



(11) **EP 4 332 423 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.03.2024 Patentblatt 2024/10**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F17C 1/00<sup>(2006.01)</sup> F17D 1/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **23188888.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F17D 1/04; F17C 1/00; F17C 1/007;**  
F17C 2201/052; F17C 2221/012; F17C 2221/033;  
F17C 2223/0123; F17C 2223/035; F17C 2223/036;  
F17C 2227/0309; F17C 2227/0325;  
F17C 2227/0362; F17C 2265/07; F17C 2270/0142;  
F17C 2270/0152

(22) Anmeldetag: **01.08.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **RWE Gas Storage West GmbH**  
**45127 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **Schmidt, Simon**  
**45141 Essen (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patent- & Rechtsanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Bleichstraße 14**  
**40211 Düsseldorf (DE)**

(30) Priorität: **31.08.2022 DE 102022122057**

(54) **BRENNGASSPEICHERSYSTEM**

(57) Die Anmeldung betrifft ein Brenngasspeichersystem (200, 300), umfassend mindestens einen Brenngasanschluss (222, 322), eingerichtet zum Bereitstellen eines Brenngases aus einem Brenngasverteilnetz (202, 302), mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304), eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases, mindestens einen Brenngasspeicher (206, 306), eingerichtet zum Speichern des verdichteten Brenngases, mindestens eine Brenngasentspan-

nungsanordnung (208, 308), eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher (206, 306) entnommenen Brenngases, wobei der Brenngasanschluss (222, 322) eingerichtet ist zum Einspeisen des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilnetz (202, 302), wobei die Brenngasentspannungsanordnung (208, 308) mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine (230, 330, 430) umfasst.

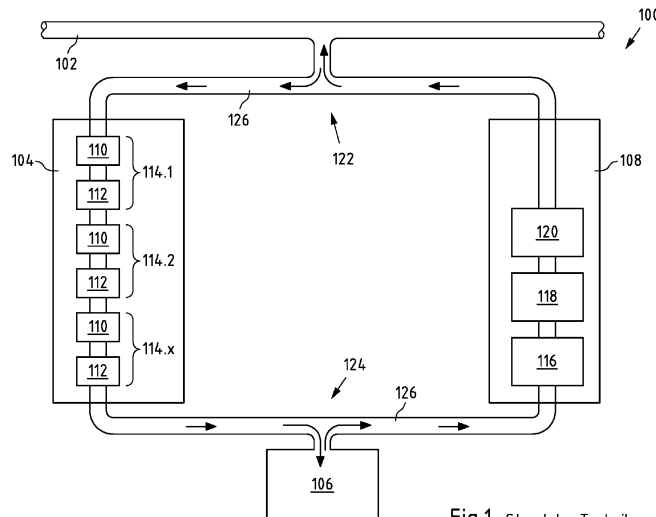


Fig.1 Stand der Technik

**EP 4 332 423 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Anmeldung betrifft ein Brenngasspeichersystem, umfassend mindestens einen Brenngasanschluss, eingerichtet zum Bereitstellen eines Brenngases aus einem Brenngasverteilnetz, mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung, eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases, mindestens einen Brenngasspeicher, (z.B. einen künstlich in Salzgestein angelegten Hohlraum), eingerichtet zum Speichern des verdichteten Brenngases, mindestens eine Brenngasentspannungsanordnung, eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher entnommenen Brenngases, wobei der Brenngasanschluss eingerichtet ist zum Einspeisen des entspannten Brenngases in das (öffentliche) Brenngasverteilnetz. Darüber hinaus betrifft die Anmeldung ein Verfahren zum Betreiben eines Brenngasspeichersystems.

**[0002]** Zur Erzeugung von elektrischer Energie und/oder Wärme ist es aus dem Stand der Technik bekannt, ein Brenngas in einem Kraftwerk zu verbrennen. Beispielhafte Brenngase sind Erdgas, Biogas und Wasserstoff. Ein Brenngas wird über ein Rohrleitungsnetz bzw. Brenngasverteilnetz transportiert und regelmäßig mittels Brenngasspeichersystemen zwischengespeichert.

**[0003]** Bekannte Brenngasspeichersysteme umfassen mindestens einen Brenngasspeicher, in dem das Brenngas zwischengespeichert wird. Hierzu wird das über das Brenngasverteilnetz bereitgestellte Brenngas zunächst durch eine Verdichtungsanordnung verdichtet. Das verdichtete Brenngas wird dann in dem Brenngasspeicher gespeichert. Wenn ein Bedarf an Brenngas besteht, wird das Brenngas aus dem Speicher über eine Entspannungsanordnung entnommen. Das entspannte Brenngas wird dann wieder in das Brenngasverteilnetz eingespeist. Ferner kann mindestens eine weitere verfahrenstechnische Anlage zu spezifikationsgerechten Aufbereitung des gespeicherten Brenngases vor einer Rückleitung ins Brenngasverteilnetz vorgesehen sein, wie eine Brenngastrocknung oder dergleichen.

**[0004]** Die Figur 1 zeigt ein beispielhaftes Brenngasspeichersystem 100 des Stands der Technik. Das Brenngasspeichersystem 100 umfasst eine Brenngasverdichtungsanordnung 104, einen Brenngasspeicher 106 und eine Brenngasentspannungsanordnung 108. Ferner ist ein internes Brenngasverteilnetz 126 in Form einer Mehrzahl von Rohren vorgesehen.

**[0005]** Das Brenngasspeichersystem 100 ist über einen Brenngasanschluss 122 mit einem öffentlichen Brenngasverteilnetz 102 gekoppelt. Der Brenngasanschluss 122 ist eingerichtet zum Bereitstellen von Brenngas aus dem Brenngasverteilnetz 102. Dieses Brenngas wird insbesondere der Brenngasverdichtungsanordnung 104 bereitgestellt bzw. zugeführt. Hierbei sei angemerkt, dass die Strömungsrichtung des Brenngases in dem internen Brenngasverteilnetz 126 durch Pfeile angedeutet ist.

**[0006]** Eine Brenngasverdichtungsanordnung 104 weist in der Regel eine Mehrzahl von Verdichtungsstufen 114.1, 114.2, 114.x auf, wobei x eine natürliche Zahl ist. Eine Verdichtungsstufe 114.1, 114.2, 114.x des Stands der Technik weist insbesondere einen Verdichter 110 und einen dem jeweiligen Verdichter 110 nachgelagerten Luftkühler 112 auf.

**[0007]** Das durch den Brenngasanschluss 122 bereitgestellte Brenngas besitzt vor der ersten Verdichtungsstufe 114.1 normalerweise eine Temperatur zwischen ca. 8° C und 15° C. Durch den Verdichter 110 der ersten Verdichtungsstufe 114.1 erhöht sich die Temperatur des Brenngases auf ca. 50° C bis 150° C. Insbesondere wird durch die durch den Verdichter 110 an dem Brenngas verrichtete Arbeit die innere Energie des Brenngases und damit dessen Temperatur erhöht.

**[0008]** Um insbesondere bei einer Vielzahl von Verdichtungsstufen 114.1, 114.2, 114.x eine Beschädigung an den technischen Komponenten der Verdichtungsstufen 114.1, 114.2, 114.x zu vermeiden, ist es bekannt, dass jedem Verdichter 110 ein Luftkühler 112 nachgeschaltet ist. So kann beispielsweise bei der ersten Verdichtungsstufe 114.1 das auf eine Temperatur von bis zu ca. 150° C erwärmte Brenngas durch einen nachgeschalteten Luftkühler 112 wieder auf ca. 45° C heruntergekühlt werden.

**[0009]** Nachdem das Brenngas durch die letzte Verdichtungsstufe 114.x verdichtet und anschließend heruntergekühlt wurde, wird es durch einen Speicheranschluss 124 des Brenngasspeichers 106 in den Brenngasspeicher 106 eingespeist und dort gespeichert, insbesondere zwischengespeichert.

**[0010]** Insbesondere wenn in dem externen Brenngasverteilnetz 102 ein Bedarf an Brenngas vorliegt bzw. besteht, wird das gespeicherte Brenngas über den Speicheranschluss 124 aus dem Brenngasspeicher 106 entnommen und insbesondere einer Brenngasentspannungsanordnung 108 bereitgestellt. Bei Erdgas erfolgt beim Stand der Technik zunächst über eine Wärmeeinrichtung 116 der Brenngasentspannungsanordnung 108 eine Erwärmung des entnommenen Erdgases. Dann wird das vorgewärmte Erdgas über ein Regelventil 118 bzw. Entspannungsventil 118 entspannt. Das entspannte Erdgas wird einer Gasaufbereitung 120 zugeführt und über den Brenngasanschluss in das Brenngasverteilnetz 102 eingespeist.

**[0011]** Wenn es sich bei dem Brenngas um Wasserstoff handelt, dann erfolgt aufgrund des im Vergleich zum Erdgas negativen Joule-Thomson-Koeffizienten des Wasserstoffs anstelle einer Erwärmung des entnommenen Wasserstoffs eine Vorkühlung des entnommenen Wasserstoffs durch eine Kühleinrichtung 116 der Brenngasentspannungsanordnung 108. Anschließend wird der vorgekühlte Wasserstoff über das Regelventil 118 bzw. Entspannungsventil 118 entspannt. Der entspannte Wasserstoff wird einer Gasaufbereitung 120 zugeführt und über den Brenngasanschluss in das Brenngasverteilnetz 102 eingespeist.

**[0012]** Zum Betreiben eines derartigen Brenngasspeichersystems wird eine erhebliche Menge an externer Energie benötigt. So ist es erforderlich, die Verdichter und die Luftkühler der Brenngasverdichtungsanordnung mit elektrischer Energie aus einer externen Energiequelle zu versorgen. Ebenso ist es erforderlich, die elektrischen Komponenten der beschriebenen Entspannungsanordnung mit elektrischer Energie aus einer externen Energiequelle. Mit anderen Worten ist der Energieaufwand bei der Einlagerung und/oder Auslagerung von Brenngas bei den bekannten Brenngasspeichersystemen hoch.

**[0013]** Daher liegt der Anmeldung die Aufgabe zugrunde, ein Brenngasspeichersystem bereitzustellen, bei dem der Bedarf an Energie aus externen Energiequellen zumindest reduziert ist.

