

(19)



(11)

EP 4 170 065 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2023 Patentblatt 2023/17

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C25B 1/02 ^(2006.01) **C25B 9/60** ^(2021.01)
C25B 15/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22192412.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C25B 1/02; C25B 9/60; C25B 15/081

(22) Anmeldetag: **26.08.2022**

(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

(71) Anmelder: **Westnetz GmbH**
44139 Dortmund (DE)

(72) Erfinder: **Stollenwerk, Stefan**
50933 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Bals & Vogel Patentanwälte PartGmbH**
Konrad-Zuse-Str. 4
44801 Bochum (DE)

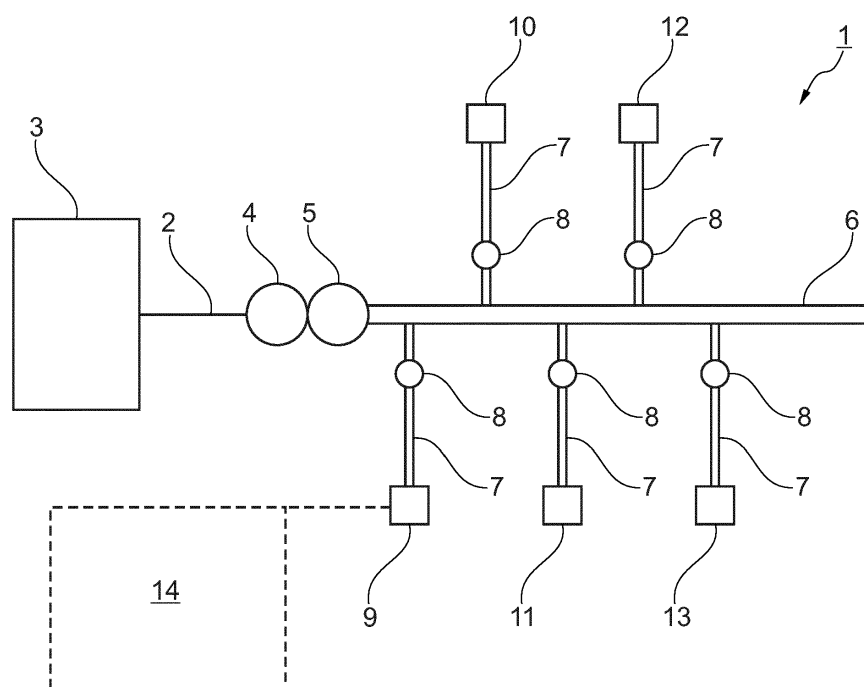
(30) Priorität: **21.10.2021 DE 102021127391**

(54) WASSERSTOFFNETZSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft ein Wasserstoffnetzsystem (1) zum Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von zumindest einer erneuerbaren Energiequelle (3) und zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs, wobei das Wasserstoffnetzsystem (1) aufweist:

- einen Elektrolyseur (4), welcher einen Energieanschluss (2) für die zumindest eine erneuerbare Energiequelle (3) aufweist und welcher zur Erzeugung von Wasserstoff aus der elektrischen Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle (3) ausgebildet ist,

- zumindest eine Hochdruckleitung (6), welche an den Elektrolyseur (4) angeschlossen ist und zum Verteilen des vom Elektrolyseur (4) erzeugten Wasserstoffs eingerichtet ist, und
- zumindest eine Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13), die zur energetischen Nutzung des erzeugten Wasserstoffs ausgebildet ist, wobei die zumindest Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13) mittels einer Niederdruckleitung (7) und einem Gasdruckregler (8) an die Hochdruckleitung (6) angeschlossen ist.

**Fig. 1****EP 4 170 065 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wasserstoffnetzsystem zum Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von zumindest einer erneuerbaren Energiequelle und zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs sowie ein zugehöriges Verfahren.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind sogenannte Microgrids bzw. auf deutsch Mikronetze bekannt, welche eine dezentrale Gruppe von Stromquellen und -verbrauchern sind, die normalerweise an das herkömmliche Verbundnetz (Makronetz) angeschlossen und mit diesem synchronisiert sind, jedoch in der Lage sind, sich von dem Verbundnetz zu trennen und autonom in einem Inselbetrieb zu arbeiten, wenn die technischen oder wirtschaftlichen Bedingungen dies erfordern. Auf diese Weise verbessern Mikronetze die Versorgungssicherheit innerhalb der Mikronetzzeile und können Notstrom liefern, wobei sie zwischen Insel- und Verbundbetrieb wechseln können.

