



(10) **DE 20 2022 103 597 U1** 2023.11.09

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2022 103 597.0**

(22) Anmeldetag: **28.06.2022**

(47) Eintragungstag: **29.09.2023**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **09.11.2023**

(51) Int Cl.: **F23D 14/28 (2006.01)**

F23D 14/22 (2006.01)

F24H 1/22 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**H2MC Heating UG (haftungsbeschränkt), 74182
Obersulm, DE**

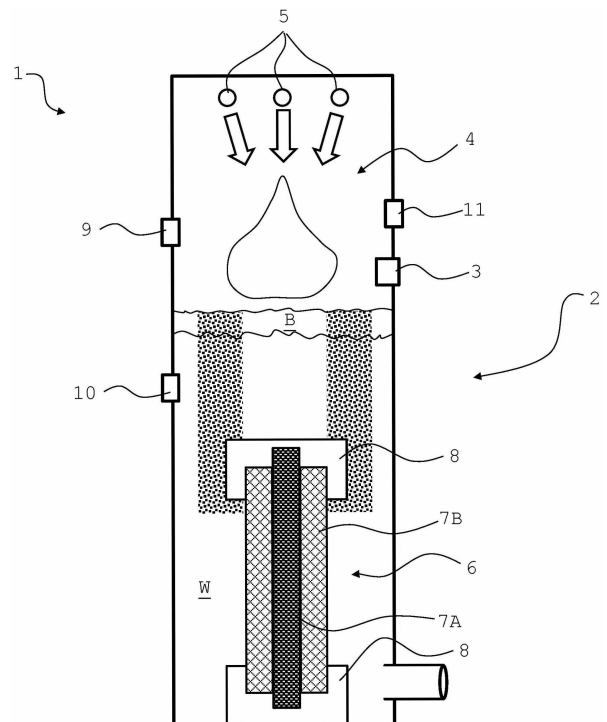
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Tahhan, Isam, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 79199
Kirchzarten, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Wasserstoff-Heizaggregat**

(57) Hauptanspruch: Heizaggregat zum Erzeugen von Wärme aus einem brennbaren Gas, das Heizaggregat umfassend einen Brenner (1) zur Erzeugung der Wärme und mindestens einen Wärmetauscher (15, 18) zum Übertragen der erzeugten Wärme an ein flüssiges Transportmedium, wobei der Brenner (1) mit Wasserstoffgas betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (1) folgende Komponenten aufweist:

- eine Brennkammer (2) zur Aufnahme einer wässrigen Lösung (W), über welcher ein flüssigkeitsfreier Brennraum (4) verbleibt, in welchem eine von einem Brennstoff speisbare Pilotflamme entzündbar ist;
- eine Sauerstoff-Zufuhr (5) in den Brennraum (4);
- einen Elektrolyseur (6) für Wasser zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus der wässrigen Lösung (W), dessen Spaltprodukte in die wässrige Lösung (W) der Brennkammer (2) einleitbar sind; so dass das mittels der Elektrolyse erzeugte Gas durch die wässrige Lösung (W) aufsteigen und zusammen mit zugeführtem Sauerstoff und der Pilotflamme im Brennraum (4) unter Erzeugung von Wärme verbrennen kann, die anschließend an den Wärmetauscher (15, 18) abgebbar ist.



Beschreibung

Einleitung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der gasbetriebenen Heizaggregate. Insbesondere betrifft die Erfindung ein mit Wasserstoff betriebenes Heizaggregat zur Erzeugung von Wärme für Heizungen und Brauchwasser.

Stand der Technik und Nachteile

[0002] Heizaggregate zum Erzeugen von Wärme aus einem brennbaren Stoff wie Öl oder Gas sind hinlänglich bekannt. Bei derartigen Aggregaten wird ein brennbarer Stoff durch thermische Reaktion oxidiert, und die dabei freiwerdende Prozesswärme wird mittels Wärmetauscher einem meist flüssigen Medium zugeführt, welches dann mittels Rohrleitungen an den Ort gefördert wird, wo die Wärme benötigt und dem Medium wieder entzogen wird.

[0003] Die bekannten Lösungen basieren zumeist auf fossilen Brennstoffen, oder zumindest auf Brennstoffen, welche beim Oxidieren gesundheitsschädliche Abgase erzeugen. Bekannt sind daher auch Aggregate, welche Brennstoffe verwenden, die weitestgehend rückstandsfrei bzw. ohne die Erzeugung gesundheitsschädlicher Gase oder Dämpfe verwendet werden können. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung von Wasserstoff, der bei der exothermen Reaktion mit Sauerstoff zu Wasserdampf wird, wobei eine erhebliche Menge an Wärme freigesetzt wird.

[0004] Bekanntermaßen kann molekularer Wasserstoff (H₂) mittels Elektrolyse aus Wasser gewonnen werden, wofür elektrische Energie benötigt wird. Bekannt sind Lösungen, bei welchem Solarstrom, der tagsüber mittels entsprechender Anlagen erzeugt wird, zur Elektrolyse verwendet wird; der so erzeugte Wasserstoff wird dann unter hohem Druck zwischengespeichert und bei Bedarf verbrannt. Problematisch an dieser Lösung sind die hohen Sicherheitsanforderungen an eine solche Anlage, sowie der Platzbedarf für die Speicher, und die damit einhergehenden hohen Kosten.

Aufgabe der Erfindung und Lösung

[0005] Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Heizaggregat bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

[0006] Demnach soll der Betrieb des erfindungsgemäßen Heizaggregats rückstandsfrei erfolgen und sicher sein.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein Heizaggregat nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsfor-

men sind den abhängigen Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Figuren zu entnehmen.

Beschreibung

[0008] Zunächst erfolgt die Beschreibung eines erfindungsgemäßen Heizaggregats; daran anschließend erfolgt eine Beschreibung der Verwendung desselben.

[0009] Das Heizaggregat dient dem Erzeugen von Wärme aus einem brennbaren Gas zwecks deren Verwendung zum Versorgen beispielsweise einer Wohnung, eines Hauses oder eines Industriegebäudes mit Wärme insbesondere zum Heizen. Das Heizaggregat umfasst mindestens einen Brenner zur Erzeugung der Wärme und mindestens einen Wärmetauscher zum Übertragen der erzeugten Wärme an ein flüssiges Transportmedium wie insbesondere Wasser, welches dem Abtransport der Wärme dient. Der Brenner ist mit Wasserstoffgas betreibbar.

[0010] Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Brenner folgende Komponenten aufweist:

- Eine Brennkammer zur Aufnahme einer wässrigen Lösung wie insbesondere Wasser, welches reines Wasser ist oder auch mit Zusatzstoffen versehen sein kann. Über der wässrigen Lösung verbleibt ein flüssigkeitsfreier Brennraum. In diesem ist eine von einem Brennstoff speisbare Pilotflamme entzündbar. Der Brennstoff ist mittels einer Energiequelle zur Pilotflamme entzündbar. Das Vorliegen der Pilotflamme ist wichtig, um die Explosionsgefahr zu vermeiden, wie noch weiter unten beschrieben wird. Die Energiequelle muss nur kurzzeitig in Betrieb sein, da die Pilotflamme nach dem Entzünden aufgrund des Kontakts mit dem Brennstoff selbsttätig weiterbrennt.

