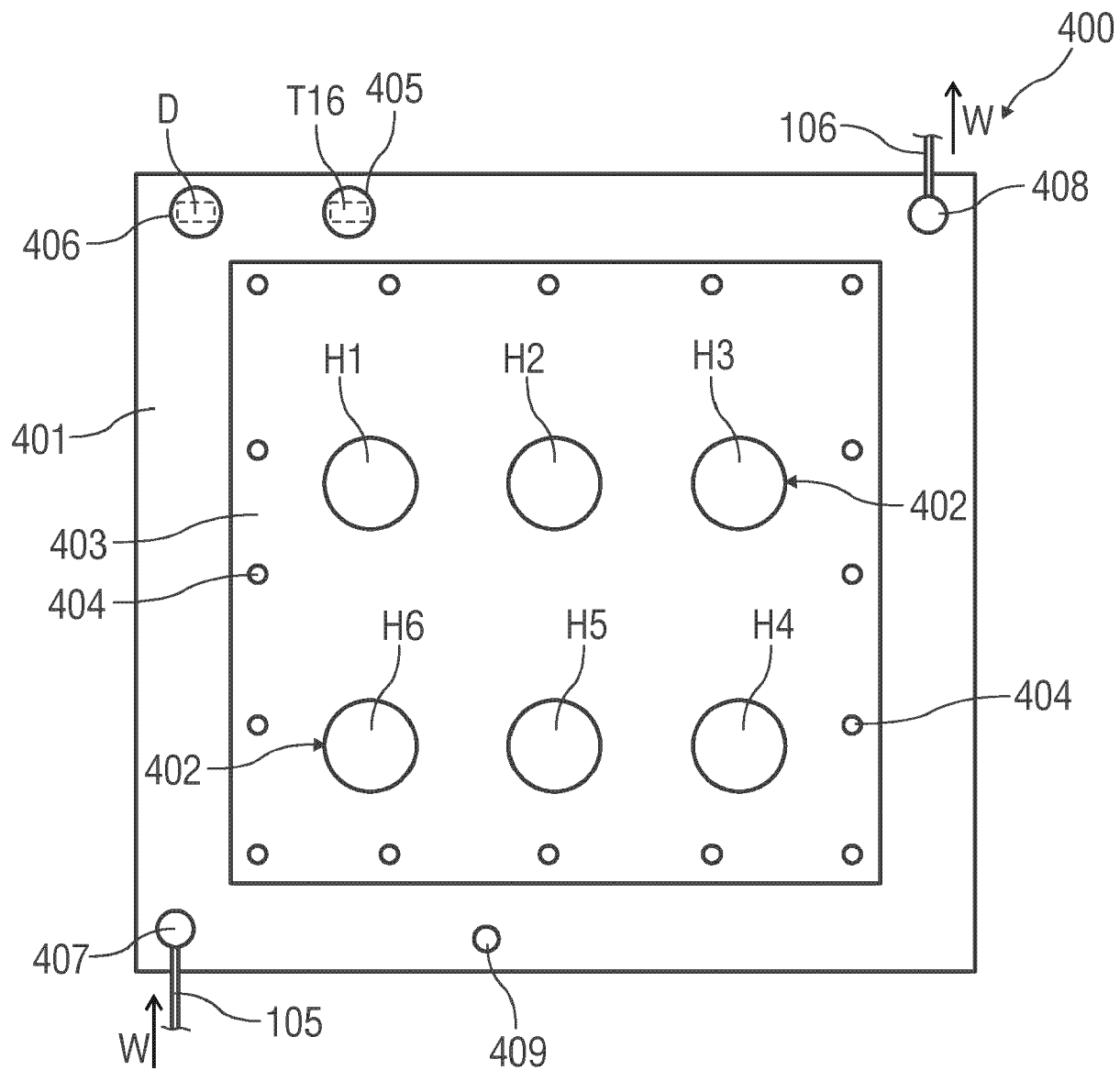


FIG 4

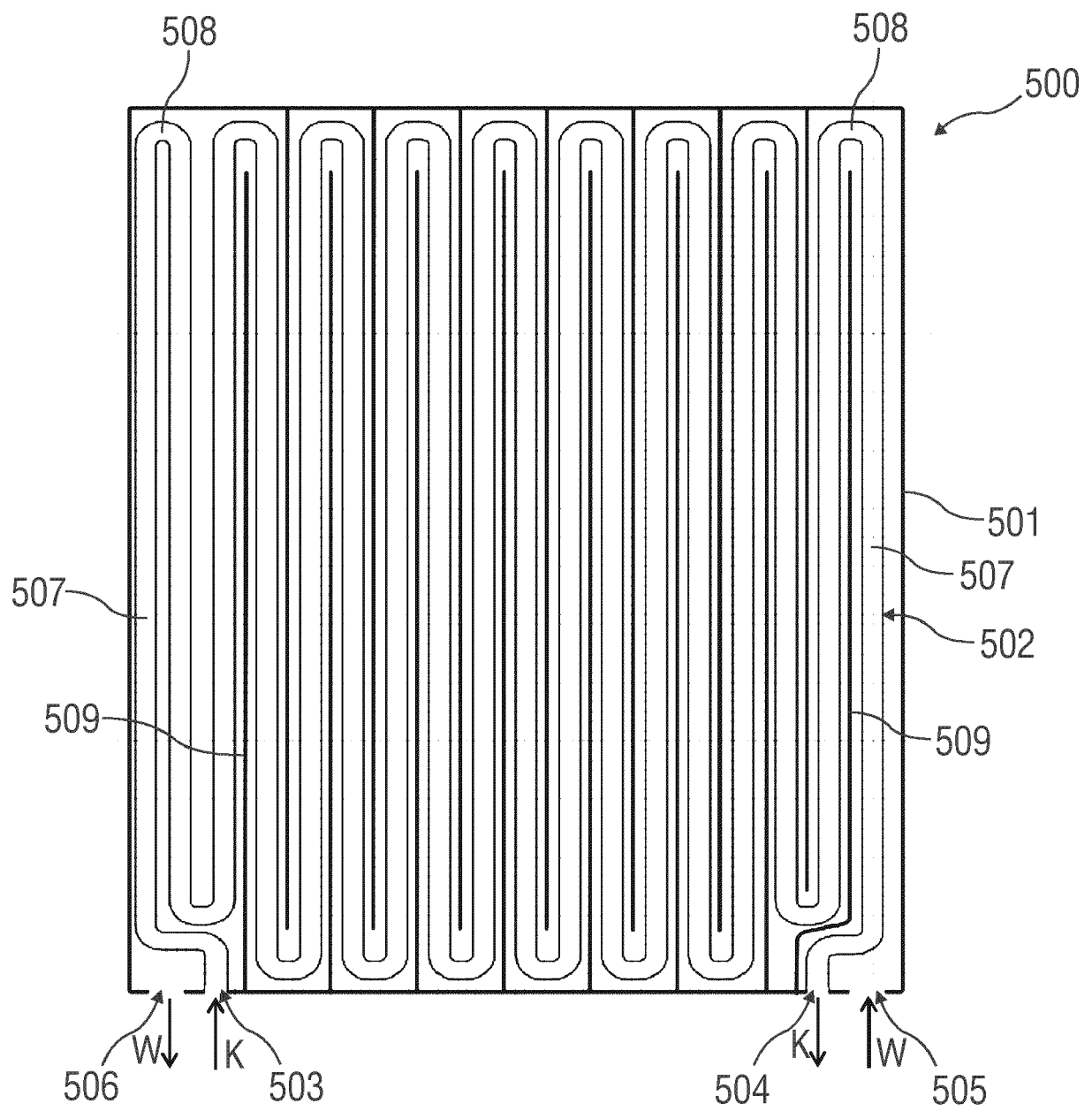


FIG 5

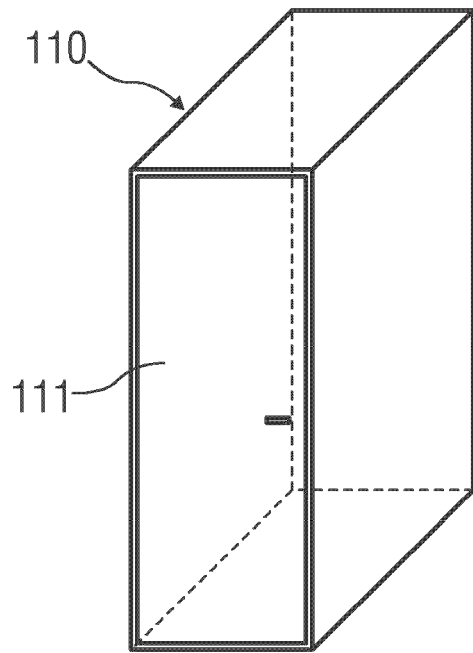


FIG 6

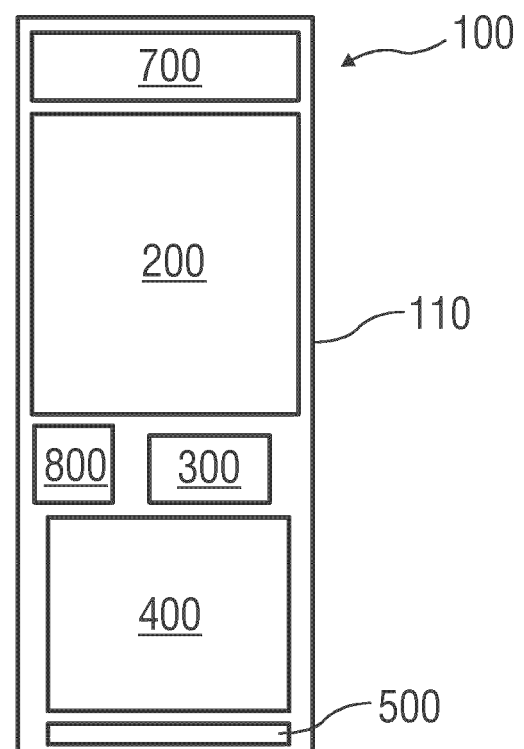


FIG 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 4760

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 02/40927 A1 (VAILLANT GMBH [DE]; BERG JOACHIM [DE]; AHLE MANFRED [DE]) 23. Mai 2002 (2002-05-23) * Seite 4, Absatz 1 - Seite 7, Absatz 5; Abbildung 1 *	1-6, 8, 9, 11-13	INV. F24D18/00 F24H15/215 F24H15/219 F24H15/223 F24H15/242
X	US 2006/053794 A1 (LICARI JAMES P [US] ET AL) 16. März 2006 (2006-03-16) * Absätze [0011] - [0021]; Abbildung 1 *	1-13	ADD. F24D101/30
X	JP 2001 068125 A (DAIKIN IND LTD) 16. März 2001 (2001-03-16) * Absätze [0001] - [0051]; Abbildung 1 *	1, 2, 4, 6-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24D F24H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Oktober 2022	Prüfer Hoffmann, Stéphanie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 17 4760

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	WO 0240927	A1	23-05-2002	AT	409662 B	25-10-2002
				AU	1504202 A	27-05-2002
				DE	10153866 A1	25-07-2002
				EP	1334318 A1	13-08-2003
				WO	0240927 A1	23-05-2002

20	US 2006053794	A1	16-03-2006	KEINE		

25	JP 2001068125	A	16-03-2001	KEINE		

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82