[0003] Derartige Mikronetze können auch mit erneuerbaren Energie- bzw. Stromquellen betrieben werden, damit das Mikronetz vollständig auf erneuerbarer Energie basiert. Allerdings ist die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien begrenzt auf beispielsweise Sonnenstunden und Wind und die Speicherung von Strom ist kostenintensiv, was die Wirtschaftlichkeit solcher Mikronetze begrenzt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Netzsystem bereitzustellen, welches die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise behebt.

[0005] Die voranstehende Aufgabe wird durch die Gegenstände der Patentansprüche, insbesondere durch ein Wasserstoffnetzsystem nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 10 gelöst. Weitere Vorteile und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Wasserstoffnetzsystem offenbart sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

[0006] Demnach löst die Erfindung die Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt durch ein Wasserstoffnetzsystem zum Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von zumindest einer erneuerbaren Energiequelle und zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs. Das Wasserstoffnetzsystem weist auf:

- einen Elektrolyseur, welcher einen Energieanschluss für die zumindest eine erneuerbare Energiequelle aufweist und welcher zur Erzeugung von Wasserstoff aus der elektrischen Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle ausgebildet ist,
- zumindest eine Hochdruckleitung, welche an den

Elektrolyseur angeschlossen ist und zum Verteilen des vom Elektrolyseur erzeugten Wasserstoffs eingerichtet ist, und

- zumindest eine Nutzeinheit, die zur energetischen Nutzung des (vom Elektrolyseur) erzeugten Wasserstoffs ausgebildet ist, wobei die zumindest Nutzeinheit mittels einer Niederdruckleitung und einem Gasdruckregler an die Hochdruckleitung angeschlossen ist.

[0007] Damit wird ein auf Wasserstoff basierendes Netz in einem System vorgeschlagen, welches einen Elektrolyseur zur Herstellung des Wasserstoffs, zumindest eine Hochdruckleitung für die Verteilung des hergestellten bzw. erzeugten Wasserstoffs und zumindest eine Nutzeinheit zur energetischen Nutzung bzw. Verwertung des erzeugten Wasserstoffs aufweist. Gegenüber den bekannten und auf Strom basierenden Microgrids hat Wasserstoff den Vorteil, dass dieses wirtschaftlicher als Strom gespeichert werden kann, wenn auch seine Speicherung Herausforderungen mit sich bringt. Außerdem bietet die Bereitstellung des Wasserstoffs mittels der zumindest einen Hochdruckleitung eine besonders effiziente Nutzung für zahlreiche Nutzeinheiten, insbesondere solcher, die Wärme- und Transportanwendungen betreffen.

[0008] Damit stellt die Erfindung ein lokal einsetzbares Wasserstoffnetzsystem bereit, welches auf einem Wasserstoffnetz mit der zumindest einen Hochdruckleitung und einer oder mehreren Niederdruckleitungen, die zu einer Nutzeinheit oder mehreren Nutzeinheiten führen, sowie entsprechender Vorrichtungen basiert. Die Vorrichtungen sind der eine oder mehrere Gasdruckregler vor der einen oder den mehreren Nutzeinheiten, der Elektrolyseur und die zumindest eine Nutzeinheit.

[0009] Das Wasserstoffnetzsystem kann selbstverständlich weitere Vorrichtungen umfassen. So beispielsweise die zumindest eine oder mehrere erneuerbare Energiequellen bzw. erneuerbare Energieerzeugungsanlagen, welche an den entsprechenden Energieanschluss des Elektrolyseurs angeschlossen sein kann bzw. sein können. Mögliche erneuerbare Energieerzeugungsanlagen sind beispielsweise Photovoltaikanlagen oder Windkraftanlagen.

[0010] Auch kann das Wasserstoffnetzsystem eine Gasdruckregel- und Messanlage (GDRM) für den Wasserstoff aufweisen, die an den Elektrolyseur angeschlossen sein kann.

