

(19)



(11)

EP 3 976 941 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2024 Patentblatt 2024/42

(21) Anmeldenummer: **20730976.6**

(22) Anmeldetag: **13.05.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01K 23/06^(2006.01) F01K 3/18^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01K 23/064; F01K 3/188

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/063321

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/239444 (03.12.2020 Gazette 2020/49)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR NUTZUNG VON NIEDERTEMPERATURWÄRME DURCH AUSKOPPELN DER NIEDERTEMPERATURWÄRME AUS PROZESSGAS SOWIE VERWENDUNG**

DEVICE AND METHOD FOR THE UTILISATION OF LOW-TEMPERATURE HEAT BY DECOUPLING THE LOW-TEMPERATURE HEAT FROM PROCESS GAS, AND USE

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR UTILISER DE LA CHALEUR À BASSE TEMPÉRATURE PAR EXTRACTION DE LA CHALEUR À BASSE TEMPÉRATURE D'UN GAZ DE PROCESSUS ET UTILISATION

(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

(30) Priorität: **29.05.2019 DE 102019207957**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.2022 Patentblatt 2022/14

(73) Patentinhaber:
• **thyssenkrupp Uhde GmbH**
44141 Dortmund (DE)
• **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder: **SCHOLZ, Marco**
44287 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 102016 218 438 US-A1- 2009 084 035
US-A1- 2014 109 844

EP 3 976 941 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Nutzung von Niedertemperaturwärme durch Auskoppeln der Niedertemperaturwärme aus Prozessgas im Zusammenhang mit Wasserstoffanlagen. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer verfahrenstechnischen Komponente derart, dass eine Energienutzung auf besonders vorteilhafte Weise erfolgen kann. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des jeweiligen unabhängigen oder nebengeordneten Anspruchs.

[0002] Auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik, insbesondere beim Verschalten von mehreren Anlagen oder Prozessen, sind in vielen Fällen unterschiedliche Temperaturniveaus erforderlich, insbesondere jeweils ein ganz bestimmtes vorteilhaftes Temperaturniveau für den jeweiligen Prozess. Beispiel: Verkettung von Wasserstoff- und Druckwechseladsorptionsanlagen. Insbesondere liegen die Temperaturunterschiede z.B. im Bereich von 100°C bis 150°C. Sofern das Prozessgas für den nachfolgenden Prozess auf einem niedrigeren Temperaturniveau bereitgestellt werden muss, ist eine Kühlung erforderlich. Insbesondere ist z.B. eine Kühlung von einem Temperaturniveau im Bereich von 150°C bis 200°C auf ein Temperaturniveau im Bereich von 25°C bis 50°C gewünscht.

[0003] Aus DE 10 2016 218 438 A1 ist ein Verfahren und eine Anordnung zur Wärmeenergieerückgewinnung stromab von einem Reformier, insbesondere einem Dampfreformierungsprozess, z.B. zur Herstellung von Wasserstoff zwecks Steigerung der energetischen Effizienz der Gesamtanlage bekannt. Dabei wird die niederkalorische Wärme des Kesselspeisewassers zur Vorwärmung der Verbrennungsluft ausgenutzt und das abgekühlte Kesselspeisewasser am Ende des Rauchgaskanals gegen relativ kaltes Rauchgas aufgewärmt.

[0004] US 2014/0109844 A1 beschreibt ein System zur Stromerzeugung in dem ein Generator durch eine Brennkraftmaschine angetrieben wird. Um den Ausstoß von Emissionen, beispielsweise Sickoxiden im Abgasstrom der Brennkraftmaschine zu begrenzen, ist der Brennkraftmaschine ein Brennstoffreformierungsprozess vorgelagert, in dem ein Teil des flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs in ein Synthesegas umgewandelt wird. Das Reformersystem erfordert Hochtemperaturprozesse und das Synthesegas muss im Allgemeinen abgekühlt werden, bevor es in der Brennkraftmaschine verwendet wird. Zur Erhöhung der Gesamteffizienz der Stromerzeugung ist ein Abwärmerückgewinnungssystem vorgesehen, das einen Organic-Rankine-Cycle-Strömungsweg eines Arbeitsfluids enthält.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen zur Verfügung zu stellen, womit Temperaturstufen in verfahrenstechnischen Prozessen, insbesondere bei hintereinandergeschalteten Anlagen, auf ele-