- Eine Sauerstoff-Zufuhr in die Brennkammer. Der Sauerstoff wird für die nachfolgende Verbrennung des Wasserstoffes im Brennraum benötigt. Der Brennraum kann entsprechende Öffnungen aufweisen, durch welche Sauerstoff oder sauerstoffhaltiges Gas in ihn einleitbar sind. Die Öffnungen können nahe oberhalb der brennbaren Flüssigkeit, oder mittig im Brennraum, oder im Bereich nahe unterhalb seiner Decke angeordnet sein. Bevorzugt sind sie in etwa mittig im unteren Teil des Brennraums, mindestens ca. 10 cm über der Pilotflamme, angeordnet.

- Einen mit Strom betreibbaren Elektrolyseur für Wasser zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus der wässrigen Lösung, deren Spaltprodukte wie insbesondere der Wasser-

stoff in die wässrige Lösung der Brennkammer einleitbar sind.

[0011] Dabei können die mittels der Elektrolyse erzeugte Gase durch die wässrige Lösung und ggf. eine darüberliegende Schicht der brennbaren Flüssigkeit aufsteigen und zusammen mit zugeführtem Sauerstoff und der Pilotflamme im Brennraum unter Erzeugung von Wärme verbrennen. Die Wärme ist dann anschließend an den Wärmetauscher abgebar und mittels des flüssigen Transportmediums abtransportierbar.

[0012] Aufgrund des Vorliegens der Pilotflamme wird in den Brennraum gelangendes Wasserstoffgas auch sofort verbrannt; es kann sich somit nicht ansammeln und bei Zündung unkontrolliert explodieren.

[0013] Die Erfindung vermeidet somit die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Heizaggregat arbeitet aufgrund der Nutzung von Wasserstoffgas, welches zusammen mit Sauerstoff zu Wasserdampf verbrennt, praktisch rückstandsfrei. Da der Wasserstoff nur bei Bedarf durch Elektrolyse erzeugt und dann auch sogleich verbrannt wird, muss er nicht gesammelt und mit entsprechendem Energie- und Konstruktionsaufwand unter Druck gespeichert werden, was das erfindungsgemäße Heizaggregat klein hält und seine Betriebssicherheit erhöht. Auch ein unkontrolliertes Entzünden von angesammeltem Gas im Brennraum wird aufgrund der Pilotflamme wirkungsvoll vermieden.

[0015] Nachfolgend werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben.

[0016] Nach einer Ausführungsform liegt der Brennstoff für die Pilotflamme in Form einer brennbaren Flüssigkeit oder eines brennbaren Gases, welche bzw. welches in den Brennraum einspritzbar ist, vor. Die Einspritzung kann bevorzugt seitlich und nahe der Oberfläche der wässrigen Lösung erfolgen. Durch Entzündung des Brennstoffes wird die Pilotflamme bereitgestellt.

[0017] Nach einer anderen Ausführungsform liegt der Brennstoff für die Pilotflamme in Form einer auf der wässrigen Lösung schwimmenden Schicht einer brennbaren Flüssigkeit vor. Auf der wässrigen Lösung ist eine demnach Schicht einer brennbaren Flüssigkeit wie z.B. Ethanol platzierbar, die aufgrund ihrer geringeren Dichte als Schicht oben auf der wässrigen Lösung schwimmt. In diesem Fall liegt eine Pilotflamme vor, wie sie sich beispielsweise an der Flüssigkeits-Luft-Grenzschicht bei einem Ethanolkamin bildet.

[0018] Nach einer Ausführungsform des Heizaggregats ist die brennbare Flüssigkeit ein Alkohol. Dieser kann auf einfache Weise in den Brennraum bzw. die Brennkammer eingespritzt werden. Aber auch andere Stoffe wie beispielsweise Ethanol oder denaturierter Alkohol sind als brennbare Flüssigkeiten denkbar.

[0019] Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Energiequelle elektrisch betreibbar und erzeugt Wärme. Insbesondere kommt hier eine so genannte Glühkerze in Betracht, wie sie aus Dieselmotoren oder von elektrischen Zigarettenanzündern bekannt ist. Die Energiequelle kann beispielsweise auch durch einen Zündfunken oder einen Plasmabogen bereitgestellt sein. Auch eine mechanische Zündung, beispielsweise unter Verwendung eines Piezokristalls, ist möglich.

[0020] Nach einer weiteren und besonders bevorzugten Ausführungsform entstammt der Sauerstoff der Umgebungsluft. Auf diese Weise wird das anderweitige Vorhalten der entsprechend zur Verbrennung benötigten Menge Sauerstoffgases vermieden. Vorzugsweise kann die Zufuhr der Umgebungsluft gesteuert werden. Ferner kann ein Filter zum Zurückhalten von bei der Verbrennung unerwünschten Schwebstoffen etc. vorgesehen sein.

[0021] Dem Elektrolyseur fällt wie erwähnt die Aufgabe des Aufspaltens des in der wässrigen Lösung enthaltenen Wassers zu. Ein vorteilhafter Aufbau sieht vor, dass der Elektrolyseur zwei säurebeständige und bevorzugt dünnwandige, ineinander angeordnete und insbesondere konzentrische, aus Metallgittern, -rohren oder -blechen bestehende oder solche Bauteile umfassende Elektroden aufweist. Für die vorzugsweise außenliegende Kathode kommt insbesondere korrosionsbeständiger Stahl wie z.B. sog. V2A- oder vorzugsweise mindestens V4A-Stahl in Betracht. Die vorzugsweise innenliegende Anode besteht oder umfasst insbesondere eine Wolframelektrode und kann von einem aus Titan bzw. einem aus Titanlegierung bestehenden Blech oder -gitter umschlossen sein, um die Oberfläche zu vergrößern. Versuche haben ergeben, dass mit einer derartigen Materialkombination ein besonders ertragreicher und wartungsarmer Betrieb des Heizaggregats möglich ist.

[0022] Nach einer weiteren Ausführungsform umfasst das Heizaggregat auch einen Wärmespeicher wie besonders bevorzugt einen so genannten Latentwärmespeicher (auch als Phasenwechsel- oder PCM-Speicher bezeichnet). Der Speicher wirkt mit einem dem Brenner nachgeschalteten Flammrohr zusammen, was bedeutet, dass das Flammrohr eine möglichst gute Wärmeabgabe in den Wärmespeicher erlauben sollte. Dies ist beispielsweise durch einen Einbau des Flammrohrs in das Innere

des Wärmespeichers möglich; das Flammrohr wird seinerseits in seinem Inneren vom heißen Gas durchströmt, welches dem Brenner entstammt. Somit kann die Wärme vom verbrennenden Gas in den Wärmespeicher gelangen, ohne dieses direkt zu kontaktieren. Der Wärmespeicher kann z.B. 200 l des Speichermediums fassen.