**[0014]** Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Anmeldung gelöst durch ein Brenngasspeichersystem nach Anspruch 1. Das Brenngasspeichersystem umfasst mindestens einen Brenngasanschluss. Der Brenngasanschluss ist eingerichtet zum Bereitstellen eines Brenngases aus einem Brenngasverteilstrom. Das Brenngasspeichersystem umfasst mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung. Die Brenngasverdichtungsanordnung ist eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases. Das Brenngasspeichersystem umfasst mindestens einen Brenngasspeicher. Der Brenngasspeicher ist eingerichtet zum Speichern des verdichteten Brenngases. Das Brenngasspeichersystem umfasst mindestens eine Brenngasentspannungsanordnung. Die Brenngasentspannungsanordnung ist eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher entnommenen Brenngases. Der Brenngasanschluss ist eingerichtet zum Einspeisen des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilstrom. Die Brenngasentspannungsanordnung umfasst mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere eingerichtet zum Entspannen des entnommenen Brenngases, besonders bevorzugt zum Nutzbarmachen der inneren Energie des Brenngases.

**[0015]** Indem im Gegensatz zum Stand der Technik anmeldungsgemäß ein Brenngasspeichersystem mit einer Brenngasentspannungsanordnung bereitgestellt wird, wobei die Brenngasentspannungsanordnung mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine umfasst, insbesondere eingerichtet zum Entspannen des entnommenen Brenngases, wird der Bedarf an Energie aus externen Energiequellen zumindest reduziert. So kann die Entspannungsarbeitsmaschine vorzugsweise in Form einer Turbinenvorrichtung eine Wärmeeinrichtung oder eine Kühleinrichtung sowie das Regelventil ersetzen, so dass der externe Energiebedarf reduziert wird. Zudem bietet insbesondere die Verwendung einer Turbinenvorrichtung die Möglichkeit, Energie durch den Entspannungsvorgang bzw. während des Entspannungsvorgangs zurückzugewinnen. Insbesondere kann durch die Entspannungsarbeitsmaschine die innere Energie des Brenngases in nutzbare Energie gewandelt werden.

**[0016]** Das Brenngasspeichersystem dient der Spei-

cherung von einem Brenngas, insbesondere zum Zwischenspeichern des Brenngases.

**[0017]** Unter einem Brenngas ist insbesondere ein brennbares Nutzgas zu verstehen, welches zur Bereitstellung von beispielsweise Wärmeenergie und/oder elektrische Energie in einem elektrochemischen Wandler (z.B. eine Verbrennungseinrichtung, eine Brennstoffzelle etc.) eines Brenngasverbrauchers verbrannt bzw. oxidiert wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann das Brenngas ausgewählt sein aus der Gruppe, umfassend: Erdgas, Biogas und Wasserstoff. Mit anderen Worten, das Brenngasspeichersystem ist insbesondere eingerichtet zum Einlagern und Auslagern von Erdgas oder Wasserstoff.

**[0018]** Ein Brenngas wird insbesondere über ein (externes und insbesondere öffentliches) Brenngasverteilstrom von einer Brenngasquelle zu einem Brenngasverbraucher (z.B. Gaskraftwerk, Gasheizung eines Gebäudes etc.) transportiert. Ein Brenngasverteilstrom bzw. Brenngastransportstrom umfasst in der Regel eine Mehrzahl von Transportnetzrohren bzw. Transportnetzleitungen, durch die das Brenngas transportiert wird.

**[0019]** Ein Brenngasspeichersystem ist über mindestens einen Brenngasanschluss an ein solches externes Brenngasverteilstrom angeschlossen. Wenn zum Beispiel durch die mindestens eine Brenngasquelle mehr Brenngas in das externe Brenngasverteilstrom eingespeist wird, als von dem mindestens einen Brenngasverbraucher (augenblicklich) benötigt wird, dann kann insbesondere Brenngas aus dem externen Brenngasverteilstrom entnommen werden und in einem Brenngasspeicher des Brenngasspeichersystems gespeichert werden.

**[0020]** Wenn das Brenngas beispielsweise Erdgas ist, kann insbesondere das Brenngasspeichersystem im Wesentlichen saisonal betrieben werden. Dies meint insbesondere, dass während der warmen Monate Brenngas eingelagert wird und während der kalten Monate Brenngas ausgelagert wird.

**[0021]** Bei dem besonders bevorzugten Brenngas Wasserstoff kann ein multizyklischer Betrieb des Brenngasspeichersystems vorgesehen sein. Der Betrieb des Brenngasspeichersystems kann insbesondere der Verfügbarkeit von elektrischer Energie aus sogenannten erneuerbaren Energiequellen (z.B. Sonne, Wind etc.) folgen. Die Brennstoffquelle kann bei Wasserstoff insbesondere eine elektrisch betriebene Elektrolyseanlage sein. Die Elektrolyseanlage kann insbesondere dann mit elektrischer Energie betrieben werden, um Wasserstoff zu produzieren, wenn elektrische Energie aus den erneuerbaren Energiequellen verfügbar ist, also z.B. durch Windkraftparks und/oder Photovoltaikparks aufgrund der entsprechenden meteorologischen Bedingungen (z.B. hohe Windgeschwindigkeit und/oder hohe Solarstrahlung) mehr elektrische Energie erzeugt wird, als von elektrischen Verbrauchern eines externen (öffentlichen) Stromverteilstromes benötigt wird. Der erzeugte Wasserstoff kann zumindest teilweise aus dem externen Brenn-

gasverteilnetz in Form eines Wasserstoffverteilnetzes entnommen und in dem Brenngasspeichersystem (zwischen-) gespeichert werden.

**[0022]** Wenn elektrische Energie aus den erneuerbaren Energiequellen nicht oder kaum verfügbar ist, also wenn z.B. durch Windkraftparks und/oder Photovoltaikparks aufgrund der entsprechenden meteorologischen Bedingungen (z.B. niedrige Windgeschwindigkeit und/oder niedrige Solarstrahlung) weniger elektrische Energie erzeugt wird, als von elektrischen Verbrauchern des Stromverteilnetzes benötigt wird, kann gespeicherter Wasserstoff aus dem Brenngasspeichersystem entnommen werden, in das Wasserstoffverteilnetz eingespeist werden und einem Wasserstoffkraftwerk bereitgestellt werden, um insbesondere durch Verbrennen des bereitgestellten Wasserstoffs elektrische Energie zu erzeugen.

**[0023]** Der Brenngasanschluss (z.B. umfassend eine ansteuerbare Ventilanordnung) ist mit einer Brenngasverdichtungsanordnung fluidtechnisch gekoppelt bzw. verbunden. Insbesondere kann das Brenngasspeichersystem ein internes Kältemittelverteilnetz (z.B. gebildet durch eine Mehrzahl an Transportrohren) umfassen. Es versteht sich, dass zwischen dem Brenngasanschluss und der Brenngasverdichtungsanordnung weitere Module z.B. zur Brenngasreinigung und/oder -aufbereitung angeordnet sein können.

**[0024]** Die Brenngasverdichtungsanordnung ist eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases. Die Brenngasverdichtungsanordnung kann mindestens einen Verdichter bzw. Kompressor umfassen. Ein Verdichter ist eingerichtet zum Zuführen von mechanischer Arbeit zu dem (eingeschlossenen) Brenngas, so dass sich insbesondere der Druck und die Dichte des Brenngases erhöht.

**[0025]** Vorzugsweise kann eine Brenngasverdichtungsanordnung eine Mehrzahl von Verdichtungsstufen jeweils mit einem Verdichter umfassen, um eine bestimmte (vorgebbare) Verdichtung des bereitgestellten Brenngases zu bewirken.

**[0026]** Die Brenngasverdichtungsanordnung ist mit dem Brennstoffspeicher fluidtechnisch gekoppelt bzw. verbunden. Insbesondere kann der Brenngasspeicher einen Speicheranschluss umfassen. Die Brenngasverdichtungsanordnung ist insbesondere mit dem Speicheranschluss verbunden.

**[0027]** Der Speicheranschluss (z.B. umfassend eine ansteuerbare Ventilanordnung) kann eingerichtet sein zum Einspeisen des verdichteten und zu speichernden Brenngases in den Brenngasspeicher und/oder zum Entnehmen des gespeicherten Brenngases aus dem Brenngasspeicher.

**[0028]** Darüber hinaus umfasst das Brenngasspeichersystem mindestens eine Brenngasentspannungsanordnung, die insbesondere mit dem Speicheranschluss fluidtechnisch verbunden ist. Die Brenngasentspannungsanordnung weist anmeldungsgemäß mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine auf, die eingerichtet

ist zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher entnommenen Brenngases. Entspannen meint insbesondere, dass der Druck und die Dichte des Brenngases reduziert werden.

**[0029]** Die Entspannungsarbeitsmaschine kann vorzugsweise eine Turbinenvorrichtung sein. Bei anderen Varianten der Anmeldung kann die Entspannungsarbeitsmaschine auch eine Drehkolbenvorrichtung oder dergleichen sein.

**[0030]** Eine anmeldungsgemäße Turbinenvorrichtung kann ein Turbinengehäuse umfassen. Das Turbinengehäuse kann aus Metall hergestellt sein, insbesondere Stahl. Das Turbinengehäuse kann einen Eingang aufweisen, an dem ein Rohr bzw. eine Leitung des internen Kältemittelverteilnetzes anschließbar ist. Das Rohr kann zu dem Speicheranschluss führen.

**[0031]** Das Turbinengehäuse kann, insbesondere an der zu dem Eingang gegenüberliegenden Seite des Turbinengehäuses, einen Ausgang aufweisen, an dem ein weiteres Rohr bzw. eine zweite Leitung des internen Kältemittelverteilnetzes anschließbar ist. Die Rohre können insbesondere an dem Eingang bzw. dem Ausgang anflanschbar sein.

**[0032]** Die Turbinenvorrichtung umfasst insbesondere mindestens eine auf einer Turbinenwelle angeordnete (bzw. gelagerte) Laufeinrichtung. Die Turbinenwelle ist insbesondere innerhalb des Turbinengehäuses angeordnet. Die Turbinenwelle kann also mit der Laufeinrichtung (mechanisch, insbesondere drehmomentschlüssig) gekoppelt sein. Die Laufeinrichtung umfasst insbesondere ein Laufrad mit einer Mehrzahl an Laufradschaufeln.

**[0033]** Das von dem Eingang zu dem Ausgang der Turbinenvorrichtung strömende Brenngas bewirkt insbesondere eine mechanische Bewegung der Laufeinrichtung. Dies führt zu einer Entspannung des Brenngases bzw. des Brenngasdrucks. Darüber hinaus wird die mechanische Bewegung der Laufeinrichtung auf die Turbinenwelle übertragen, insbesondere in eine Rotationsbewegung der Turbinenwelle. Die Rotationsbewegung kann noch weiter genutzt werden, wie noch beschrieben wird.