gante Weise überwunden werden können, insbesondere hinsichtlich energetischer Optimierung.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele werden in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch eine Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eingerichtet zum Auskoppeln von Niedertemperaturwärme aus Prozessgas bei Temperaturen unter 200°C oder unter 190°C, insbesondere bei Prozessgastemperaturen im Bereich von 150°C bis 170°C, und eingerichtet zum Bereitstellen des Prozessgases auf einer abgesenkten Zwischentemperatur, insbesondere im Bereich von 80°C bis 100°C, speziell 90°C, oder auf einer noch weiter abgesenkten End-Temperatur, insbesondere im Bereich von 30°C bis 40°C, speziell 35°C, für wenigstens einen nachfolgenden Prozess, wobei das Prozessgas in der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung einer ersten Einheit zuführbar ist, mittels welcher die Temperatur auf die Zwischentemperatur absenkbar ist, wobei das Prozessgas wahlweise zum weiteren Absenken auf die End-Temperatur an wenigstens einer Wärmetauscherstufe bereitstellbar ist;

wobei die erste Einheit eine ORC-Einheit zur energetischen Umwandlung der Wärmeenergie in elektrische Energie ist, wobei die ORC-Einheit an wenigstens eine elektrische Verbrauchereinheit oder an eine Leitung zum Energieexport gekoppelt ist und wobei die ORC-Einheit eingerichtet ist für eine energetische Rückführung elektrischer Energie innerhalb der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung oder zu einem Prozess stromauf von der ORC-Einheit. Dies liefert hohe energetische Effizienz und kann z.B. auch vollständige energetische Autarkie für wenigstens einen von mehreren miteinander gekoppelten Prozessen sicherstellen, insbesondere vollständige energetische Autarkie einer Wasserstoffanlage.

[0008] Beispielsweise kann diese Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung bzw. der entsprechende Energie-Konversions-Prozess und die damit realisierbare energetische Rekuperation im Zusammenhang mit Dampfreformeranlagen implementiert werden.

[0009] Organic-Rankine-Prozesse (Organic-Rankine-Cycles ORC) werden in den unterschiedlichsten verfahrenstechnischen Zusammenhängen (z.B. in Blockheizkraftwerken zur Biogasnutzung) eingesetzt, insbesondere zur Niedertemperaturwärmenutzung. Es wurde nun erkannt, dass Interesse an einer Nutzung der Vorteile von ORC auch für neue Anwendungen bzw. in neuem verfahrens- oder anlagentechnischem Zusammenhang bestehen könnte.

[0010] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht dabei z.B. die Implementierung eines ORC-Prozesses, bei welchem die Energie des Prozessgases direkt auf das Arbeitsfluid des ORC-Prozesses übertragen wird.

[0011] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht dabei z.B. auch die Implementierung eines ORC-Prozes-

ses, bei welchem die Energie vom Prozessgas zunächst auf ein Zwischenmedium wie z.B. ein Thermalöl übertragen wird, bevor die Energie vom Zwischenmedium das Arbeitsfluid des ORC-Prozesses übertragen wird.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Kopplung des ORC-Prozesses mit wenigstens einer Anlage, in welcher Temperaturstufen zu überwinden sind, insbesondere einer Wasserstoffanlage, zur Bereitstellung elektrischer Energie in Prozessanlagen kann ein effizientes Energienutzungskonzept bereitgestellt werden. Bisher üblicherweise dissipierte Abwärmeströme können dabei bei vergleichsweise guter Effizienz in elektrische Energie gewandelt und genutzt werden. Somit wird eine prozessuale Verkettung (in Reihe und/oder in paralleler Anordnung) interessanter als bei bisherigen Anlagen-/Verfahrenskonzepten.

[0013] Die Erfindung beruht dabei auch auf dem Konzept, die ORC-Technologie zur Steigerung der energetischen Effizienz bzw. zur Rekuperation (Rückgewinnung) von Energie zu implementieren. Zwar ist es anlagentechnisch kostengünstig, lediglich einen konventionellen Kühler und wahlweise auch weitere Wärmetauscher vorzusehen, z.B. zwischen einer Wasserstoffanlage und einer Druckwechseladsorptionsanlage. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine durch die ORC-Technologie möglicherweise begründete erhöhte Komplexität oder erhöhte Anfangs-Investition zeitnah im Laufe des Betriebs der Anordnung kompensiert werden kann, beispielsweise innerhalb eines Jahres. Anders ausgedrückt: Die Kosteneinsparungen aufgrund energetischer Einsparungen können höhere Anfangs-Investitionen z.B. bereits nach wenigen Monaten oder Jahren amortisieren, in Abhängigkeit von dem jeweils geltenden Preisniveau für Energie.