[0011] Wie die Bezeichnung der Leitungen aussagt, ist die zumindest eine Hochdruckleitung auf einen höheren Gasdruck als die Niederdruckleitung der zumindest einen Nutzeinheit ausgelegt. Die Leitungen werden ganz besonders durch Rohre gebildet. Durch den jeweiligen Gasdruckregler zwischen der zumindest einen Hochdruckleitung und jeder Niederdruckleitung einer Nutzeinheit kann der Gasdruck des Wasserstoffs von der zumindest einen Hochdruckleitung kommend heruntergeregelt werden.

[0012] Dadurch kann der Gasdruck in der Niederdruckleitung auch an die Anforderungen der Nutzeinheit angepasst werden.

[0013] Die zumindest eine Nutzeinheit ist zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs ausgebildet. Unter energetischer Nutzung ist im Sinne der Erfindung eine Verwertung bzw. ein Verbrauch, eine Weiterleitung oder Weiterverarbeitung, beispielsweise Umwandlung, zu verstehen. Dabei können mehrere, insbesondere verschiedenartige, Nutzeinheiten in dem Wasserstoffnetzsystem vorgesehen werden. Diese können sich jeweils eine Niederdruckleitung und einen Gasdruckregler teilen oder können jeweils mittels separater Niederdruckleitung und separatem Gasdruckregler an die zumindest eine Hochdruckleitung angeschlossen sein.

[0014] Es kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Hochdruckleitung als ein Wasserstoffspeicher ausgebildet ist. Entsprechend erfüllt die zumindest eine Hochdruckleitung dann die Funktion des Leitens des Wasserstoffs entlang der Hochdruckleitung sowie des Speicherns des Wasserstoffs darin. Das ermöglicht eine Speicherung des Wasserstoffs in der zumindest einen Hochdruckleitung selbst für eine spätere energetische Nutzung durch die zumindest eine Nutzeinheit. Die Hochdruckleitung muss zum Speichern des Wasserstoffs darin entsprechend ausgelegt sein, beispielsweise entsprechend abgedichtet sein.

[0015] Ganz besonders kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Hochdruckleitung für einen Gasdruck von zumindest 30 bar ausgelegt ist. Ferner vorzugweise ist die zumindest eine Hochdruckleitung für einen Gasdruck von zumindest 50 bar, ganz besonders zumindest 60 bar und noch mehr besonders zumindest 70 bar ausgelegt. Dies ermöglicht eine sichere und dichte Speicherung des Wasserstoffs unter hohem Druck.

[0016] Auch kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Hochdruckleitung aus einem Metall ausgebildet ist. Insbesondere kann das Metall ein Stahl bzw. eine Stahlliegierung sein. Dieser Stahl ist vorzugsweise besonders druckfest und weist eine hohe Dauerfestigkeit auf, sodass der Wasserstoff auch bei häufigen Lastwechseln sicher in der zumindest einen Hochdruckleitung gespeichert werden kann.

[0017] Ferner kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Hochdruckleitung einen Durchmesser von zumindest 150 mm aufweist. Ganz besonders kann die zumindest eine Hochdruckleitung einen Durchmesser von zumindest 150 mm, ganz besonders von zumindest 200 mm und ferner besonders von zumindest 250 mm aufweisen. Der Durchmesser kann wiederum höchstens 400 mm, ganz besonders höchstens 350 mm und ferner besonders höchstens 300 mm betragen. Dadurch kann eine große Menge Wasserstoff in der zumindest einen Hochdruckleitung bei hoher Sicherheit gespeichert werden.

[0018] Alternativ oder zusätzlich zu der Ausbildung der zumindest einen Hochdruckleitung als Wasserstoffspeicher kann das Wasserstoffnetzsystem ein mit der zumin-

dest einen Hochdruckleitung verbundenes Wasserstoffspeicherterminal aufweisen. Auch oder alternativ in dem Wasserstoffspeicherterminal kann so Wasserstoff gespeichert werden.

[0019] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Niederdruckleitung für einen Gasdruck von bis zu 10 bar ausgelegt ist. Ganz besonders kann die Niederdruckleitung für einen Gasdruck von bis zu 8 bar, ganz besonders bis zu 5 bar ausgelegt sein. Insbesondere können die vorstehenden Druckangaben zulässige Höchstwerte der Niederdruckleitung sein. Dadurch kann das Wasserstoffnetzsystem trotz vergleichsweise teurer Hochdruckleitungen durch die geringeren Druckanforderungen der Niederdruckleitung(en) wirtschaftlich hergestellt werden.