**[0034]** Das entspannte Brenngas wird, ggf. nach einer weiteren Brenngasaufbereitung, über den Brenngasanschluss (wieder) in das externe Brenngasverteilnetz eingespeist.

**[0035]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann der mindestens eine Brenngasspeicher eine Kaverne sein, insbesondere ein Salzkaverne. Der Vorteil einer Salzkaverne ist insbesondere, dass eine zusätzliche Auskleidung aufgrund der petrophysikalischen Eigenschaften von Salz entfallen kann.

**[0036]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann die Entspannungsarbeitsmaschine eine Turbinenvorrichtung sein und mindestens einen Generator umfassen. Der Generator kann eingerichtet sein zum Generieren von elektrischer Energie.

**[0037]** Vorzugsweise ist die Turbinenwelle mit dem mindestens einen Generator (mechanisch) gekoppelt. Der Generator ist also insbesondere auf der Turbinenwelle angeordnet bzw. gelagert. Bei anderen Varianten kann eine mittelbare Kopplung vorgesehen sein, beispielsweise ein Getriebe zwischengeschaltet sein.

**[0038]** Der Generator kann insbesondere die Rotationsbewegung der Welle bzw. die Rotationsenergie in elektrische Energie umwandeln. Mit anderen Worten, der mindestens eine vorzugsweise mit der Turbinenwelle gekoppelte Generator ist insbesondere eingerichtet zum Wandeln der beim Entspannungsvorgang auftretenden mechanischen Energie in elektrische Energie.

**[0039]** Der Generator kann beispielsweise eine Asynchron-Maschine sein. Der mindestens eine Generator kann in dem Turbinengehäuse insbesondere "schwebend" angeordnet sein. Der Generator bzw. das Generatorgehäuse kann von dem Brenngas zumindest teilweise umströmt werden.

**[0040]** Der mindestens eine Generator kann in Strömungsrichtung vor der Laufeinrichtung angeordnet sein. Alternativ kann der mindestens eine Generator in Strömungsrichtung gesehen hinter der Laufeinrichtung oder zusätzlich zu dem Generator in Strömungsrichtung gesehen vor der Laufeinrichtung ein weiterer Generator hinter derselben angeordnet sein. Die Anordnung des mindestens einen Generators kann insbesondere von dem zu entspannenden Brenngas abhängen.

**[0041]** Insbesondere bei Wasserstoff ist es von Vorteil, den Generator in Strömungsrichtung vor der Laufeinrichtung anzuordnen. Durch eine entsprechende Anordnung kann bei Wasserstoff eine optimierte Kühlung des Generators erreicht werden.

**[0042]** Bei Erdgas oder Biogas kann es von Vorteil sein, den Generator in Strömungsrichtung hinter der Laufeinrichtung anzuordnen. Grund hierfür ist, dass durch die Gasentspannung die Gastemperatur sinkt und daher das Gas in Strömungsrichtung hinter der Laufeinrichtung eine niedrigere Temperatur als vor der Laufeinrichtung besitzt. Die Kühlung kann verbessert werden. Der Vorteil von zwei Generatoren kann insbesondere sein, dass diese bei gleicher Gesamtleistung eine kleinere Störkontur aufweisen können.

**[0043]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann das Brenngasspeichersystem ein internes Stromnetz umfassen. Das interne Stromnetz kann aus mindestens einer elektrisch leitfähigen Leitung gebildet sein, insbesondere einer Mehrzahl von Leitungen. Es versteht sich, dass weitere Komponenten, wie Sicherungen, Schalter etc. vorgesehen sein können.

**[0044]** Das interne Stromnetz kann insbesondere eingerichtet sein zum Versorgen mindestens eines elektrischen Verbrauchers des Brenngasspeichersystems zumindest teilweise mit der durch den Generator generierten elektrischen Energie. Hierdurch kann die elektrische Energie aus einer externen Stromquelle (insbesondere ein externes Stromverteilstromnetz), die zum Betrieb des

Brenngasspeichersystems benötigt wird, noch weiter reduziert werden. Insbesondere kann der mindestens eine elektrische Verbraucher der mindestens eine Verdichter der Brenngasverdichtungsanordnung sein. Vorzugsweise kann jeder elektrische Verbraucher des Brenngasspeichersystems an dem internen Stromnetz angeschlossen sein.

**[0045]** Bei Varianten der Anmeldung kann vorgesehen sein, dass die von dem mindestens einen Generator der Turbinenvorrichtung erzeugte elektrische Energie (über einen elektrischen Netzanschluss) in das (externe) Stromverteilstromnetz eingespeist werden kann, wenn mehr elektrische Energie von dem Generator erzeugt wird, als in dem Brenngasspeichersystem benötigt wird, und/oder wenn in dem (externen) Stromverteilstromnetz eine hohe Energienachfrage besteht (bzw. in Spitzenlastzeiten).

**[0046]** Insbesondere ist erkannt worden, dass bei Wasserstoff eine Auslagerung des Wasserstoffs häufig in Spitzenlastzeiten erfolgt, also dann, wenn (augenblicklich) weniger elektrische Energie in das externe Stromverteilstromnetz eingespeist wird, als aus diesem entnommen wird. Zum einen kann der entnommene Wasserstoff zur Erzeugung von elektrischer Energie durch ein Wasserstoffkraftwerk verbrannt werden. Zusätzlich kann, insbesondere zur noch weiteren Stabilisierung des Stromverteilstromnetzes, die durch den mindestens einen Generator der Turbinenvorrichtung erzeugte elektrische Energie in das Stromverteilstromnetz eingespeist werden.

**[0047]** Darüber hinaus kann, gemäß einer weiteren Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems, das Brenngasspeichersystem mindestens eine mit dem internen Stromnetz verbundene wiederaufladbare Batterie umfassen. Insbesondere wenn der elektrische Energiebedarf des Brenngasspeichersystems während der Entspannung des Brenngas bzw. während der Auslagerung geringer ist als die durch den mindestens einen Generator erzeugte elektrische Energie, kann überschüssige elektrische Energie (zumindest teilweise) in der Batterie (zwischen-) gespeichert werden. Während der Einlagerung bzw. Verdichtung des Brenngases kann dann vorzugsweise der mindestens eine elektrische Verbraucher der Brenngasverdichtungsanordnung mit der in der Batterie gespeicherten elektrischen Energie (zumindest teilweise) versorgt werden.

**[0048]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann die Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere die Turbinenvorrichtung, mindestens einen ersten Wärmetauscher umfassen. Der mindestens eine erste Wärmetauscher kann eingerichtet sein zum Abkühlen eines fluiden Kältemittels. Bei Varianten der Anmeldung können beispielsweise auch zwei erste Wärmetauscher in der Entspannungsarbeitsmaschine vorgesehen sein. Ein erster Wärmetauscher ist insbesondere eingerichtet zum (teilweisen) Übertragen der thermischen Energie des Brenngases auf das fluide Kältemittel.

**[0049]** Vorzugsweise kann das fluide Kältemittel ausgewählt sein aus der Gruppe, umfassend R124a, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>. Es versteht sich, dass bei anderen Varianten der Anmeldung auch ein anderes Kältemittel verwendet werden kann. Insbesondere können als Kältemittel teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe verwendet werden.

**[0050]** Bevorzugt kann der mindestens eine erste Wärmetauscher in dem Turbinengehäuse integriert sein, insbesondere in Strömungsrichtung gesehen hinter der Laufeinrichtung angeordnet sein.

**[0051]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann der Generator insbesondere auf der Turbinenwelle in Strömungsrichtung vor der Laufeinrichtung angeordnet bzw. gelagert sein und der erste Wärmetauscher kann insbesondere auf der Turbinenwelle in Strömungsrichtung hinter der Laufeinrichtung angeordnet bzw. gelagert sein. Bei Varianten der Anmeldung kann der mindestens eine erste Wärmetauscher auch im Bereich des Ausgangs des Turbinengehäuses oder hinter dem Ausgang des Turbinengehäuses angeordnet sein.

**[0052]** Insbesondere ist erkannt worden, dass sich das Brenngas durch die Entspannung mittels der Turbinenvorrichtung abkühlt. Das abgekühlte Brenngas kann insbesondere verwendet werden zum Abkühlen und Kondensieren des fluiden Kältemittels.

**[0053]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann die Brenngasverdichtungsanordnung mindestens einen zweiten Wärmetauscher umfassen. Der zweite Wärmetauscher kann eingerichtet sein zum Kühlen des Brenngases. Insbesondere ist der zweite Wärmetauscher eingerichtet zum Kühlen des in und/oder durch die Brenngasverdichtungsanordnung strömenden Brenngases.

**[0054]** Das Brenngasspeichersystem kann vorzugsweise mindestens ein internes Kältemittelverteilstück umfassen. Das Kältemittelverteilstück kann mindestens ein Rohr bzw. eine Leitung umfassen, insbesondere eine Mehrzahl von Rohren bzw. Leitungen. Das interne Kältemittelverteilstück kann eingerichtet sein zum Versorgen des mindestens einen zweiten Wärmetauschers zumindest teilweise mit der durch den ersten Wärmetauscher abgekühlten fluiden Kältemittels. Insbesondere kann zumindest der zweite Wärmetauscher mit dem ersten Wärmetauscher (unmittelbar oder mittelbar) über das interne Kältemittelverteilstück verbunden sein.

**[0055]** Insbesondere kann das durch den ersten Wärmetauscher abgekühlte Kältemittel durch das interne Kältemittelverteilstück über z.B. einen Hinkanal zu dem zweiten Wärmetauscher transportiert werden, derart, dass bereitgestelltes Brenngas und/oder verdichtetes Brenngas abgekühlt wird. Das durch den zweiten Wärmetauscher erwärmte Kältemittel kann durch das interne Kältemittelverteilstück über z.B. einen Rückkanal zu dem ersten Wärmetauscher transportiert werden, derart, dass das erwärmte Kältemittel durch das abgekühlte Brenngas (erneut) abgekühlt wird. Mit anderen Worten, das Brenngasspeichersystem kann vorzugsweise einen Käl-

tekreislauf umfassen, der zumindest durch einen ersten Wärmetauscher, einen zweiten Wärmetauscher und dem internen Kältemittelverteilstück gebildet werden kann.

**[0056]** Der Bedarf an Energie aus externen Energiequellen kann noch weiter reduziert werden. Auf Luftkühler kann in der Brenngasverdichtungsanordnung verzichtet werden oder es kann zumindest die Anzahl an Luftkühlern und/oder die Leistung der Luftkühler reduziert werden.