[0014] Ein zweckdienliches Niveau für die Zwischentemperatur kann dabei insbesondere in Abhängigkeit von der Verdampfungstemperatur des Arbeitsfluids definiert sein/werden, z.B. bei Pentan (je nach vorgegebenem Druckniveau) beispielsweise etwa 80°C. Eine vorteilhafte Temperatur des Prozessgases beträgt dann z.B. 90°C oder 85°C. Als Untergrenze für die Temperatur des Prozessgases kann z.B. 80°C genannt werden.

[0015] Ein zweckdienliches Niveau für die End-Temperatur, sofern ein zweistufiger Prozess implementiert werden soll, kann dabei insbesondere in Abhängigkeit von der Art des stromab von der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung angeordneten Prozesses definiert sein/werden, z.B. bei einer Druckwechseladsorption etwa 35°C bis 40°C.

[0016] Die ORC-Einheit kann sich dabei selbstständig einregeln, je nach dargebotenem Wärmestrom. Ein integriertes Regelungskonzept speziell für die ORC-Einheit ist nicht notwendigerweise erforderlich. Vielmehr können etwaige regelungstechnische Probleme im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung auf das Einspeisen bzw. Rückführen der gewonnenen elektrischen Energie fokussiert werden.

[0017] Es hat sich gezeigt, dass vorteilhafterweise

auch bei einer Notabschaltung ausreichend Restwärme bereitgestellt werden kann, um z.B. Kesselspeisewasserpumpen zu betreiben. Somit kann auch bei einem Betriebsausfall ein Trockenlaufen von Verdampfern verhindert werden. Anders ausgedrückt: Die erfindungsgemäße Anordnung ist auch vergleichsweise robust und kann Wärmetauscher-Einheiten vor nachteiligen Betriebssituationen schützen.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung stromab von der ORC-Einheit eine zweite Einheit mit der wenigstens einen Wärmetauscherstufe auf, mittels welcher die Temperatur des Prozessgases von der Zwischentemperatur auf die End-Temperatur absenkbar ist. Hierdurch kann insbesondere auch im Zusammenhang mit Druckwechseladsorptionsanlagen eine zweckdienliche Implementierung des erfindungsgemäßen Konzeptes erfolgen, nämlich zwischen einer ersten Anlage stromauf (Temperaturniveau z.B. 150°C bis 200°C) und einer zweiten Anlage stromab (gewünschtes Eingangs-Temperaturniveau z.B. 25°C bis 50°C).

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eingerichtet zur Auskopplung eines Wärmeenergiestroms im Bereich von 15MW bis 40MW, insbesondere 2,5MW bis 55MW. Hierdurch kann auch eine Menge elektrischer Energie bereitgestellt werden, die einen hohen Grad an prozessualer Autarkie ermöglicht, insbesondere im Zusammenhang mit Wasserstoffanlagen bzw. Dampfreformeranlagen.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eingerichtet zur Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie in einem Bereich von 1,5MW bis 4,0MW, insbesondere 0,25MW bis 5,5MW, insbesondere bei einem Umwandlungs-Faktor im Bereich von 10% bzw. 0,1, speziell im Bereich $10\% \pm 5\%$ positiver/negativer Abweichung. Hierdurch kann insbesondere eine Wasserstoffanlage in energetischer Hinsicht autark werden, nämlich gespeist allein durch die rekuperierte Energie aus dem ORC-Prozess.

[0021] Als thermodynamisch maximal möglicher nutzbarer Carnot-Wirkungsgrad können ca. 20% genannt werden. Demnach kann bei einem Wirkungsgrad im Bereich von 10% bereits von einem guten, vorteilhaften Wirkungsgrad gesprochen werden.

[0022] Beispielsweise können Wärmeenergieströme von 2,5 bis 40MW in der erfindungsgemäßen Konfiguration genutzt werden, die bisher in vielen Fällen komplett ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden bzw. dissipieren.

[0023] Beispielsweise wird ein Wärmeenergiestrom von 30MW bei einem Wirkungsgrad von 10% genutzt, so dass 3MW elektrischer Leistung bereitgestellt werden können. Der Eigenbedarf einer Wasserstoffanlage liegt z.B. bei 1,5MW, so dass neben der Versorgung der Wasserstoffanlage auch ein Teil der elektrischen Energie zurückgespeist oder exportiert werden kann (Kombination

mehrerer Nutzungsarten für die aus Abwärme erzeugte elektrische Energie).