[0020] Auch kann vorgesehen sein, dass die Niederdruckleitung aus einem Kunststoff ausgebildet ist. Als Kunststoff kann beispielsweise Polyethylen oder Polyamid, beispielsweise PA12, genutzt werden. Dies hat neben wirtschaftlichen Vorteilen auch den Vorteil, dass die Niederdruckleitung nicht korrodieren kann.

[0021] Außerdem kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit, ein Wasserstoff-Blockheizkraftwerk für ein Fernwärmenetz ist. Das Blockheizkraftwerk kann den Wasserstoff insoweit zur Bereitstellung der Fernwärme im Fernwärmenetz verwerten, was eine besonders effiziente Verwertung des Wasserstoffs, der aus der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle erzeugt worden ist, ermöglicht.

[0022] Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit eine Brennstoffzelle zur Wärmeerzeugung und/oder eine Brennwärmtherme auf Wasserstoffbasis ist. Mit der Brennwärmtherme kann der Wasserstoff zur unmittelbaren Beheizung von Gebäuden genutzt werden.

[0023] Auch kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit ein Brennstoffzellensystem eines Klärwerks ist. Das Brennstoffzellensystem ermöglicht die Bereitstellung von elektrischer Energie für den Betrieb des Klärwerks aus dem Wasserstoff des Elektrolyseurs. Dies kann ganz besonders für eine stromautarke Versorgung des Klärwerks von Nutzen sein. So kann das Brennstoffzellensystem die Schwarzstartfähigkeit des Klärwerks ermöglichen. Neben dieser wasserstoffbasierten Notstromversorgung des Klärwerks kann auch vorgesehen sein, dass mittels des Wasserstoffs die Wärmeversorgung von Betriebsgebäuden des Klärwerks sichergestellt wird.

[0024] Außerdem kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit eine Speicheranlage zum Speichern des Wasserstoffs in einem flüssigen organischen Wasserstoffträger ist. Derartige auch als chemische Wasserstoffspeicher bekannten Speicheranlagen ermöglichen das Speichern des Wasserstoffs in einem Träger, beispielsweise einem Trägeröl. Dieses kann dann wie ein herkömmliches Öl mittels etwa eines Tankwagens transportiert werden und an anderer Stelle, etwa für Transport- bzw. Mobilitätsanwendungen, energetisch genutzt werden.

[0025] Möglich ist natürlich ferner eine Kopplung des Industriesektors an das Wasserstoffnetzsystem mittels entsprechender Nutzeinheiten, die (Not-)Stromversorgungseinheiten oder Heiz- und/oder Produktionsprozess-einheit, die auf Wasserstoff basieren, sein können.

[0026] Eine weitere Mobilitätsanwendung, die eingesetzt werden kann ist, eine Wasserstofftankstelle, wofür wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit eine Wasserstofftankstelle sein kann. Die Wasserstofftankstelle ermöglicht das Versorgen von Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb mit dem auf erneuerbaren Energien basierenden Wasserstoff aus dem Elektrolyseur. Die Wasserstofftankstelle kann ihrerseits einen weiteren Wasserstoffspeicher aufweisen sowie auch einen entsprechenden Verdichter, da typischerweise Drücke von 350 oder 700 bar erforderlich sind, die von der Hochdruckleitung nicht bereitgestellt werden.

[0027] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die eingangs erwähnte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren in einem Wasserstoffnetzsystem nach dem ersten Aspekt der Erfindung. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle,
- Zwischenspeichern des erzeugten Wasserstoffs, und
- energetische Nutzung des zwischengespeicherten Wasserstoffs in der zumindest einen Nutzeinheit.

[0028] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Speichern des erzeugten Wasserstoffs in der zumindest einen Hochdruckleitung erfolgt. Dazu muss die Hochdruckleitung, wie zuvor erläutert, entsprechend ausgebildet sein, ganz besonders abgedichtet sein, vorzugsweise für einen hohen Gasdruck von zumindest 30 bar ausgelegt sein, vorzugsweise aus einem Metall ausgebildet sein und vorzugsweise einen großen Durchmesser von zumindest 150 mm aufweisen.