**[0057]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann der mindestens eine zweite Wärmetauscher in der Brenngasverdichtungsanordnung angeordnet sein, derart, dass das bereitgestellte Brenngas (in Strömungsrichtung gesehen) vor dem mindestens einen Verdichter (bzw. der ersten Verdichtungsstufe) der Brenngasverdichtungsanordnung abgekühlt wird. Mit anderen Worten, in Strömungsrichtung gesehen kann der mindestens eine zweite Wärmetauscher zwischen dem Brenngasanschluss und der ersten Verdichtungsstufe der Brenngasverdichtungsanordnung positioniert sein.

**[0058]** Insbesondere ist anmeldungsgemäß erkannt worden, dass im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem aufgrund der geringen Leistung eines Luftkühlers vor der ersten Verdichtungsstufe kein Luftkühler vorgesehen ist, ein zweiter Wärmetauscher vorteilhafterweise bereits vor der ersten Verdichtungsstufe installiert werden kann, um das bereitgestellte Brenngas bereits vor der ersten Verdichtung abzukühlen.

**[0059]** Insbesondere haben Tests gezeigt, dass das bereitgestellte Brenngas durch den zweiten Wärmetauscher auf eine Temperatur von zumindest kleiner als 0° C, insbesondere kleiner als -10° C, vorzugsweise auf kleiner als -15° C, besonders bevorzugt auf zumindest (kleiner) -20° C abgekühlt werden kann. Somit kann erreicht werden, dass das Brenngas (insbesondere unabhängig von der Außentemperatur) anstelle einer Temperatur zwischen 8° C und 15° C mit einer Temperatur zwischen insbesondere -10° C und -20° C in den ersten Verdichter geleitet werden kann. Diese Temperaturdifferenz kann sich durch sämtliche Verdichtungsstufen ziehen. Dies ermöglicht es insbesondere, den mindestens einen Verdichter bzw. die mindestens eine Verdichtungsanlage, insbesondere sämtliche Verdichter, im Vergleich zu einer Brenngasverdichtungsanordnung des Stands der Technik mit geringerer Leistung auszuliegen.

**[0060]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann mindestens ein weiterer zweiter Wärmetauscher nach dem mindestens einen ersten Verdichter und insbesondere vor einem weiteren Verdichter der Brenngasverdichtungsanordnung angeordnet sein. Beispielsweise kann nach jedem Verdichter jeweils mindestens ein weiterer zweiter Wärmetauscher angeordnet sein. Insbesondere kann jeder zweite Wärmetauscher mit dem internen Kältemittelverteilstück verbunden sein. Bei Varianten

ten der Anmeldung kann/können auch nur einer oder zwei zweite Wärmetauscher und insbesondere zusätzlich mindestens ein Luftkühler vorgesehen sein.

**[0061]** Darüber hinaus kann, gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems das Brenngasspeichersystem mindestens einen ersten Kältemittelspeicher umfassen. Der mindestens eine erste Kältemittelspeicher kann eingerichtet sein zum Speichern (insbesondere Zwischenspeichern) des durch den ersten Wärmetauscher abgekühlten fluiden Kältemittels. Der mindestens eine erste Kältemittelspeicher kann an dem internen Kältemittelverteilstnetz, insbesondere an dem Hinkanal, angeschlossen sein.

**[0062]** Durch das Vorsehen mindestens eines ersten Kältemittelspeichers kann erreicht werden, dass für den Fall, dass während der Entspannung keine Kühlung des Brenngases durch den mindestens einen zweiten Wärmetauscher erforderlich ist, das heruntergekühlte Kältemittel in dem ersten Kältemittelspeicher zwischengespeichert werden kann. Wenn dann eine Kühlung des Brenngases durch den mindestens einen zweiten Wärmetauscher erforderlich ist (und insbesondere keine Entspannung durchgeführt wird), kann der zweite Wärmetauscher mit heruntergekühltem Kältemittel aus dem ersten Kältemittelspeicher versorgt werden.

**[0063]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Brenngasspeichersystems kann das Brenngasspeichersystem mindestens einen zweiten Kältemittelspeicher umfassen. Der zweite Kältemittelspeicher kann eingerichtet sein zum Speichern des durch den mindestens einen zweiten Wärmetauscher erwärmten fluiden Kältemittels. Der mindestens eine zweite Kältemittelspeicher kann an dem internen Kältemittelverteilstnetz, insbesondere an dem Rückkanal, angeschlossen sein.

**[0064]** Durch das Vorsehen mindestens eines zweiten Kältemittelspeichers kann erreicht werden, dass für den Fall, dass während der Verdichtung keine Kühlung des fluiden Kältemittels durch den mindestens einen ersten Wärmetauscher möglich ist (da beispielsweise augenblicklich keine Entspannung erfolgt), das erwärmte Kältemittel in dem zweiten Kältemittelspeicher zwischengespeichert werden kann. Hierdurch kann beispielweise verhindert werden, dass das erwärmte Kältemittel das heruntergekühlte und in dem ersten Kältemittelspeicher gespeicherte Kältemittel erwärmt.

**[0065]** Wenn dann eine Kühlung durch den mindestens einen ersten Wärmetauscher möglich ist (und insbesondere eine Entspannung des Brenngases durchgeführt wird), kann der erste Wärmetauscher mit dem erwärmten Kältemittel aus dem zweiten Kältemittelspeicher versorgt werden.

**[0066]** Insbesondere kann der Kältekreislauf den ersten Kältemittelspeicher und/oder den zweiten Kältemittelspeicher umfassen.

**[0067]** Vorzugsweise kann das Brenngasspeichersystem mindestens einen Kältemittelverdichter umfassen.

Der Kältemittelverdichter kann eingerichtet sein zum Verdichten des durch den mindestens einen zweiten Wärmetauscher erwärmten fluiden Kältemittels. Insbesondere kann der Kältemittelverdichter in dem Rückkanal installiert sein, insbesondere in Strömungsrichtung gesehen hinter dem optionalen zweiten Kältemittelspeicher.

**[0068]** Insbesondere für eine optimierte Anströmung der Laufeinrichtung (insbesondere der Laufradschaufeln) mit dem Brenngas kann in Strömungsrichtung vor der Laufeinrichtung der Turbinenvorrichtung eine Leiteinrichtung bzw. Lenkeinrichtung angeordnet sein. Die Leiteinrichtung ist insbesondere auf die Laufeinrichtung abgestimmt. Vorzugsweise ist die Leiteinrichtung eingerichtet, das Brenngas auf die Laufeinrichtung mit einer bestimmten Richtung zu leiten.

**[0069]** Ferner kann das Brenngasspeichersystem vorzugsweise eine Steuervorrichtung umfassen, eingerichtet zum Steuern des Brenngasspeichersystems. Insbesondere kann die Steuervorrichtung eingerichtet sein zum Steuern des Einlagerungsvorgangs, also insbesondere durch entsprechendes Ansteuern des Brenngasanschlusses (z.B. der Ventilanordnung), der Brenngasverdichtungsanordnung (z.B. des mindestens einen Verdichters) und/oder des Speicheranschlusses (z.B. der Ventilanordnung). Darüber hinaus kann die Steuervorrichtung eingerichtet sein zum Steuern des Auslagerungsvorgangs, also insbesondere durch entsprechendes Ansteuern des Brenngasanschlusses (z.B. der Ventilanordnung), der Brenngasentspannungsanordnung und/oder des Speicheranschlusses (z.B. der Ventilanordnung).

**[0070]** Besonders bevorzugt kann die Steuervorrichtung den zuvor beschriebenen Kältekreislauf steuern (wie zuvor beschrieben wurde), insbesondere durch Ansteuern des ersten und/oder zweiten Wärmeaustauschers (z.B. der entsprechenden Ventile), des ersten und/oder zweiten Kältemittelspeichers (z.B. der entsprechenden Ventile) und/oder des Kältemittelverdichters. Das Steuern des Kältekreislaufs kann von Temperaturdaten z.B. des ersten und/oder zweiten Kältemittelspeichers abhängen, die beispielsweise durch Temperatursensoren der Steuervorrichtung bereitgestellt werden können.

**[0071]** Darüber hinaus kann die Steuervorrichtung zum Steuern der Verteilung der durch den Generator generierten elektrischen Energie eingerichtet sein. Das Steuern kann von dem Netzzustand (insbesondere von der Netzfrequenz) des externen Stromverteilstnetzes abhängen, an den das Brenngasspeichersystem angeschlossen ist, und/oder an dem internen Strombedarf des Brenngasspeichersystems, wie zuvor beschrieben wurde.

**[0072]** Insbesondere kann die Steuervorrichtung ein Kommunikationsmodul umfassen, eingerichtet zum Empfangen einer Instruktionsschicht zum Einlagern und/oder Auslagern von Brenngas. Daraufhin kann die Steuervorrichtung das Brenngasspeichersystem ent-

sprechend steuern.

**[0073]** Ein weiterer Aspekt der Anmeldung ist ein Verfahren zum Betreiben eines Brenngasspeichersystems, insbesondere eines zuvor beschriebenen Brenngasspeichersystems. Das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen, durch mindestens einen Brenngasanschluss, eines Brenngases aus einem Brenngasverteilnetz,
- Verdichten, durch mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung, des bereitgestellten Brenngases,
- Speichern, durch mindestens einen Brenngasspeicher, des verdichteten Brenngases,
- Entspannen, durch mindestens eine Turbinenvorrichtung mindestens einer Brenngasentspannungsanordnung, des aus dem Brenngasspeicher entnommenen Brenngases, und
- Einspeisen, durch den Brenngasanschluss, des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilnetz.

**[0074]** Es sei angemerkt, dass ein Modul, eine Vorrichtung (z.B. die Steuervorrichtung), etc. vorliegend zumindest teilweise durch Softwareelemente (insbesondere in Form von durch einen Prozessor ausführbarem Computercode) und/oder zumindest teilweise durch Hardwareelemente (Prozessor, Speichermittel, Aktor etc.) gebildet sein können. Ferner sei angemerkt, dass Ausdrücke, wie "erster", "zweiter" etc. keine Reihenfolge angeben, sondern lediglich der Unterscheidung zweier Elemente dienen.

**[0075]** Die Merkmale der Brenngasspeichersysteme und Verfahren sind frei miteinander kombinierbar. Insbesondere können Merkmale der Beschreibung und/oder der abhängigen Ansprüche, auch unter vollständiger oder teilweiser Umgehung von Merkmalen der unabhängigen Ansprüche, in Alleinstellung oder frei miteinander kombiniert eigenständig erfinderisch sein.