[0023] Ein Latentwärmespeicher bietet den Vorteil einer - bezogen auf sein Volumen - besonders großen Wärmespeicherfähigkeit, da er neben der bloßen thermischen Erwärmung seines Inhalts auch die mit dem Übergang des Speichermediums aus dem kristallförmigen in den flüssigen Zustand in Zusammenhang stehende latente Wärme zur Speicherung nutzt.

[0024] Für den Fall des Vorliegens eines Latentwärmespeichers umfasst das Heizaggregat vorzugsweise auch eine Einrichtung zum gezielten Auslösen einer Kristallisation des im Latentwärmespeicher enthaltenen Speichermediums, beispielsweise in Form der Bereitstellung eines elektrischen oder elektromagnetischen Impulses. Bei der bedarfsgesteuert ausgelösten Kristallisation wird somit über einen längeren Zeitraum (z.B. 60 Minuten) eine große Wärmemenge (z.B. 10 kWh oder mehr) freigesetzt. Dieser Vorgang kann sowohl zur Abdeckung von Anforderungsspitzen als auch dann zum Einsatz kommen, wenn gerade kein günstiger Strom zur Elektrolyse vorhanden ist, gleichwohl jedoch Wärme benötigt wird. Umgekehrt kann bei Vorliegen günstigen Stroms ein „entladender“ Wärmespeicher vorsorglich „aufgeladen“ werden, was die Wirtschaftlichkeit erhöht.

[0025] Nach einer anderen Ausführungsform umfasst das Heizaggregat eine bedarfsgesteuerte, also wärmeanforderungsabhängige Einspritzung für den Brennstoff. Das bedeutet, dass der Brennstoff nur dann nachgeführt wird, wenn der Elektrolyseur in Betrieb gehen soll; auch dies erhöht die Betriebssicherheit, da nur eine geringe Menge an Brennstoff in der Brennkammer vorhanden ist.

[0026] Bevorzugt ist ferner, dass die Elektrolyse temperaturgesteuert auslösbar ist. Hierfür kann vorzugsweise ein Flüssigkeits- und/oder ein Gas-Temperatursensor vorhanden sein. Der Flüssigkeits-Temperatursensor ist im Brenner vorzugsweise nahe der Grenzschicht zwischen Flüssigkeit (wässrige Lösung bzw. Schicht brennbarer Flüssigkeit) angeordnet und misst die dort herrschende Temperatur. Der Gas-Temperatursensor ragt in den Brennraum und misst die Temperatur dort.

[0027] Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, haben Versuche ergeben, dass die Temperatur in der Flüssigkeit mindestens in etwa 85°C, und im darüber befindlichen Brennraum in etwa 95°C oder mehr

betragen sollte, bevor die Elektrolyse gestartet wird und Wasserstoffgas in den Brennraum gelangt, da erst ab dieser Temperatur ein stabiles selbsttätiges Verbrennen des Wasserstoffgases zusammen mit Sauerstoff erfolgt. Demnach ist besonders bevorzugt auch eine Steuerung vorhanden, welche den Elektrolyseur erst bei Erreichen der o.g. Solltemperatur (en) in Betrieb setzt.

[0028] Das Aufwärmen der Flüssigkeit(en) im Brenner erfolgt bevorzugt mittels der Pilotflamme, die wiederum erst dann gestartet werden muss, wenn eine Wärmeanforderung anliegt, welche nicht (mehr) mittels der im (dann vorhandenen) Wärmespeicher verbleibenden Wärmemenge abdeckbar ist.

[0029] Nach einer anderen Ausführungsform umfasst das Heizaggregat einen Druckausgleichsbehälter für das im Wärmespeicher befindliche Speichermedium. Da sich flüssige Medien bei einer Erwärmung ausdehnen, kann dies zu einem Druckanstieg im Wärmespeicher führen, welcher mittels eines Druckausgleichsbehälters verringert oder ganz vermieden werden kann.

[0030] Ferner kann das Heizaggregat auch einen zweiten Wärmetauscher umfassen. Der erste Wärmetauscher kann dann z.B. ein mit dem Heizkreislauf eines Hauses verbindbarer und bevorzugt mit dem Flammrohr verbundener, d.h. dieses möglichst direkt umschließender Röhrenwärmetauscher sein. Auf diese Weise wird das unter hohen Temperaturen verbrennende (Ab-)Gas effizient heruntergekühlt. Der zweite Wärmetauscher kann z.B. ein mit dem Brauchwasserspeicher eines Hauses verbindbarer und bevorzugt im Speichermedium des Latentwärmespeichers angeordneter Plattenwärmetauscher oder Röhrenwärmetauscher sein. Dieser ist zur Übertragung der (im Vergleich zu den im Flammrohr herrschenden, deutlich über 100°C liegenden) niedrigeren Temperaturen, wie sie im Wärmespeicher vorliegen (z.B. 50 bis 80 °C) gut geeignet. Wenngleich die Kristallisation bei einer Temperatur von z.B. 54°C abläuft, ist klar, dass sich der Speicher aufgrund der räumlichen Nähe zum Flammrohr entsprechend weiter aufheizen kann (das Speichermedium liegt dann in flüssiger Form vor).

[0031] Das Vorsehen zweier Wärmetauscher verbessert die Wirtschaftlichkeit des Heizaggregats und seine Einsatzmöglichkeiten weiter.

[0032] Nach einer anderen Ausführungsform umfasst das Heizaggregat einen stromabwärts des Flammrohrs angeordneten Kondensator. Dieser dient dem Auffangen des mittels Kondensierens bei der Verbrennung anfallenden Wasserdampfes. Da die Temperaturen direkt nach der Verbrennung des Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisches noch deutlich oberhalb der Siedetemperatur von Wasser liegen,

ist es vorteilhaft, auch die im Abgas vorliegende Wärme zu nutzen. Hierzu dient besagter Kondensator. Die dort aufgenommene Wärme kann z.B. mittels einer Wärmepumpe in den Speicher transportiert werden.

[0033] Dem Kondensator kann optional ein Wärmepuffer vorgelagert sein, mittels welchem das heiße Abgas etwas heruntergekühlt wird. Dieser kann z.B. aus sehr hitzebeständigem Keramikschwamm-Material bestehen oder dieses umfassen, wie es z.B. auch aus Fahrzeugkatalysatoren bekannt ist. Ist der Wärmepuffer entsprechend bemessen, so heizt sich der nachgelagerte Kondensator nicht über 100°C auf, was erwünscht ist, da er andernfalls nicht zu einem Kondensieren des Wasserdampfes führen würde.

[0034] Nach einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Heizaggregat auch mindestens ein mit dem vorstehend genannten Kondensator verbundenes Peltier-Element zur Umwandlung der im Kondensator anfallenden Abwärme in elektrische Energie. Diese ist dann zwischenspeicherbar, z.B. mittels eines Akkumulators, und kann bei Bedarf dem Elektrolyseur wieder zugeführt werden, was die Wirtschaftlichkeit erneut erhöht.