[0029] Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass die energetische Nutzung des Wasserstoffs in der zumindest einen Nutzeinheit erfolgt, wenn keine elektrische Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle erzeugt wird bzw. erzeugt werden kann. Bei einer Photovoltaikanlage ist dies also der Fall, wenn keine Sonne scheint oder ein Defekt der Photovoltaikanlage vorliegt. Bei einer Windkraftanlage ist dies ebenfalls bei einem Defekt oder bei Windstille der Fall. In dieser auch als Dunkelflaute bezeichnbaren Zeit kann das gespeicherte Wasserstoff genutzt werden, um die Energieversorgung der zumindest einen Nutzeinheit sicherzustellen, wenn dies anderenfalls auch direkt mit Strom möglich ist oder wäre.

[0030] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Einzelnen be-

schrieben wird. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Dabei zeigen jeweils schematisch:

5

Fig. 1 ein Wasserstoffnetzsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

10

Fig. 2 ein Verfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0031] Figur 1 zeigt ein Wasserstoffnetzsystem 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15

[0032] Das Wasserstoffnetzsystem 1 umfasst einen Energieanschluss 2 in Form einer Energieleitung, mittels dem es an eine erneuerbare Energiequelle 3 bzw. erneuerbare Energieerzeugungsquelle, vorliegend beispielsweise eine Photovoltaikanlage, angeschlossen ist. Um genau zu sein, ist ein Elektrolyseur 4 des Wasserstoffnetzsystems 1 an die erneuerbare Energiequelle 3 angeschlossen.

20

[0033] Der Elektrolyseur 4 erhält über den Energieanschluss 2 Strom von der erneuerbaren Energiequelle 3 und erzeugt hieraus Wasserstoff. Dies ist ein erster Schritt 101 des in Figur 2 schematisch anhand seiner Schritte illustrierten Verfahrens 100, welches in dem Wasserstoffnetzsystem 1 ausgeführt wird.

25

[0034] Der so erzeugte Wasserstoff wird über eine Gasdruckregel- und Messanlage (GDRM) 5 in eine Hochdruckleitung 6 bei einem hohen Druck von beispielsweise 70 bar eingespeist. Dies erfolgt in einem zweiten Schritt 102 des Verfahrens 100.

30

[0035] Anschließend wird der Wasserstoff in der Hochdruckleitung 6 in einem dritten Schritt 103 des Verfahrens 100 zwischengespeichert. Für eine optimale Speicherefähigkeit des Wasserstoffs in der Hochdruckleitung 6 ist diese aus einem Stahl gefertigt, für einen Gasdruck bis zumindest 70 bar ausgelegt und mit einem Durchmesser von zumindest 200 mm ausgebildet. Die Zwischenspeicherung kann für einen kurzen Zeitraum von beispielsweise wenigen Minuten oder aber über einen langen Zeitraum von beispielsweise wenigen oder mehreren Stunden erfolgen.

35

40

[0036] Alternativ oder zusätzlich kann die Zwischenspeicherung in einem nicht gezeigten Wasserstoffspeicherterminal erfolgen.

45

[0037] Schließlich erfolgt in einem vierten Schritt 104 des Verfahrens 100 eine energetische Nutzung des Wasserstoffs in verschiedenartigen Nutzeinheiten 9, 10, 11, 12, 13 welche jeweils mittels Niederdruckleitungen 7 und Gasdruckreglern 8 an die Hochdruckleitung 6 angeschlossen sind. Ganz besonders kann diese energetische Nutzung des Wasserstoffs in einer oder mehreren der Nutzeinheiten 9, 10, 11, 12, 13 dann erfolgen, wenn keine elektrische Energie von der erneuerbaren Energiequelle 3 erzeugt wird.

50

55

[0038] Die Nutzeinheit 9 ist ein Wasserstoff-Blockheizkraftwerk 9 für ein Fernwärmenetz 14. Das Wasserstoff-

Blockheizkraftwerk 9 kann den in der Hochdruckleitung 6 zwischengespeicherten Wasserstoff insoweit im vierten Schritt 104 des Verfahrens 100 zur Bereitstellung der Fernwärme im Fernwärmenetz 14 verwerten, was eine besonders effiziente Verwertung des Wasserstoffs, der aus der erneuerbaren Energiequelle 3 erzeugt worden ist, ermöglicht.