**[0076]** Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das anmeldungsgemäße Brenngasspeichersystem und das anmeldungsgemäße Verfahren auszugestalten und weiterzuentwickeln. Hierzu sei einerseits verwiesen auf die den unabhängigen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines beispielhaften Brenngasspeichersystems des Stands der Technik,

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Brenngasspeichersystems gemäß der vorliegenden Anmeldung,

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Brenngasspeichersystems gemäß der vorliegenden Anmeldung,

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Turbinenvorrichtung gemäß der vorliegenden Anmeldung für ein Brenngasspeichersystem gemäß der vorliegenden Anmeldung, und

Fig. 5 ein Diagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Anmeldung.

**[0077]** Ähnliche Bezugszeichen werden nachfolgend für ähnliche Elemente verwendet.

**[0078]** Die Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Brenngasspeichersystems 200 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Das Brenngasspeichersystem 200 dient zum Zwischenspeichern eines Brenngases, vorzugsweise Erdgas oder Wasserstoff.

**[0079]** Das Brenngasspeichersystem 200 umfasst mindestens einen Brenngasanschluss 222 (z.B. mit einer (nicht gezeigten) ansteuerbaren Ventilanordnung), eingerichtet zum Bereitstellen eines Brenngases aus einem (externen) Brenngasverteilnetz 202. Mit anderen Worten, durch den Brenngasanschluss 222 kann Brenngas aus dem (externen) Brenngasverteilnetz 202 entnommen werden und in das interne Brenngasverteilnetz 226 des Brenngasspeichersystems 200 eingespeist werden. Die Strömungsrichtung des Brenngases ist in den Figuren insbesondere durch die Pfeile angedeutet.

**[0080]** Ferner umfasst das Brenngasspeichersystem 200 mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung 204, insbesondere mit mindestens einem Verdichter 210 bzw. einer Verdichtungsanlage, eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases.

**[0081]** Das Brenngasspeichersystem 200 umfasst mindestens einen Brenngasspeicher 206. Vorzugsweise kann der Brenngasspeicher 206 eine Salzkaverne 206 sein. Über einen Speicheranschluss 224 (z.B. mit einer ansteuerbaren Ventilanordnung) des Brenngasspeichers 206 kann das verdichtete Brenngas in den Brenngasspeicher 206 eingespeist werden. Mit anderen Worten, der Brenngasspeicher 206 ist eingerichtet zum Speichern des verdichteten Brenngases.

**[0082]** Wie ferner aus der Figur 2 zu erkennen ist, umfasst das Brenngasspeichersystem 200 mindestens eine Brenngasentspannungsanordnung 208, eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher 206 entnommenen Brenngases. Insbesondere kann das Brenngas über den Speicheranschluss 224 aus dem Brenngasspeicher 206 entnommen werden.

**[0083]** Im Unterschied zum Stand der Technik (vgl. Figur 1) umfasst das anmeldungsgemäße Brenngasspeichersystem 200 mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine 230. In der gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist die Entspannungsarbeitsmaschine 230 eine Turbinenvorrichtung 230, eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher 206 entnommenen und insbesondere noch immer verdichteten Brenngases.

Bei anderen Varianten der Anmeldung kann die Entspannungsarbeitsmaschine eine Drehkolbenvorrichtung, Hubkolbenvorrichtung oder dergleichen sein.

**[0084]** Das von dem Eingang zu dem Ausgang der Turbinenvorrichtung 230 strömende Brenngas bewirkt insbesondere eine mechanische Bewegung einer Laufeinrichtung der Turbinenvorrichtung 230. Dies führt zu einer Entspannung des Brenngases bzw. des Brenngasdrucks.

**[0085]** Der Brenngasanschluss 222 ist ferner eingerichtet zum Einspeisen des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilnetz 202.

**[0086]** Die Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenngasspeichersystems 300 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden nachfolgend im Wesentlichen nur die Unterschiede zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel nach Figur 2 beschrieben und ansonsten auf die Ausführungen zu diesem Ausführungsbeispiel verwiesen.

**[0087]** In dem dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die Turbinenvorrichtung 330 einen Generator 334 und einen ersten Wärmetauscher 336. Es versteht sich, dass bei Varianten der Anmeldung nur ein Generator (mit einem entsprechenden internen Stromnetz) und kein Wärmetauscher oder nur ein erster Wärmetauscher (mit einem entsprechenden Kältemittelverteilnetz) und kein Generator vorgesehen sein können.

**[0088]** Der Generator 334 ist eingerichtet zum Generieren von elektrischer Energie. Die generierte elektrische Energie kann in ein internes Stromnetz 340 (gebildet durch eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Leitungen) und/oder in ein externes (öffentliches) Stromverteilnetz 350 eingespeist werden. Die Verteilung der elektrischen Energie auf das interne Stromnetz 340 und/oder das externe Stromverteilnetz 350 kann insbesondere durch eine Steuervorrichtung 348 des Brenngasspeichersystems 300 durchgeführt werden. Dies kann insbesondere von dem internen Strombedarf und/oder von dem Netzzustand des externen Stromverteilnetzes 350 abhängen.

**[0089]** Insbesondere kann mindestens ein elektrischer Verbraucher 310, 348 (beispielhaft sind als elektrische Verbraucher Verdichter 310 und Steuervorrichtung 348 dargestellt) des Brenngasspeichersystems 300 mit der durch den Generator 334 generierten elektrischen Energie versorgt werden. Optional kann das Brenngasspeichersystem 300 mindestens eine (nicht gezeigte) wiederaufladbare Batterie umfassen.

**[0090]** Wie ferner der Figur 3 zu entnehmen ist, umfasst das Brenngasspeichersystem 300 vorliegend einen Kältekreislauf 352. Der Kältekreislauf 352 umfasst den mindestens einen ersten Wärmetauscher 336. Der erste Wärmetauscher 336 ist insbesondere eingerichtet zum Abkühlen bzw. Kühlen eines fluiden Kältemittels (insbesondere teilfluorierte Kohlenwasserstoffe) des Kältekreislaufs 352.

**[0091]** Das abgekühlte Kältemittel kann über das in-

terne Kältemittelverteilnetz 342 des Kältekreislaufs 352 zu mindestens einen zweiten Wärmetauscher 338.1, 338.2 geleitet werden. Insbesondere umfasst die Brenngasverdichtungsanordnung 304 den mindestens einen zweiten Wärmetauscher 338.1, 338.2. Ein zweiter Wärmetauscher 338.1, 338.2 ist insbesondere eingerichtet zum Kühlen des Brenngases, das durch die Brenngasverdichtungsanordnung 304 strömt.

**[0092]** Wie in der Figur 3 gezeigt ist, kann der mindestens eine zweite Wärmetauscher 338.1 insbesondere in Strömungsrichtung vor dem ersten Verdichter 310 bzw. der ersten Verdichtungsstufe 310 angeordnet sein. Dieser zweite Wärmetauscher 338.1 ist insbesondere eingerichtet zum Abkühlen des durch den Brenngasanschluss 322 bereitgestellten Brenngases auf zumindest kleiner als  $-10^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise auf kleiner als  $-15^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt auf zumindest  $-20^{\circ}\text{C}$ .

**[0093]** Beispielfhaft kann der Kältekreislauf 352 mindestens einen weiteren zweiten Wärmetauscher 338.2 umfassen, beispielsweise angeordnet zwischen zwei Verdichtern 310. Bei weiteren Varianten der Anmeldung kann mindestens ein weiterer zweiter Wärmetauscher vorgesehen und/oder mindestens ein Luftkühler (der insbesondere an das interne Stromnetz angeschlossen sein kann). Es versteht sich, dass die Brenngasverdichtungsanordnung 304 bei anderen Varianten der Anmeldung drei oder mehr Verdichter bzw. Verdichtungsstufen umfassen kann.

**[0094]** Optional kann der Kältekreislauf 352 mindestens einen ersten Kältemittelspeicher 344 umfassen. Insbesondere dann, wenn augenblicklich kein Abkühlen des Brenngases durch den zweiten Wärmetauscher 338.1, 338.2 erforderlich ist (beispielsweise weil augenblicklich kein Brenngas verdichtet wird), kann das abgekühlte Kältemittel in dem ersten Kältemittelspeicher 344 zwischengespeichert werden. Wenn dann ein Abkühlen des Brenngases durch einen zweiten Wärmetauscher 338.1, 338.2 erforderlich ist (beispielsweise weil augenblicklich ein Brenngas verdichtet wird), kann das Kältemittel insbesondere durch den ersten Kältemittelspeicher 344 dem zweiten Wärmetauscher 338.1, 338.2 bereitgestellt werden (insbesondere wenn augenblicklich kein Entspannen des Brenngases erfolgt).

**[0095]** Darüber hinaus kann der Kältekreislauf 352 mindestens einen zweiten Kältemittelspeicher 346 umfassen. Insbesondere dann, wenn augenblicklich kein Abkühlen des fluiden Kältemittels durch einen ersten Wärmetauscher 336 erfolgen kann (beispielsweise weil augenblicklich kein Brenngas entspannt wird), kann das erwärmte Kältemittel in dem zweiten Kältemittelspeicher 346 zwischengespeichert werden. Wenn dann ein Abkühlen des fluiden Kältemittels durch einen ersten Wärmetauscher 336 erfolgen kann (beispielsweise weil augenblicklich ein Brenngas entspannt wird), kann das Kältemittel insbesondere durch den zweiten Kältemittelspeicher 346 dem ersten Wärmetauscher 336 bereitgestellt werden (insbesondere wenn augenblicklich kein Entspannen des Brenngases erfolgt).

**[0096]** Bei Varianten der Anmeldung kann der Kältekreislauf 352 weitere Komponenten umfassen, wie beispielsweise mindestens einen (nicht gezeigten) Kältemittelverdichter, beispielsweise zwischen dem zweitem Kältemittelspeicher und dem ersten Wärmetauscher.

**[0097]** Die Steuerung des Kältekreislaufs 352, insbesondere der Komponenten 336, 344, 338.1, 338.2, 346 (bzw. der verschiedenen nicht gezeigten Ventile) des Kältekreislaufs 352, kann durch die Steuervorrichtung 348 erfolgen. Hierbei können in dem Kältekreislauf nicht gezeigte Sensoren (z.B. Temperatursensoren zum Erfassen der Temperatur in den Kältemittelspeichern 344, 346, Füllstandsensoren zum Erfassen des Füllstands in den Kältemittelspeichern 344, 346 etc.) angeordnet sein, die der Steuervorrichtung 348 die jeweils erfassten Sensordaten bereitstellen können. Die Steuerung des Kältekreislaufs 352 kann von diesen Sensordaten abhängen.