[0035] Zusätzlich ist zwischen Kondensator und Flammrohr bzw. vorzugsweise optionalem Wärmepuffer ein Stirlingmotor verbaut. Dieser wird mittels Wärme betrieben und wandelt mechanische in elektrische Energie um, was die Wirtschaftlichkeit erhöht.

[0036] Im Übrigen ist, die zum Betrieb des Elektrolyseurs benötigte elektrische Energie, die beispielsweise eine Spannung von 12 - 24 V und eine Stromstärke von 10 A benötigen kann, auch durch Solarstrom ergänz- oder gar vollständig ersetzbar, sofern die den Strom produzierende Anlage ausreichend bemessen ist (zum direkten Betrieb ist eine Leistung von z.B. 250 kWp ausreichend). Ist ein Stromspeicher vorhanden, kann dieser auch bei Vorliegen von Solarstrom mit diesem beladen und später bei Bedarf vom Elektrolyseur entladen werden; in diesem Fall kann auch eine größer oder kleiner bemessene Solaranlage sinnvoll einsetzbar sein.

[0037] Nach einer Ausführungsform umfasst das Heizaggregat eine Kondensat-Leitung zur Rückführung des kondensierten Wassers vom Kondensator in die Brennkammer. Das bedeutet, dass ein Kreislauf geschaffen ist, bei welchem im Wesentlichen immer dasselbe Wasser aufgespalten, verbrannt und kondensiert wird, um anschließend wieder der Aufspaltung zugeführt zu werden („geschlossenes“ System). Somit ist der Wasserverbrauch eines solchen Heizaggregats vernachlässigbar.

[0038] Optional umfasst ein derartiges Heizaggregat einen für das (Kreislauf-)Wasser vorgesehenen

Ausgleichsbehälter, der zwischen Kondensat-Leitung und Brennkammer angeordnet ist, sowie einen Zulauf zum (gelegentlich notwendigen) Nachfüllen oder Austauschen dieser wässrigen Lösung, und/oder zur Hinzufügung von Zusatzstoffen.

[0039] Nach einer anderen Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Heizaggregat „offen“ aufgebaut, verbraucht also laufend Wasser bzw. wässrige Lösung. Diese muss dann entsprechend nachgefüllt werden, vorzugsweise ebenfalls unter Verwendung eines Ausgleichsbehälters, der in die Brennkammer mündet. Ein solches Heizaggregat ist dafür dementsprechend einfacher aufgebaut. Insbesondere ein solches offenes System kann vorteilhafterweise auch in eine bereits vorhandene Feuerstelle eingebaut werden, z.B. in die Brennkammer einer Gas- oder Ölheizung, einen (vorzugsweise mit Wassertasche versehenen) Kamin oder eine andere, fossile Brennstoffe verbrauchende Heizung.

[0040] Nach einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die in den Elektrolyseur einleitbare wässrige Lösung 10% ± 5% Natriumhydroxid (NaOH). Der Vorteil eines Zusatzes von NaOH liegt in der Erhöhung der Leitfähigkeit der wässrigen Lösung, was wiederum die Elektrolyse begünstigt. Auch ein anderer, denselben Effekt begünstigender Zusatz ist möglich.

[0041] Ebenfalls bevorzugt ist, dass 90% ± 5% der wässrigen Lösung so genanntes „belebtes Wasser“ sind, welches auf einschlägig bekannte Weise „aktiviert“ wurde. Versuche haben ergeben, dass derartig vorbehandeltes Wasser nicht umkippt und daher auch praktisch nicht ersetzt zu werden braucht, was die Wirtschaftlichkeit erhöht.

[0042] Nachfolgend wird die Verwendung des vorstehend beschriebenen Heizaggregats zum Erzeugen von Wärme aus einem brennbaren Gas beschrieben. Diese umfasst die folgenden Schritte:

- Aufspalten von in einer wässrigen Lösung enthaltenem Wasser mittels eines in diese Lösung eingebetteten Elektrolyseurs in Wasserstoff und Sauerstoff;
- Einleiten der Spaltgase wie insbesondere zumindest des abgespaltenen Wasserstoffs in eine Brennkammer, in welcher die wässrige Lösung, sowie ein zuoberst angeordneter flüchtigkeitsfreier Brennraum enthalten sind;
- Aufsteigen des Wasserstoffs und Sauerstoffs durch die Flüssigkeiten in den Brennraum;
- Verbrennen des Wasserstoffs und Sauerstoffs zusammen mit zugeführtem Sauerstoff und einer aus einem Brennstoff gespeisten Pilotflamme;

- direktes oder indirektes Abgeben der beim Verbrennen erzeugten Wärme an einen Wärmetauscher.

[0043] Anders ausgedrückt, mittels elektrischer Energie wird ein in einer wässrigen Lösung befindlicher Elektrolyseur betrieben, welcher aus dem Wasser dieser Lösung Wasserstoff abspaltet; dieser steigt zusammen mit dem Sauerstoff durch die Lösung auf, und kontaktiert im Brennraum eine Flamme, wo er zu Wasserdampf verbrennt, wobei der Begriff des „Verbrennens“ das Vorhandensein von Sauerstoff impliziert; zusätzlicher Sauerstoff wird zugeführt, um die Verbrennung zu verbessern; die dabei freiwerdende Wärme kann nunmehr entnommen und an geeigneter Stelle genutzt werden.

[0044] Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die obenstehenden Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Heizaggregat verwiesen.

[0045] Beispielsweise wird die Pilotflamme durch eine brennbare Flüssigkeit oder ein brennbares Gas, welche bzw. welches in den Brennraum eingespritzt wird, gespeist. Dieser Brennstoff verbrennt sofort, schlägt sich also nicht in flüssiger Form nieder.

[0046] Vorzugsweise wird die Pilotflamme jedoch durch eine auf der wässrigen Lösung schwimmende Schicht einer brennbaren Flüssigkeit gespeist. Es ist klar, dass in diesem Fall die Spaltgase auch durch diese Schicht aufsteigen, um dann in den flüssigkeitsfreien Brennraum zu gelangen.

[0047] Auch hier wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obenstehenden Erläuterungen verwiesen.

[0048] Vorzugsweise erfolgt die Elektrolyse sowie die Einleitung der Spaltgase wie insbesondere des Wasserstoffgases in die Brennkammer erst bei Überschreiten einer Mindesttemperatur. Diese beträgt unterhalb der Grenzschicht zwischen Flüssigkeit und flüssigkeitsfreiem Brennraum bevorzugt mindestens 85 °C, und oberhalb derselben (d.h. in dem Brennraum) 95 °C. Besonders bevorzugt erfolgt auch ein Einschalten des Elektrolyseurs erst bei Erreichen dieser Temperatur(en), was mittels geeigneter Temperatursensoren detektiert und durch eine Steuerung veranlasst wird. Da der Elektrolyseur in der wässrigen Flüssigkeit eingebettet ist, zieht ein Einschalten sogleich auch ein Einleiten nach sich.