[0039] Die Nutzeinheit 10 ist eine Brennwerttherme 10 auf Wasserstoffbasis für ein oder mehrere Gebäude. Mit der Brennwerttherme 10 kann der zwischengespeicherte Wasserstoff im vierten Schritt 104 des Verfahrens 100 zur unmittelbaren Beheizung dieser Gebäude genutzt werden.

[0040] Die Nutzeinheit 11 ist ein Brennstoffzellensystem 11 eines Klärwerks. Das Brennstoffzellensystem 11 ermöglicht in dem vierten Schritt 104 des Verfahrens 100 die Bereitstellung von elektrischer Energie für den Betrieb des Klärwerks aus dem Wasserstoff des Elektrolyseurs 4. Dies kann ganz besonders für eine stromautarke Versorgung des Klärwerks von Nutzen sein. So kann das Brennstoffzellensystem 11 im vierten Schritt 104 für einen Schwarzstart des Klärwerks genutzt werden.

[0041] Die Nutzeinheit 12 ist eine Speicheranlage 12 zum Speichern des Wasserstoffs in einem flüssigen organischen Wasserstoffträger. Derartige auch als chemische Wasserstoffspeicher bekannten Speicheranlagen 12 ermöglichen in dem vierten Schritt 104 des Verfahrens 100 das Speichern des Wasserstoffs in einem Träger, beispielsweise einem Trägeröl. Dieses kann dann wie ein herkömmliches Öl mittels etwa eines Tankwagens transportiert werden und an anderer Stelle, etwa für Transport- bzw. Mobilitätsanwendungen, energetisch genutzt werden.

[0042] Die Nutzeinheit 13 ist eine Wasserstofftankstelle 13. Die Wasserstofftankstelle 13 ermöglicht in dem vierten Schritt 104 des Verfahrens das Versorgen von Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb mit dem auf erneuerbaren Energien basierenden Wasserstoff aus dem Elektrolyseur 4. Die Wasserstofftankstelle 13 kann ihrerseits einen weiteren Wasserstoffspeicher (nicht gezeigt) aufweisen sowie auch einen entsprechenden Verdichter (nicht gezeigt), da typischerweise Drücke von 350 oder 700 bar erforderlich sind, für welche die Niederdruckleitung 7 nicht ausgelegt ist.

Bezugszeichenliste

[0043]

- | | |
|---|---|
| 1 | Wasserstoffnetzsystem |
| 2 | Energieanschluss |
| 3 | erneuerbare Energiequelle |
| 4 | Elektrolyseur |
| 5 | Gasdruckregel- und Messanlage |
| 6 | Hochdruckleitung |
| 7 | Niederdruckleitung |
| 8 | Gasdruckregler |
| 9 | Nutzeinheit, Wasserstoff-Blockheizkraftwerk |

- | | |
|--------|---|
| 10 | Nutzeinheit, Brennwerttherme auf Wasserstoffbasis |
| 11 | Nutzeinheit, Brennstoffzellensystem |
| 12 | Nutzeinheit, Speicheranlage |
| 5 13 | Nutzeinheit, Wasserstofftankstelle |
| 14 | Fernwärmenetz |
| 100 | Verfahren |
| 101 | erster Schritt |
| 102 | zweiter Schritt |
| 10 103 | dritter Schritt |
| 104 | vierter Schritt |

Patentansprüche

- | | |
|----|--|
| 15 | 1. Wasserstoffnetzsystem (1) zum Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von zumindest einer erneuerbaren Energiequelle (3) und zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs, wobei das Wasserstoffnetzsystem (1) aufweist: |
| 20 | - einen Elektrolyseur (4), welcher einen Energieanschluss (2) für die zumindest eine erneuerbare Energiequelle (3) aufweist und welcher zur Erzeugung von Wasserstoff aus der elektrischen Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle (3) ausgebildet ist, |
| 25 | - zumindest eine Hochdruckleitung (6), welche an den Elektrolyseur (4) angeschlossen ist und zum Verteilen des vom Elektrolyseur (4) erzeugten Wasserstoffs eingerichtet ist, und |
| 30 | - zumindest eine Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13), die zur energetischen Nutzung des erzeugten Wasserstoffs ausgebildet ist, wobei die zumindest Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13) mittels einer Niederdruckleitung (7) und einem Gasdruckregler (8) an die Hochdruckleitung (6) angeschlossen ist. |
| 35 | 2. Wasserstoffnetzsystem (1) nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Hochdruckleitung (6) als ein Wasserstoffspeicher eingerichtet ist. |
| 40 | 3. Wasserstoffnetzsystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zumindest eine Hochdruckleitung (6) für einen Gasdruck von zumindest 30 bar ausgelegt ist. |
| 45 | 4. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Hochdruckleitung (6) aus einem Metall ausgebildet ist. |
| 50 | 5. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Hochdruckleitung (6) einen Durchmesser von zumindest 150 mm aufweist. |
| 55 | 6. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voran- |