**[0098]** Zudem kann die Steuervorrichtung 348 eingerichtet sein zum Steuern des Einlagerungsvorgang und/oder des Auslagerungsvorgangs, beispielsweise abhängig von einem empfangenen Steuersignal bzw. Instruktionsschicht, beispielsweise enthaltend eine Instruktion zum Einlagern einer bestimmten Brenngasmenge beispielsweise innerhalb einer bestimmten Zeitdauer oder zum Auslagern einer bestimmten Brenngasmenge beispielsweise innerhalb einer bestimmten Zeitdauer.

**[0099]** Es versteht sich, dass bei Varianten der Anmeldung auch eine Mehrzahl von sequentiell geschalteten Entspannungsarbeitsmaschinen, insbesondere Turbinenvorrichtungen, in der Brenngasentspannungsanordnung implementiert sein können, insbesondere um ein bestimmtes Druckniveau zu erhalten.

**[0100]** Die Figur 4 zeigt eine schematische Ansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Turbinenvorrichtung 430 gemäß der vorliegenden Anmeldung für ein Brenngasspeichersystem gemäß der vorliegenden Anmeldung, beispielsweise wie es in der Figur 2 oder Figur 3 dargestellt ist.

**[0101]** Die Turbinenvorrichtung 430 wird insbesondere verwendet zur Durchführung einer Brenngasdruckentspannung von einem ersten Brenngasdruckniveau (vor der Turbinenvorrichtung 430) auf ein zweites, geringeres Brenngasdruckniveau (nach der Turbinenvorrichtung 430), wobei vorzugsweise gleichzeitig durch einen Generator 434 der Turbinenvorrichtung 430 mechanische Energie in elektrische Energie gewandelt wird und insbesondere durch einen ersten Wärmetauscher 436 ein fluides Kältemittel abgekühlt wird.

**[0102]** Die gezeigte Turbinenvorrichtung 430 umfasst ein Turbinengehäuse 456 (z.B. aus Stahl oder einem anderen Metall). Das Turbinengehäuse 456 ist insbesondere im Wesentlichen rohrförmig gebildet. Bei Varianten der Anmeldung kann auch eine andere Form vorgesehen sein.

**[0103]** Das Turbinengehäuse 456 weist einen Eingang 468 und einen Ausgang 470 auf. Der Pfeil 472 zeigt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Strömungs-

richtung des Brenngases durch die Turbinenvorrichtung 430. Wie zu erkennen ist, strömt das Brenngas vorliegend durch das Turbinengehäuse 456 von dem Eingang 468 zu dem Ausgang 470 im Wesentlichen ohne eine Richtungsänderung.

**[0104]** Die dargestellte Turbinenvorrichtung 430 umfasst mindestens eine auf einer Turbinenwelle 466 angeordnete Laufeinrichtung 464. Die Laufeinrichtung 464 kann insbesondere ein Laufrad mit einer Mehrzahl von Laufradschaufeln umfassen.

**[0105]** Ferner umfasst die Turbinenvorrichtung 430 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mindestens eine in Strömungsrichtung 472 vor der Laufeinrichtung 464 angeordnete Leiteinrichtung 462. Die Leiteinrichtung 462 kann insbesondere eine Mehrzahl von Düsenkanälen aufweisen, welche insbesondere dem Brenngas einen Drall entsprechend der Beschauung des Laufrads 464 aufprägen können und es vorzugsweise beschleunigen.

**[0106]** Die gezeigte Turbinenvorrichtung 430 umfasst mindestens einen mit der Turbinenwelle 466 gekoppelten Generator 434, eingerichtet zum Wandeln der mechanischen Energie in elektrische Energie. Insbesondere wird die Bewegungsenergie des durch die Turbinenvorrichtung 430 strömenden Brenngases durch Laufeinrichtung 464, Turbinenwelle 466 und Generator 434 in elektrische Energie gewandelt. Die erzeugte elektrische Energie kann beispielsweise in das beschriebene interne Stromnetz oder externe Stromverteilnetz eingespeist werden.

**[0107]** Wie aus der Figur 4 zu erkennen ist, ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Generator 434 vor der Leiteinrichtung 462 angeordnet. Wie bereits beschrieben wurde, kann der Generator 434 "schwebend" in dem Turbinengehäuse 456 durch einen Träger 458 gehalten bzw. gelagert sein. Die Leiteinrichtung 462 ist in diesem Ausführungsbeispiel in den Träger 458 integriert.

**[0108]** Darüber hinaus ist vorliegend in Strömungsrichtung 472 hinter der Leiteinrichtung 462 der erste Wärmetauscher 436 angeordnet. Insbesondere wird die thermische Energie des durch die Turbinenvorrichtung 430 strömenden Brenngases durch den ersten Wärmetauscher 436 genutzt. Das fluide Kältemittel kann in einfacher Weise abgekühlt werden. Der erste Wärmetauscher 436 kann über einen weiteren Träger 458 in dem Turbinengehäuse 456 gehalten bzw. gelagert sein.

**[0109]** Die Figur 5 zeigt ein Diagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Anmeldung. Das Verfahren dient insbesondere zum Betreiben eines Brenngasspeichersystems, wie es beispielsweise in der Figur 2 oder 3 beschrieben ist. Das Verfahren kann insbesondere unter Steuerung durch eine Steuervorrichtung des Brenngasspeichersystems ausgeführt werden.

**[0110]** In einem ersten Schritt 501 erfolgt ein Bereitstellen, durch mindestens einen Brenngasanschluss, eines Brenngases aus einem Brenngasverteilnetz, wie zuvor beschrieben wurde.

**[0111]** In dem nächsten Schritt 502 erfolgt ein Verdichten, durch mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung, des bereitgestellten Brenngases, wie zuvor beschrieben wurde.

**[0112]** In Schritt 503 erfolgt ein Speichern, durch mindestens einen Brenngasspeicher, des verdichteten Brenngases, wie zuvor beschrieben wurde. Die Schritte 501 bis 503 sind insbesondere Schritte des Einlagerungsvorgangs 507.

**[0113]** In Schritt 504 kann ein Entnehmen von Brenngas aus dem Brenngasspeicher erfolgen.

**[0114]** Dann erfolgt in Schritt 505 ein Entspannen, durch mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere eine Turbinenvorrichtung, mindestens einer Brenngasentspannungsanordnung, des aus dem Brenngasspeicher entnommenen Brenngases, wie zuvor beschrieben wurde.

**[0115]** In Schritt 506 erfolgt ein Einspeisen, durch den Brenngasanschluss, des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilstromnetz, wie zuvor beschrieben wurde. Die Schritte 504 bis 506 sind insbesondere Schritte des Einlagerungsvorgangs 508.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0116]**

100	Brenngasspeichersystem des Stands der Technik
102	Brenngasverteilstromnetz
104	Brenngasverdichtungsanordnung,
106	Brenngasspeicher
108	Brenngasentspannungsanordnung
110	Verdichter
112	Luftkühler
114	Verdichtungsstufe
116	Kühleinrichtung, Wärmeeinrichtung
118	Regelventil bzw. Entspannungsventil
120	Gasaufbereitung
122	Brenngasanschluss
124	Speicheranschluss
126	Brenngasverteilstromnetz
200	Brenngasspeichersystem
202	Brenngasverteilstromnetz
204	Brenngasverdichtungsanordnung
206	Brenngasspeicher
208	Brenngasentspannungsanordnung
210	Verdichter
222	Brenngasanschluss
224	Speicheranschluss
226	Brenngasverteilstromnetz
230	Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere Turbinenvorrichtung
300	Brenngasspeichersystem
304	Brenngasverdichtungsanordnung
310	Verdichter
322	Brenngasanschluss
330	Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere

		Turbinenvorrichtung
334		Generator
336		erster Wärmetauscher
338		zweiter Wärmetauscher
5	340	Stromnetz
	342	Kältemittelverteilstromnetz
	344	erster Kältemittelspeicher
	346	zweiter Kältemittelspeicher
	348	Steuervorrichtung
10	350	Stromverteilstromnetz
	352	Kältekreislauf
	430	Entspannungsarbeitsmaschine, insbesondere Turbinenvorrichtung
	434	Generator
15	436	erster Wärmetauscher
	456	Turbinengehäuse
	458	Träger
	462	Leiteinrichtung
	464	Laufeinrichtung
20	466	Turbinenwelle
	468	Eingang
	470	Ausgang
	472	Strömungsrichtung

25

#### **Patentansprüche**

1. Brenngasspeichersystem (200, 300), umfassend:

- |    |   |
|----|---|
| 30 | - mindestens einen Brenngasanschluss (222, 322), eingerichtet zum Bereitstellen eines Brenngases aus einem Brenngasverteilstromnetz (202, 302),         |
| 35 | - mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304), eingerichtet zum Verdichten des bereitgestellten Brenngases,                                |
|    | - mindestens einen Brenngasspeicher (206, 306), eingerichtet zum Speichern des verdichteten Brenngases,   |
| 40 | - mindestens eine Brenngasentspannungsanordnung (208, 308), eingerichtet zum Entspannen des aus dem Brenngasspeicher (206, 306) entnommenen Brenngases, |
|    | - wobei der Brenngasanschluss (222, 322) eingerichtet ist zum Einspeisen des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilstromnetz (202, 302),         |
|    | <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b>   |
| 50 | - die Brenngasentspannungsanordnung (208, 308) mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine (230, 330, 430) umfasst.                                     |

2. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- |    |  |
|----|--|
| 55 | - das Brenngas ausgewählt ist aus der Gruppe, umfassend: Erdgas, Biogas und Wasserstoff. |
|----|--|

3. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Entspannungsarbeitsmaschine (230, 330, 430) eine Turbinenvorrichtung (230, 330, 430) ist und mindestens einen Generator (334, 434) umfasst, eingerichtet zum Generieren von elektrischer Energie. 5
4. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Brenngasspeichersystem (200, 300) ein internes Stromnetz (340) umfasst, eingerichtet zum Versorgen mindestens eines elektrischen Verbrauchers (310, 348) des Brenngasspeichersystems (200, 300) zumindest teilweise mit der durch den Generator (334, 434) generierten elektrischen Energie. 10 15
5. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Entspannungsarbeitsmaschine (230, 330, 430) mindestens einen ersten Wärmetauscher (336, 436) umfasst, eingerichtet zum Abkühlen eines fluiden Kältemittels. 20 25
6. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304) mindestens einen zweiten Wärmetauscher (338.1, 338.2) umfasst, eingerichtet zum Kühlen des Brenngases, und 30 35
  - das Brenngasspeichersystem (200, 300) mindestens ein internes Kältemittelverteilnetz (342) umfasst, eingerichtet zum Versorgen des mindestens einen zweiten Wärmetauschers (338.1, 338.2) zumindest teilweise mit der durch den ersten Wärmetauscher (336) abgekühlten fluiden Kältemittels. 40
7. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der mindestens eine zweite Wärmetauscher (338.1, 338.2) in der Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304) angeordnet ist, derart, dass das bereitgestellte Brenngas vor dem mindestens einen Verdichter (310) der Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304) abgekühlt wird. 45 50
8. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Brenngasspeichersystem (200, 300) mindestens einen ersten Kältemittelspeicher (344) umfasst, eingerichtet zum Speichern des durch den ersten Wärmetauscher (336) abgekühlten fluiden Kältemittels. 55
9. Brenngasspeichersystem (200, 300) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Brenngasspeichersystem (200, 300) mindestens einen zweiten Kältemittelspeicher (346) umfasst, eingerichtet zum Speichern des durch den mindestens einen zweiten Wärmetauscher (338.1, 338.2) erwärmten fluiden Kältemittels. 60
10. Verfahren zum Betreiben eines Brenngasspeichersystems (200, 300), insbesondere eines Brenngasspeichersystems (200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend:
- Bereitstellen, durch mindestens einen Brenngasanschluss (222, 322), eines Brenngases aus einem Brenngasverteilnetz (202, 302),
  - Verdichten, durch mindestens eine Brenngasverdichtungsanordnung (204, 304), des bereitgestellten Brenngases,
  - Speichern, durch mindestens einen Brenngasspeicher (206, 306), des verdichteten Brenngases,
  - Entspannen, durch mindestens eine Entspannungsarbeitsmaschine (230, 330, 430) mindestens einer Brenngasentspannungsanordnung (208, 308), des aus dem Brenngasspeicher (206, 306) entnommenen Brenngases, und
  - Einspeisen, durch den Brenngasanschluss (222, 322), des entspannten Brenngases in das Brenngasverteilnetz (202, 302).