[0049] Bevorzugt wird die erzeugte Wärme teilweise oder ganz zunächst in einem Wärmespeicher zwischengespeichert, aus welchem sie bedarfsgesteuert an ein flüssiges Transportmedium mindestens eines Wärmetauschers abgegeben wird. Der Wärmespeicher ist besonders bevorzugt als Latent-

wärmespeicher ausgebildet. Neben der thermisch gespeicherten Wärme enthält dieser die latente Wärme eines geeigneten Speichermediums (z.B. eines Natrium-Acetat-Trihydrat-Wassergemisches), die beim Übergang vom kristallinen in den flüssigen Zustand speicherbar ist.

[0050] Eine bedarfsgerechte Steuerung kann eine zu diesem Zwecke vorzusehende Einrichtung zum gezielten Auslösen der Kristallisation ansteuern, so dass eine verhältnismäßig große Wärmemenge auf Anforderung hin bereitstellbar ist. Es ist klar, dass nach dem vollständigen Durchkristallisieren des Speichermediums nur noch thermische (Rest-) Wärme vorhanden ist, die gleichwohl ebenfalls genutzt werden kann. Es ist auch klar, dass durch Zuführung einer entsprechenden Wärmemenge bei ausreichend hoher Temperatur (z.B. min. 65 °C) die Kristallisation rückgängig gemacht werden und somit der Latentwärmespeicher wieder „aufgeladen“ werden kann, was vorzugsweise dann geschieht, wenn a) keine größere Wärmemenge anderweitig benötigt wird, und b) der zum Betrieb des Elektrolyseurs benötigte Strom gerade günstig ist (z.B. tagsüber durch den Betrieb einer PV-Anlage). Die Steuerung ist dazu eingerichtet, eine externe Anforderung von Wärme zu erkennen und (z.B. zu Unterschreitung einer Mindesttemperatur im Heizkreislauf einer Heizung oder einem Brauchwasserspeicher) und entsprechend zu reagieren (Einschalten des Elektrolyseurs und/oder Auslösen der Kristallisation im Latentwärmespeicher).

[0051] Ebenfalls bevorzugt wird die bei einer Kondensation freiwerdende Wärme des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes einem Stirlingmotor oder einer Gasturbine zugeführt, und/oder mittels mindestens eines Peltier-Elements in elektrische Energie umgewandelt, welche zwischengespeichert und/oder dem Elektrolyseur zugeführt wird. Auch hier wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obenstehenden Erläuterungen verwiesen.

[0052] Nach einer Ausführungsform wird das durch Kondensation wiedergewonnene Wasser der Brennkammer erneut zugeführt, so dass ein „geschlossener“ Kreislauf des Wassers bzw. der wässrigen Lösung vorliegt. Etwaige nicht vom Elektrolyseur aufspaltbare Bestandteile, beispielsweise das weiter oben genannte Natriumhydroxid, reichern sich zwar zunächst in der Brennkammer an. Allerdings strömt aus der Rückführung im Wesentlichen destilliertes Wasser zurück, so dass die Konzentration von NaOH im Wesentlichen konstant bleibt.

[0053] Nach einer anderen Ausführungsform wird der Brennkammer frisches Wasser bzw. eine frische wässrige Lösung von Außerhalb zugeführt. Hier handelt es sich dementsprechend um ein „offenes System“, wie es weiter oben bereits beschrieben wurde.

Figurenbeschreibung

[0054] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren beispielhaft erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 einen schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Brenners;

Fig. 2 eine schematische Überblickszeichnung eines als „geschlossen“ ausgestalteten Systems mit Heizaggregat;

Fig. 3 eine schematische Überblickszeichnung eines als „offen“ ausgestalteten Systems.

[0055] In der **Fig. 1** ist eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Brenners dargestellt.

[0056] Der Brenner 1 umfasst eine Brennkammer 2, in der eine wässrige Lösung W aufgenommen ist. Auf dieser ist eine Schicht einer brennbaren Flüssigkeit B platziert, die aufgrund ihrer geringeren Dichte aufschwimmt. Mittels einer Energiequelle 3 ist diese zu einer Pilotflamme entzündbar (nicht separat dargestellt). Oberhalb der brennbaren Flüssigkeit B verbleibt ein flüssigkeitsfreier Brennraum 4. Nach einer nicht gezeigten Ausführungsform entfällt die Schicht der brennbaren Flüssigkeit (B); stattdessen wird die Pilotflamme durch seitlich eingespritzten Brennstoff (Gas oder Flüssigkeit) gespeist.

[0057] In den Brennraum 4 münden an dessen oberem Rand eine Sauerstoff-Zufuhr 5, die mehrere Öffnungen umfasst, in welche Umgebungsluft einströmen oder eingblasen werden kann. Die Pfeile ohne Bezugszeichen deuten dieses Einströmen an.

[0058] Am unteren Ende des Brenners 1 ist ein Elektrolyseur 6 angeordnet. Dieser umfasst im gezeigten Beispiel zwei konzentrische, ineinander angeordnete Elektroden 7A, 7B (elektrische Zuleitungen nicht dargestellt). Die beiden Elektroden 7A, 7B werden mittels einer geeigneten Halterung 8 zusammengehalten.

[0059] In den unteren Bereich der Brennkammer 2 führt eine Zuleitung (ohne Bezugszeichen), die mit einem Ausgleichsbehälter (nicht dargestellt) verbunden ist.

[0060] Ferner ist ein Gas-Temperatursensor 9 zur Bestimmung der Temperatur im flüssigkeitsfreien Brennraum 4, sowie ein Flüssigkeits-Temperatursensor 10 zur Bestimmung der Temperatur in der Flüssigkeit W, B vorhanden. Nicht dargestellt sind die elektrischen Leitungen zu einer Steuerung, welche die Messdaten aufnimmt und den Elektrolyseur sowie weitere, nicht gezeigte Komponenten in geeigneter Weise steuert oder regelt. Unter anderen betrifft dies eine (bedarfsgerechte) Einspritzung 11 für die brennbare Flüssigkeit.

[0061] Wie aus der **Fig. 1** ersichtlich steigen die bei der Elektrolyse generierten Bläschen an den Elektroden 7A, 7B durch die beiden Flüssigkeiten W, B auf und erreichen den Brennraum 4. Dort treffen sie auf die von der brennbaren Flüssigkeit B gespeisten Pilotflamme. Sauerstoff aus der Umgebungsluft mischt sich mit dem Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch; die Mischung verbrennt schließlich unter Entwicklung von Wärme im Brennraum, die dann zur weiteren Nutzung zur Verfügung steht.

[0062] In der **Fig. 2** ist eine schematische Überblickszeichnung eines als „geschlossen“ ausgestalteten Systems mit Heizaggregat dargestellt. Alle Medienflüsse sind durch entsprechende Pfeile (ohne Bezugszeichen) symbolisiert. Steuerleitungen und elektrische Signale sind aus Gründen der Übersichtlichkeit hingegen weggelassen.