stehenden Ansprüche, wobei das Wasserstoffnetzsystem (1) ein mit der zumindest einen Hochdruckleitung (6) verbundenes Wasserstoffspeicherterminal aufweist.

5

7. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Niederdruckleitung (7) für einen Gasdruck von bis zu höchstens 10 bar ausgelegt ist.

10

8. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Niederdruckleitung (7) aus einem Kunststoff ausgebildet ist.

9. Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine der zumindest einen Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13) ein Wasserstoff-Blockheizkraftwerk (9) für ein Fernwärmenetz (14), eine Brennstoffzelle zur Wärmeerzeugung, eine Brennwärtheimer (10) auf Wasserstoffbasis, ein Brennstoffzellensystem (11) eines Klärwerks, eine Speicheranlage (12) zum Speichern des Wasserstoffs in einem flüssigen organischen Wasserstoffträger und/oder eine Wasserstofftankstelle (13) ist.

25

10. Verfahren (100) in einem Wasserstoffnetzsystem (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Verfahren (100) die Schritte (101, 102, 103, 104) aufweist:

30

- Erzeugen von Wasserstoff aus elektrischer Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle (3),
- Zwischenspeichern des erzeugten Wasserstoffs, und
- energetische Nutzung des Wasserstoffs in der zumindest einen Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13).

35

11. Verfahren (100) nach Anspruch 10 wobei das Speichern des erzeugten Wasserstoffs in der zumindest einen Hochdruckleitung (6) erfolgt.

40

12. Verfahren (100) nach Anspruch 10 oder 11, wobei die energetische Nutzung des Wasserstoffs in der zumindest einen Nutzeinheit (9, 10, 11, 12, 13) erfolgt, wenn keine elektrische Energie von der zumindest einen erneuerbaren Energiequelle (3) erzeugt wird.