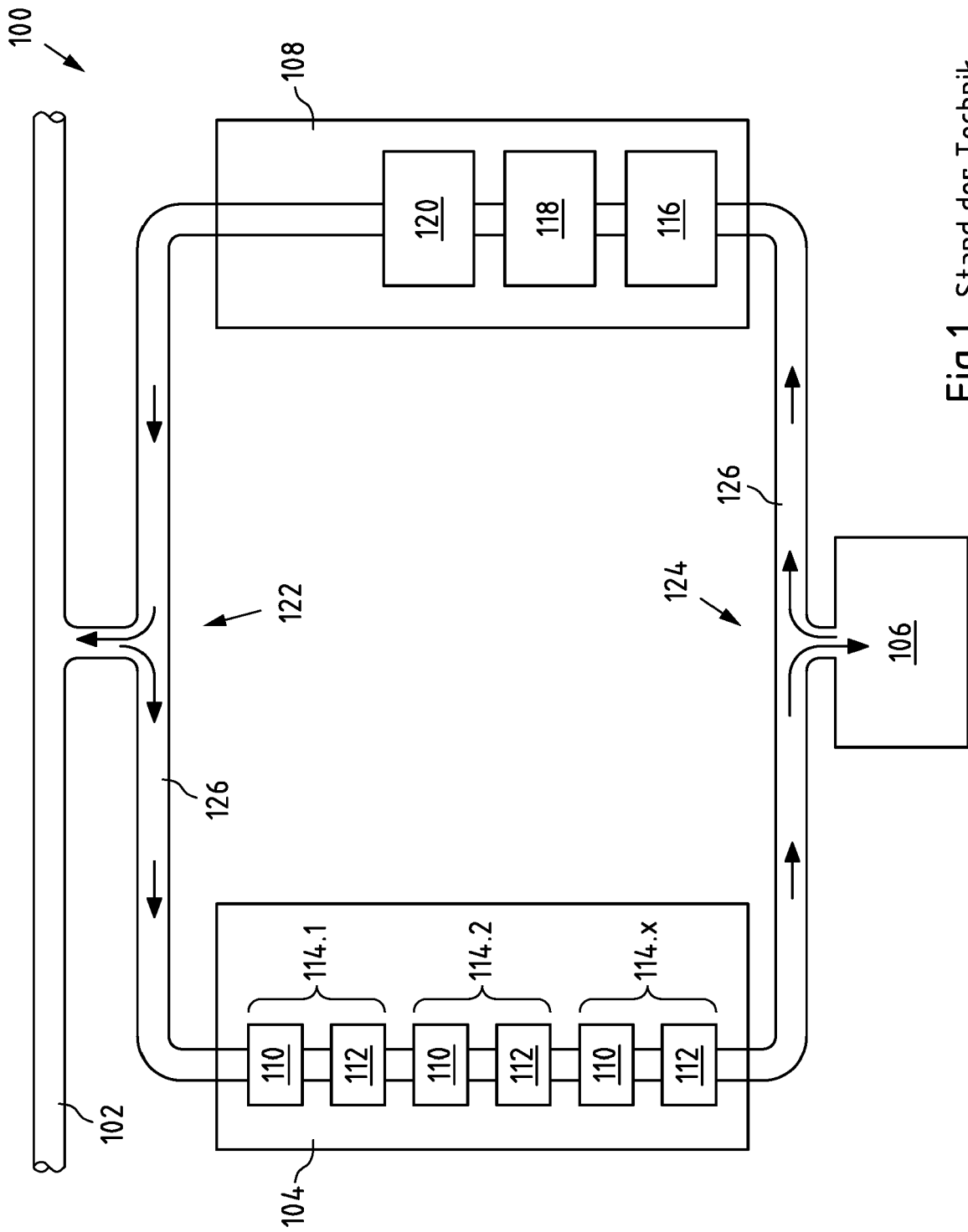


Fig.1 Stand der Technik

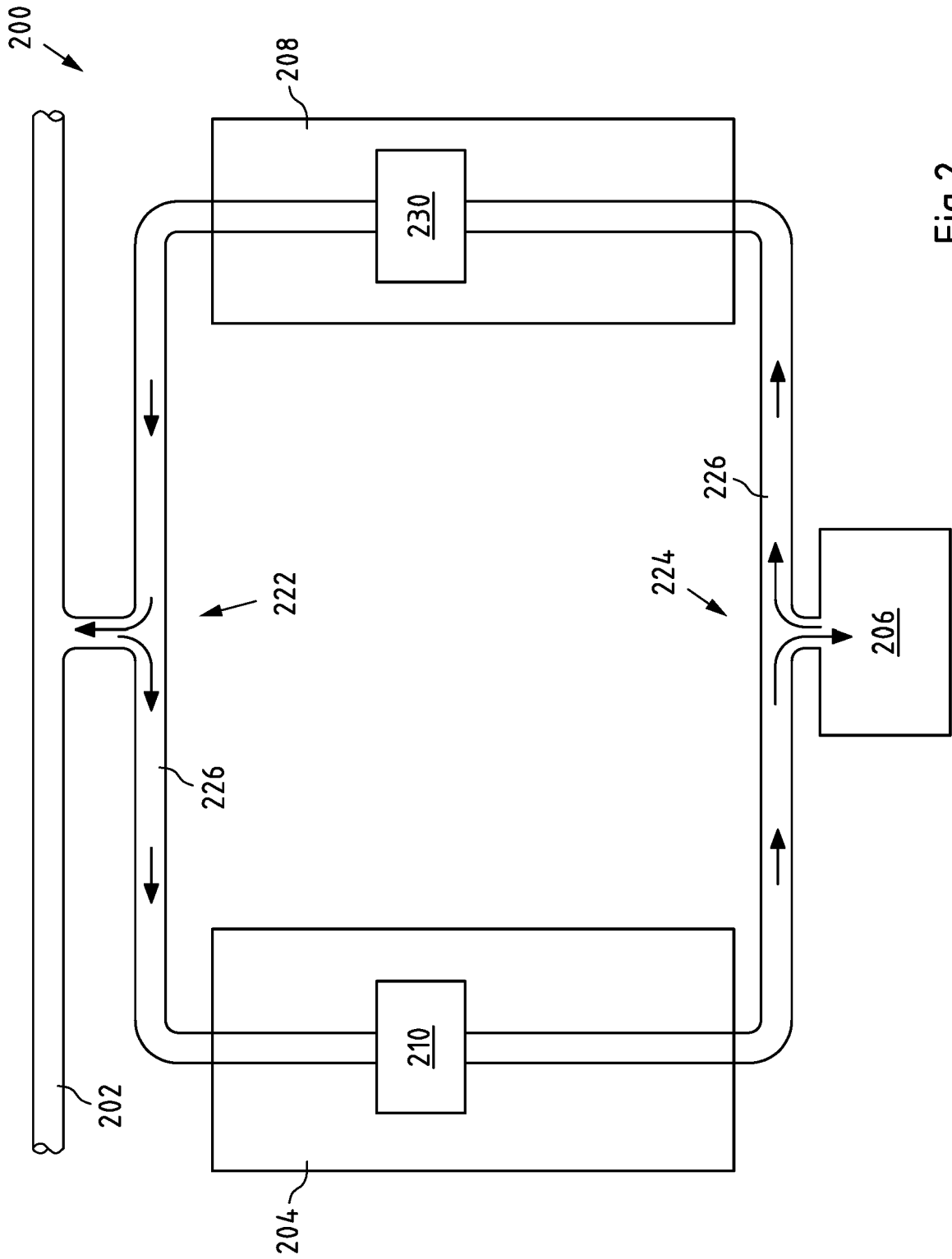


Fig.2

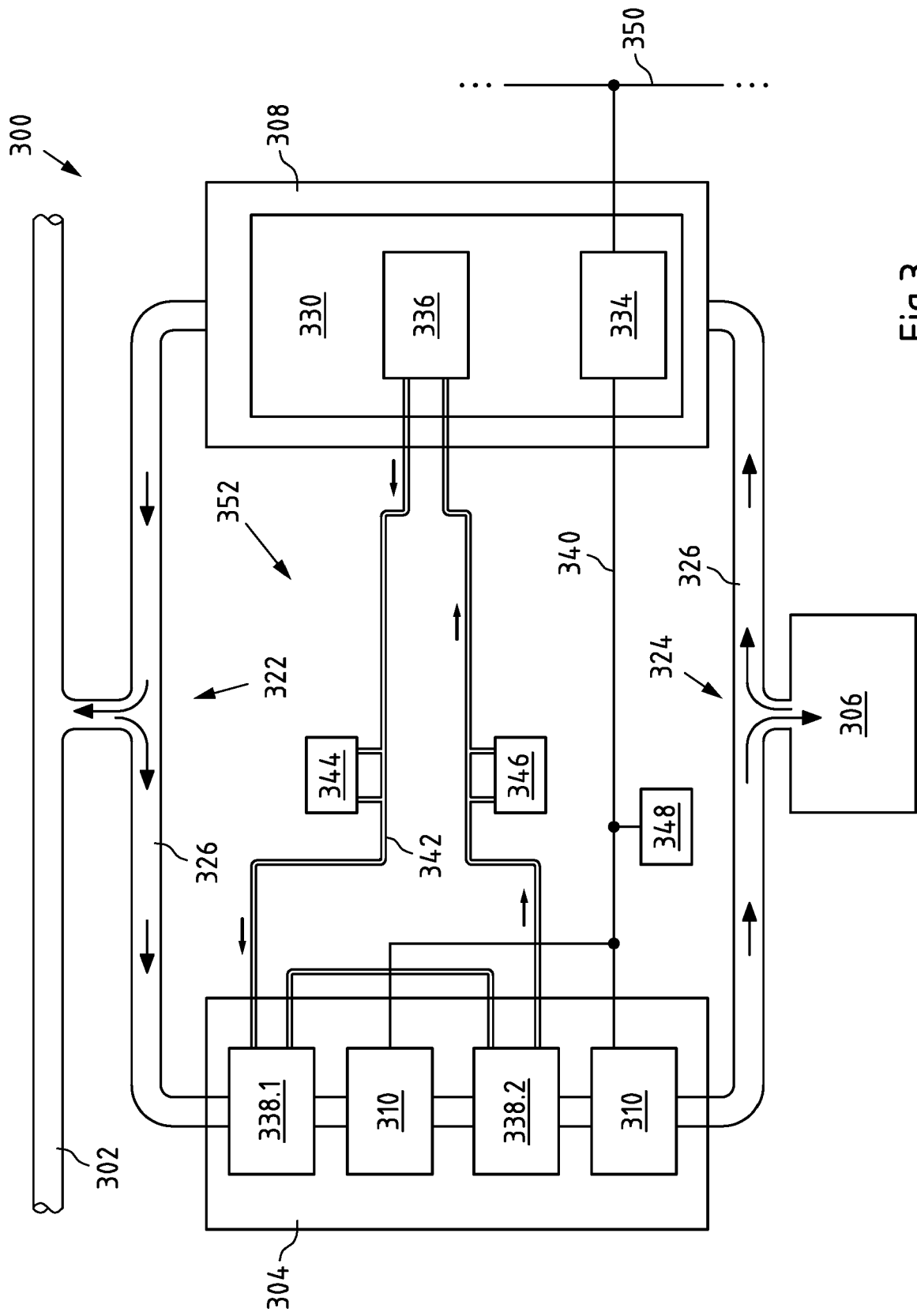


Fig.3

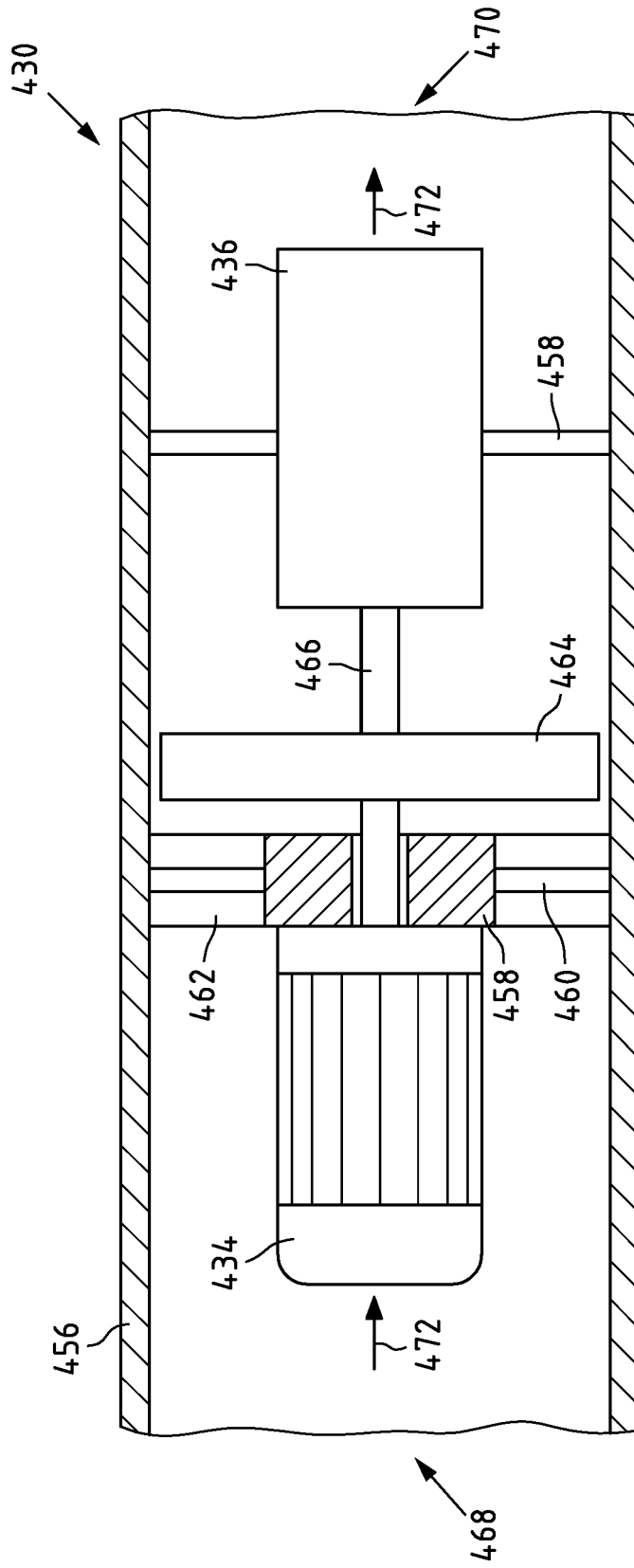


Fig.4

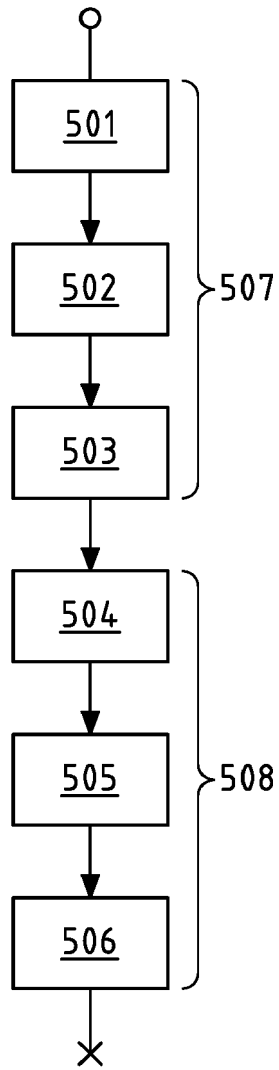


Fig.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 18 8888

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 9 803 803 B1 (ADAMS SARAH SUE [US] ET AL) 31. Oktober 2017 (2017-10-31) * Spalte 9, Zeile 3 - Spalte 9, Zeile 42; Abbildungen 2,3 *	1-10	INV. F17C1/00 F17D1/04
A	US 9 383 105 B2 (APEX COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE LLC [US]; DRESSER RAND CO [US]) 5. Juli 2016 (2016-07-05) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 2022/074547 A1 (STRADIOTTO DANIEL [CA] ET AL) 10. März 2022 (2022-03-10) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 10 145 509 B2 (NAGURA KENJI [JP]; TAKAGI HITOSHI [JP]; KOBE STEEL LTD [JP]) 4. Dezember 2018 (2018-12-04) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 11 015 763 B2 (TOKICO SYSTEM SOLUTIONS LTD [JP]) 25. Mai 2021 (2021-05-25) * das ganze Dokument *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  F17D F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. Januar 2024</b>	Prüfer <b>Forsberg, Peter</b>
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 : mündliche 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 23 18 8888

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

08-01-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	<b>US 9803803</b>	<b>B1</b>	<b>31-10-2017</b>	<b>US 9803803 B1</b>		<b>31-10-2017</b>
				<b>US 10465851 B1</b>		<b>05-11-2019</b>
15	<b>US 9383105</b>	<b>B2</b>	<b>05-07-2016</b>	<b>CA 2879871 A1</b>		<b>06-02-2014</b>
				<b>EP 2880274 A1</b>		<b>10-06-2015</b>
				<b>US 2014026584 A1</b>		<b>30-01-2014</b>
				<b>WO 2014022111 A1</b>		<b>06-02-2014</b>
20	<b>US 2022074547</b>	<b>A1</b>	<b>10-03-2022</b>	<b>AU 2018229716 A1</b>		<b>10-10-2019</b>
				<b>AU 2022201541 A1</b>		<b>24-03-2022</b>
				<b>CA 3055620 A1</b>		<b>13-09-2018</b>
				<b>EP 3592671 A1</b>		<b>15-01-2020</b>
				<b>US 2020263830 A1</b>		<b>20-08-2020</b>
25				<b>US 2022074547 A1</b>		<b>10-03-2022</b>
				<b>US 2023220953 A1</b>		<b>13-07-2023</b>
				<b>WO 2018161172 A1</b>		<b>13-09-2018</b>
30	<b>US 10145509</b>	<b>B2</b>	<b>04-12-2018</b>	<b>BR 112013033728 A2</b>		<b>31-01-2017</b>
				<b>CN 103620292 A</b>		<b>05-03-2014</b>
				<b>EP 2728243 A1</b>		<b>07-05-2014</b>
				<b>JP 5839546 B2</b>		<b>06-01-2016</b>
				<b>JP 2013015156 A</b>		<b>24-01-2013</b>
				<b>KR 20140015582 A</b>		<b>06-02-2014</b>
				<b>KR 20150086377 A</b>		<b>27-07-2015</b>
35				<b>US 2014102587 A1</b>		<b>17-04-2014</b>
				<b>WO 2013001824 A1</b>		<b>03-01-2013</b>
40	<b>US 11015763</b>	<b>B2</b>	<b>25-05-2021</b>	<b>CN 108700259 A</b>		<b>23-10-2018</b>
				<b>EP 3421865 A1</b>		<b>02-01-2019</b>
				<b>KR 20180136442 A</b>		<b>24-12-2018</b>
				<b>US 2019178446 A1</b>		<b>13-06-2019</b>
				<b>WO 2017145769 A1</b>		<b>31-08-2017</b>
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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