[0063] Im unteren Bereich ist der grob schematisch gezeichnete Brenner 1 zu erkennen. Dieser wird aus einem Ausgleichsbehälter 12 mit wässriger Lösung W gespeist. Oberhalb des Ausgleichsbehälters 12 ist ein Tank 13 mit Pumpe (nicht gezeigt) für die brennbare Flüssigkeit B eingezeichnet. Beide Behälter 12, 13 münden in die Brennkammer 2. Luftsauerstoff gelang durch die Sauerstoff-Zufuhr 5 in die Brennkammer 2. Nicht eingezeichnet ist der Elektrolyseur 6.

[0064] Die Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme (nicht gezeigt) verbrennt in der Brennkammer 2 und steigt durch das Flammrohr 14 auf. Dieses wird von einem Röhren-Wärmetauscher 15 umgeben, welcher über Zuleitungen 16 mit dem Heizkreislauf einer Heizung (nicht dargestellt) verbunden sein können.

[0065] Flammrohr 14 und Röhren-Wärmetauscher 15 sind in einem Wärmespeicher 17, der als Latentwärmespeicher ausgebildet ist, eingebettet. Dieser ist mit einer geeigneten Speichermedium gefüllt (nicht gezeigt). Etwas entfernt vom Flammrohr 14 und daher weniger hohen Temperaturen als der Röhren-Wärmetauscher 15 ausgesetzt ist ein zweiter Wärmetauscher, der als Platten-Wärmetauscher 18 ausgebildet ist. Auch dieser verfügt über Zuleitungen 19, mittels derer er mit einem Brauchwasserkreislauf (nicht gezeigt) verbunden sein kann. Alternativ kann auch ein Röhren-Wärmetauscher verwendet werden (nicht gezeigt). Um die im Speichermedium gespeicherte latente Wärme abzurufen, umfasst der Wärmespeicher 17 Einrichtung 24 zum gezielten Auslösen einer Kristallisierung (nur schematisch eingezeichnet), die mit der (ebenfalls nicht dargestellten) Steuerung verbunden ist.

[0066] An den Wärmespeicher 17 angeschlossen ist ein Druckausgleichsbehälter 20, je nach Bedarf kann Speichermedium in diesen einströmen oder zurück in den Wärmespeicher 17 fließen.

[0067] Am oberen Ende des Wärmespeichers ist ein Wärmepuffer 21 angeordnet. Dieser dient der Verringerung der Temperatur des aus dem Flammrohr 14 nach oben hin ausströmenden Wasserdampfes. Stromabwärts des Wärmepuffers 21 befindet sich ein Kondensator 22, in welchem das heruntergekühlte Gas zu Wasser kondensiert. Das Innenleben des Kondensators 22 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ist dem Kondensator 22 noch ein Stirlingmotor 25 vorgeschaltet. An der im Bild rechten Seite des Kondensators 22 befindet sich eine Kondensat-Leitung 23, welche im Ausgleichsbehälter 12 mündet. Somit ist ein Kreislauf für die wässrige Lösung geschaffen, weswegen das dargestellte System auch als „geschlossen“ bezeichnet werden kann.

[0068] In der Fig. 3 ist - ebenfalls schematisch und unter Fortlassung einiger bereits eingeführter Komponenten sowie Steuerleitungen etc. - ein „offenes“ System gezeigt. Dieses umfasst einen Brenner 1 mit Elektrolyseur 6 ähnlich dem in Fig. 1 gezeigten, weswegen auf eine erneute Beschreibung der Details verzichtet wird. Rechts neben dem Brenner 1 ist ein Ausgleichsbehälter 12 dargestellt, in welchem dasselbe Flüssigkeitsniveau herrscht wie im Brenner 1. Durch die Zuleitung (ohne Bezugszeichen) gelangt wässrige Lösung in den Brenner 1. Die nach einer Ausführungsform vorgesehene Schicht brennbarer Flüssigkeit B ist nicht eingezeichnet, ebenfalls nicht die alternativ vorzusehende Pilotflamme, die durch seitlich eingespritzten und sofort verbrennenden Brennstoff gespeist wird.

[0069] Während der Brenner 1 in einer Feuerstelle (nicht gezeigt) eingebaut sein kann, ist der Ausgleichsbehälter 12 vorzugsweise außerhalb dieser angeordnet. Gleiches gilt für die Steuerung, einen Stromspeicher und andere elektrische Bauteile, die z.B. in einem Schaltkasten 24 zusammengefasst sein können. Ein Wärmespeicher ist zwar denkbar, aber beim offenen System nach Fig. 3 nicht vorgesehen.

Bezugszeichenliste

| | |
|-------|----------------------|
| 1 | Brenner |
| 2 | Brennkammer |
| 3 | Energiequelle |
| 4 | Brennraum |
| 5 | Sauerstoff-Zufuhr |
| 6 | Elektrolyseur |
| 7A,7B | Elektrode |
| 8 | Halterung |
| 9 | Gas-Temperatursensor |

| | |
|----|-------------------------------|
| 10 | Flüssigkeits-Temperatursensor |
| 11 | Einspritzung |
| 12 | Ausgleichsbehälter |
| 13 | Tank mit Pumpe |
| 14 | Flammrohr |
| 15 | Röhren-Wärmetauscher |
| 16 | Zuleitungen |
| 17 | Wärmespeicher |
| 18 | Platten-Wärmetauscher |
| 19 | Zuleitungen |
| 20 | Druckausgleichsbehälter |
| 21 | Wärmepuffer |
| 22 | Kondensator |
| 23 | Kondensat-Leitung |
| 24 | Schaltkasten |
| 25 | Stirlingmotor |
| W | wässrige Lösung |
| B | brennbare Flüssigkeit |

Schutzansprüche

1. Heizaggregat zum Erzeugen von Wärme aus einem brennbaren Gas, das Heizaggregat umfassend einen Brenner (1) zur Erzeugung der Wärme und mindestens einen Wärmetauscher (15, 18) zum Übertragen der erzeugten Wärme an ein flüssiges Transportmedium, wobei der Brenner (1) mit Wasserstoffgas betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brenner (1) folgende Komponenten aufweist:

- eine Brennkammer (2) zur Aufnahme einer wässrigen Lösung (W), über welcher ein flüssigkeitsfreier Brennraum (4) verbleibt, in welchem eine von einem Brennstoff speisbare Pilotflamme entzündbar ist;
- eine Sauerstoff-Zufuhr (5) in den Brennraum (4);
- einen Elektrolyseur (6) für Wasser zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus der wässrigen Lösung (W), dessen Spaltprodukte in die wässrige Lösung (W) der Brennkammer (2) einleitbar sind; so dass das mittels der Elektrolyse erzeugte Gas durch die wässrige Lösung (W) aufsteigen und zusammen mit zugeführtem Sauerstoff und der Pilotflamme im Brennraum (4) unter Erzeugung von Wärme verbrennen kann, die anschließend an den Wärmetauscher (15, 18) abgebar ist.