45

50

55

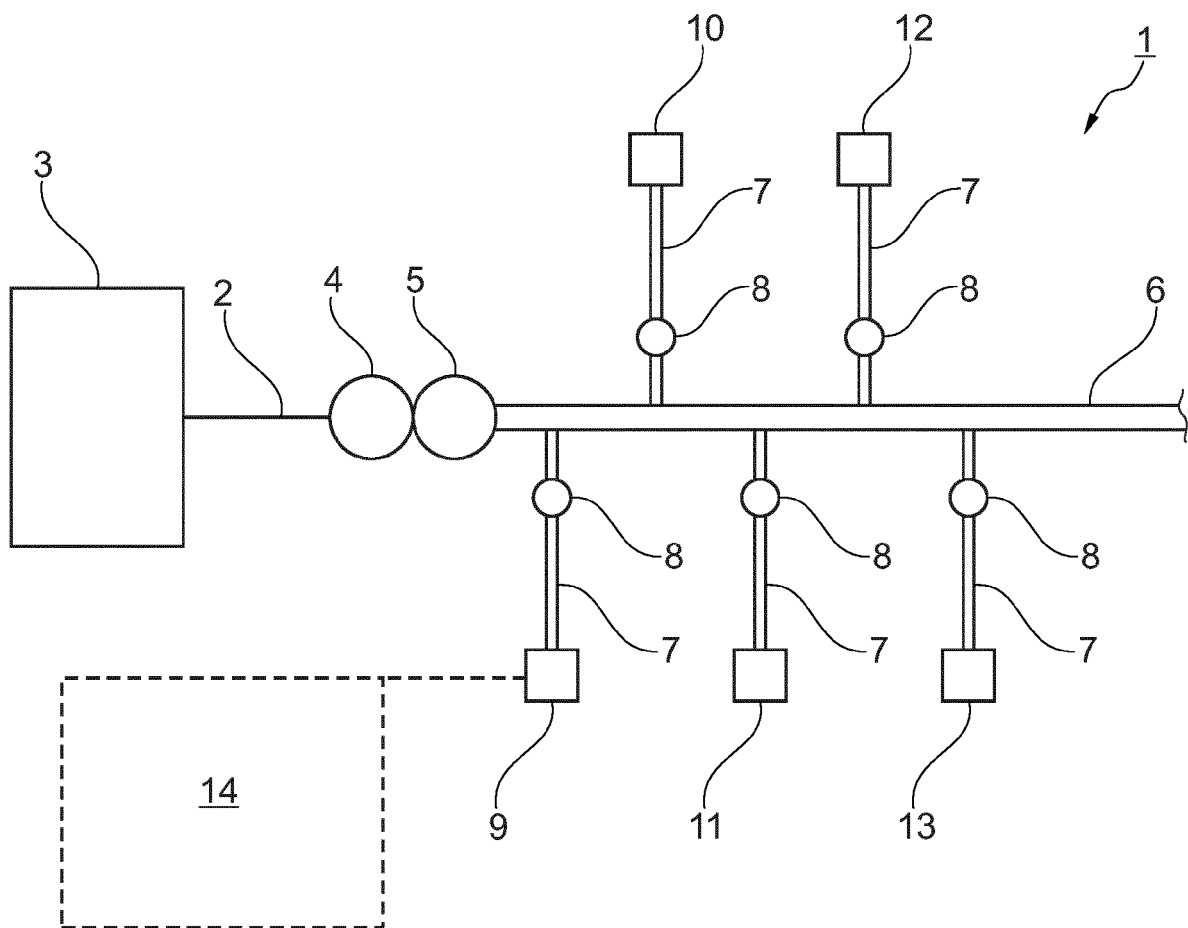


Fig. 1

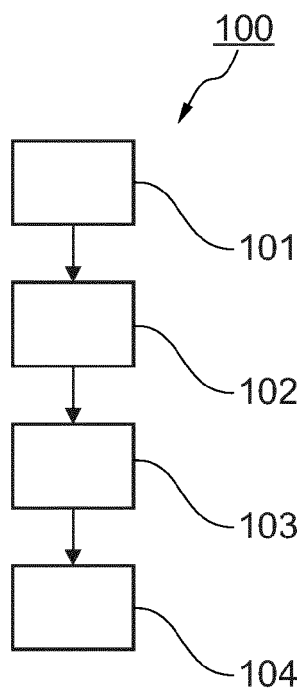


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 2412

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	DE 103 07 112 A1 (PROTON ENERGY SYS INC [US]) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) * das ganze Dokument *	1-12	INV. C25B1/02 C25B9/60 C25B15/08
X	US 9 464 356 B2 (ENCITE LLC [US]) 11. Oktober 2016 (2016-10-11) * das ganze Dokument *	1-12	
X	KELLY N A ET AL: "A solar-powered, high-efficiency hydrogen fueling system using high-pressure electrolysis of water: Design and initial results", INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 33, Nr. 11, 1. Juni 2008 (2008-06-01), Seiten 2747-2764, XP022695919, ISSN: 0360-3199, DOI: 10.1016/J.IJHYDENE.2008.03.036 [gefunden am 2008-05-12] * das ganze Dokument *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. März 2023	Prüfer Juhart, Matjaz
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 19 2412

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.

23-03-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10307112 A1	30-10-2003	DE 10307112 A1	30-10-2003
		JP 2003282122 A	03-10-2003
		US 2004013923 A1	22-01-2004

US 9464356 B2	11-10-2016	AU 2012312234 A1	08-05-2014
		CA 2849362 A1	28-03-2013
		CN 103974909 A	06-08-2014
		EP 2758346 A1	30-07-2014
		JP 6026542 B2	16-11-2016
		JP 2014532116 A	04-12-2014
		US 2013112550 A1	09-05-2013
		US 2017121830 A1	04-05-2017
		US 2020063272 A1	27-02-2020
		WO 2013043982 A1	28-03-2013

EPO FORM P0461

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