2. Heizaggregat nach Anspruch 1, wobei der Brennstoff für die Pilotflamme in Form

- einer brennbaren Flüssigkeit (B) oder eines brennbaren Gases, welche(s) in den Brennraum (4) einspritzbar ist, oder
- einer auf der wässrigen Lösung (W) schwimmen-

den Schicht einer brennbaren Flüssigkeit (B) vorliegt.

einleitbare wässrige Lösung (W) 10% Natriumhydroxid umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

3. Heizaggregat nach Anspruch 1 oder 2, wobei die brennbare Flüssigkeit (B) ein Alkohol, und/oder die Energiequelle (3) elektrisch oder mechanisch betreibbar ist, und/oder der Sauerstoff der Umgebungsluft entstammt.

4. Heizaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Elektrolyseur (6) zwei ineinander angeordnete, Metallgitter, -rohre oder -bleche umfassende Elektroden (7A, 7B) aufweist.

5. Heizaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Wärmespeicher (17), welcher mit einem dem Brenner (1) nachgeschalteten Flammrohr (14) zusammenwirkt.

6. Heizaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine bedarfsgesteuerte Einspritzung (11) für den Brennstoff, und/oder eine temperaturgesteuerte Auslösung der Elektrolyse.

7. Heizaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
 - einen Druckausgleichsbehälter (20) für das im Wärmespeicher (17) befindliche Speichermedium, und/oder
 - einen zweiten Wärmetauscher, wobei der erste Wärmetauscher ein mit dem Heizkreislauf eines Hauses verbindbarer Röhrenwärmetauscher (15), und der zweite Wärmetauscher ein mit dem Brauchwasserspeicher eines Hauses verbindbarer Plattenwärmetauscher oder Röhrenwärmetauscher (18) ist.

8. Heizaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen stromabwärts des Flammrohrs (14) angeordneten Kondensator (22) zum Auffangen und Kondensieren des bei der Verbrennung anfallenden Wasserdampfes.

9. Heizaggregat nach Anspruch 8, umfassend mindestens ein mit dem Kondensator (22) verbundenes Peltier-Element zur Umwandlung der im Kondensator (22) anfallenden Abwärme in elektrische Energie, welche zwischenspeicherbar und/oder dem Elektrolyseur (6) zuführbar ist, und/oder einen dem Kondensator (22) vorgeschalteten Stirlingmotor (25).

10. Heizaggregat nach Anspruch 8 oder 9, umfassend eine Kondensat-Leitung (23) zur Rückführung des kondensierten Wassers in die Brennkammer (2).

11. Heizaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die in den Elektrolyseur (6)

Anhängende Zeichnungen

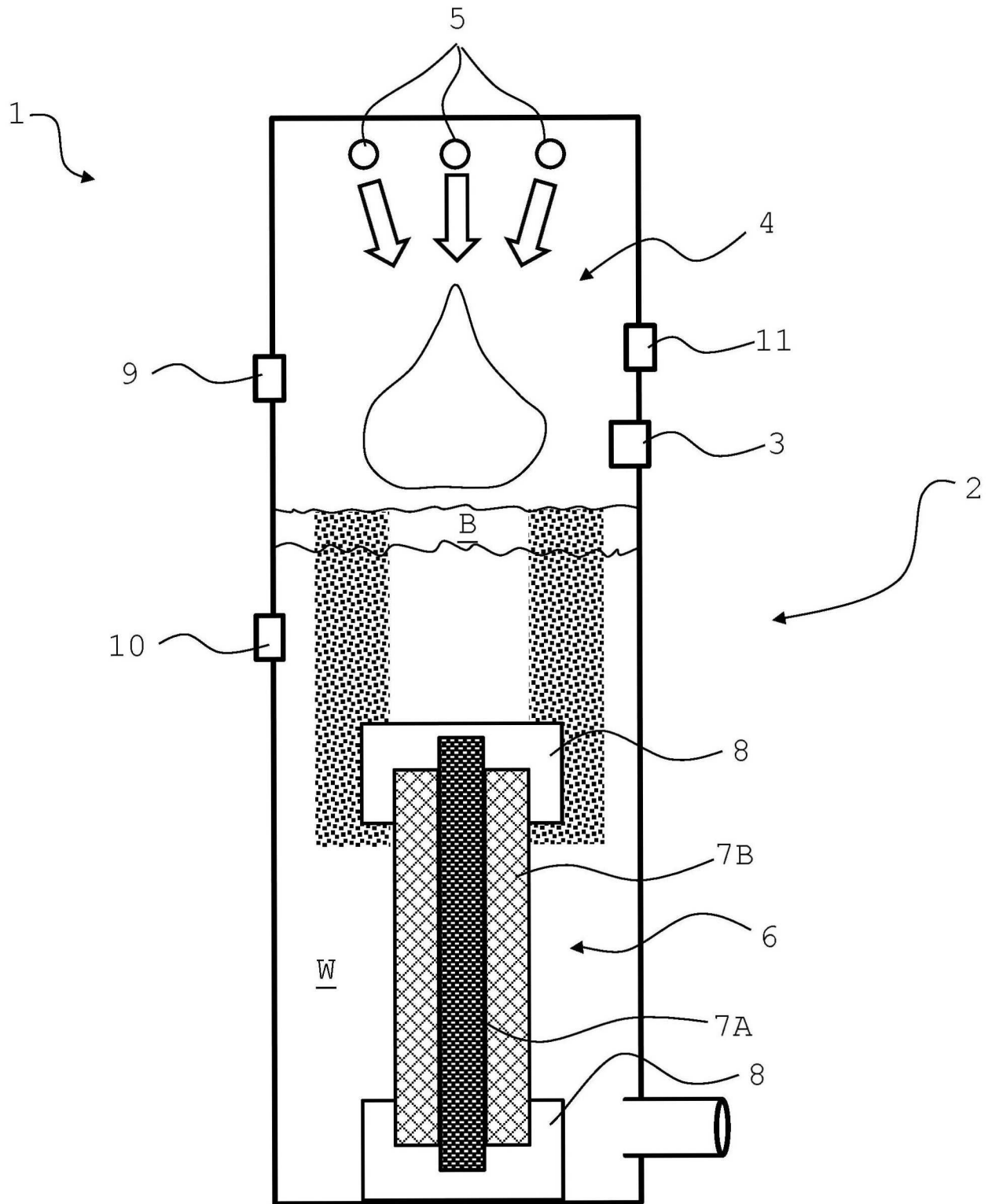


FIG. 1

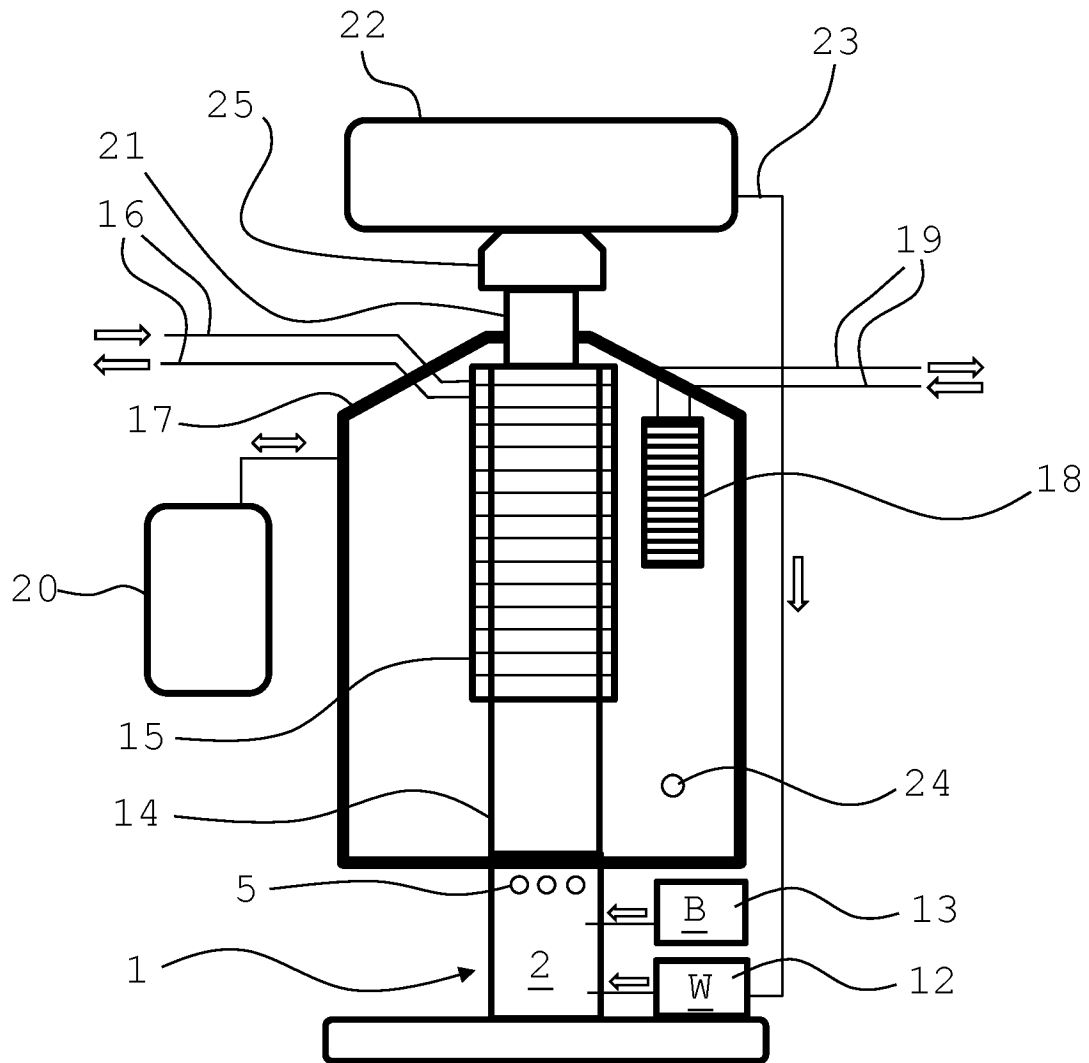


FIG. 2

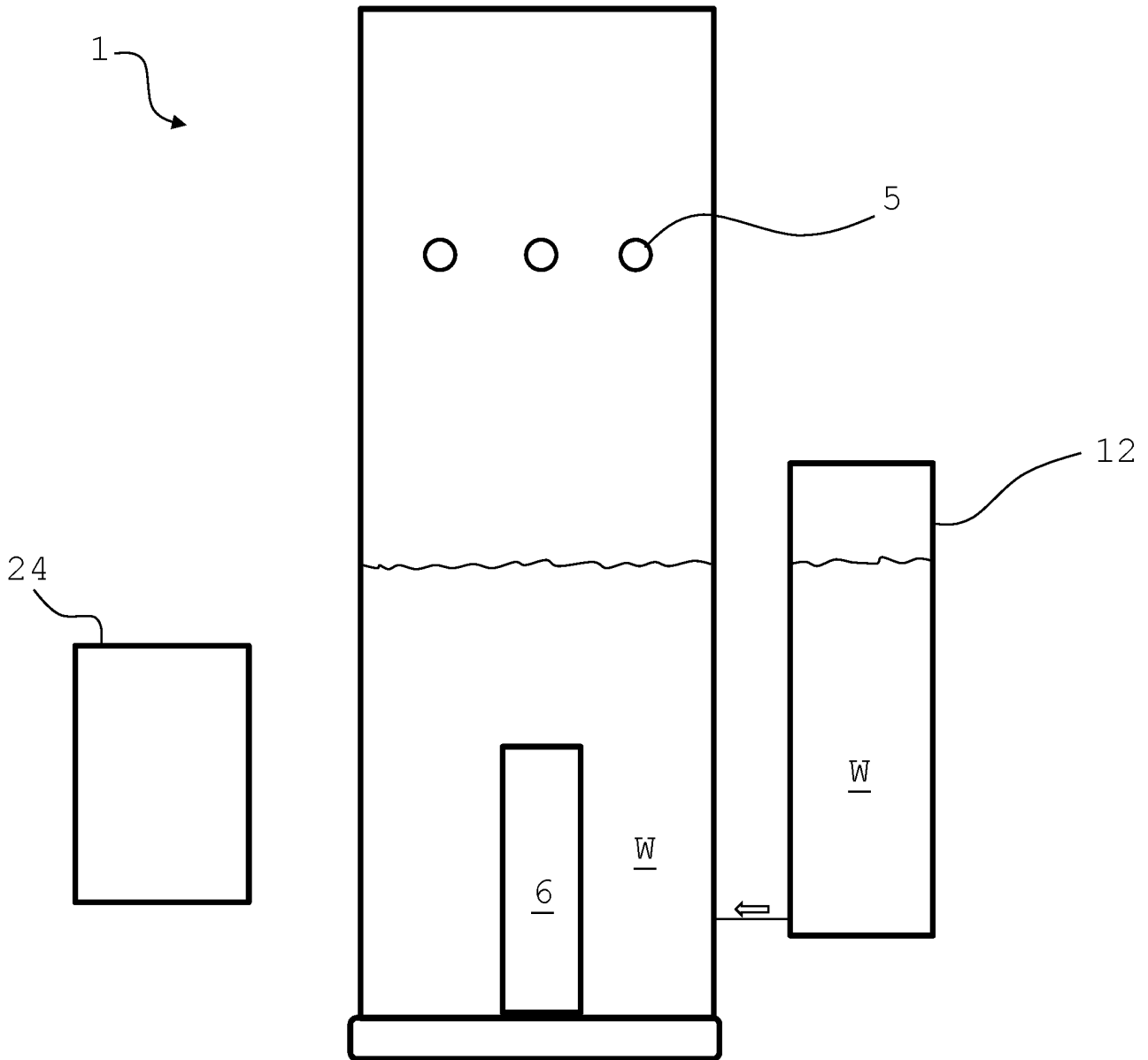


FIG. 3