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung wenigstens eine energetische Kopplung oder Leitung auf, mittels welcher die ORC-Einheit an weitere Verbraucher gekoppelt ist und/oder mittels welcher die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung zur Energierückführung innerhalb der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung oder zu einer Anlage stromauf der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eingerichtet ist. Hierdurch kann die energetische Nutzung je nach Anwendungsfall weiter differenziert werden.

[0025] Erfindungsgemäß ist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung stromab von einer Wasserstoffanlage angeordnet, wobei das Prozessgas aus der Wasserstoffanlage bereitgestellt wird. Hierdurch kann ein vorteilhaftes Maß an niederkalorischer Wärme für den ORC-Prozess bereitgestellt und umgewandelt werden.

[0026] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung stromauf von einer Druckwechseladsorptionsanlage angeordnet, wobei das Prozessgas aus der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung an der Druckwechseladsorptionsanlage bereitgestellt wird. Hierdurch kann eine vorteilhafte energetische Verkettung von wenigstens zwei Prozessen erfolgen, insbesondere mit einer Wasserstoffanlage als erstem Prozess stromauf von der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung.

[0027] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung auf, welche eingerichtet ist zum Steuern/Regeln von Strömen elektrischer Energie aus dem ORC-Prozess intern in der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung oder nach extern. Hierdurch wird auch eine anwendungsspezifische Energieverteilung auf besonders zweckdienliche Weise regelbar, insbesondere auch situationsbedingt in Abhängigkeit des momentanen Energiebedarfs einzelner Verbraucher. Wahlweise kann die gesamte rekuperierte elektrische Energie dem Prozess stromauf von der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung zur Verfügung gestellt werden.

[0028] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch ein Verfahren zur Nutzung von Niedertemperaturwärme durch Auskoppeln der Niedertemperaturwärme aus Prozessgas auf Temperaturen unter 200°C oder unter 190°C, insbesondere bei Prozessgastemperaturen im Bereich von 150°C bis 170°C, wobei das Prozessgas auf einer abgesenkten Zwischentemperatur, insbesondere im Bereich von 65°C bis 90°C, oder auf einer noch weiter abgesenkten End-Temperatur, insbesondere im Bereich von 35°C, für wenigstens einen nachfolgenden Prozess bereitgestellt wird, wobei das Prozessgas einer ersten Einheit zugeführt wird, mittels welcher die Temperatur auf eine/die Zwischentemperatur abgesenkt wird, wobei das Prozessgas wahlweise zum weiteren Absenken auf

die End-Temperatur an wenigstens einer Wärmetauscherstufe bereitgestellt wird; wobei wenigstens einen ORC-Prozess, welcher in der ersten Einheit zum Auskoppeln der Niedertemperaturwärme und zum Bereitstellen von aus der Niedertemperaturwärme gewonnener elektrischer Energie durchgeführt wird, wobei die im ORC-Prozess gewonnene elektrische Energie wenigstens einer an den ORC-Prozess gekoppelten elektrischen Verbrauchereinheit zugeführt oder exportiert wird und wobei eine Rückführung der im ORC-Prozess gewonnenen elektrischen Energie innerhalb des Niedertemperaturwärmenutzungsprozesses oder zu einem Prozess stromauf vom ORC-Prozess erfolgt. Dies liefert zuvor genannte Vorteile, insbesondere einen vorteilhaften Grad an energetischer bzw. prozessualer Autarkie.

[0029] Wahlweise kann die gesamte durch den ORC-Prozess bereitgestellte Energie, oder ein Teil davon, exportiert werden, also aus der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung ausgekoppelt werden. Der energetische Eigenbedarf der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung kann dabei wahlweise zumindest teilweise auch durch Energieimport gedeckt werden. Auf diese Weise kann je nach Energie-Verfügbarkeit auch ein optimaler Kompromiss aus Eigenbedarf-Deckung und Energie-Lieferung an Dritte realisiert werden.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform wird die Niedertemperaturwärme aus dem Prozessgas bis zu der Zwischentemperatur ausgekoppelt, insbesondere bis auf eine Temperatur von 90°C, wobei das Prozessgas in einer zweiten Einheit in wenigstens einer Wärmetauscherstufe auf die End-Temperatur abgesenkt wird, insbesondere auf 35°C, insbesondere zum Bereitstellen des Prozessgases für eine Druckwechseladsorption. Dies begünstigt auch die Verschaltung mit einem Prozess stromab von der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung, insbesondere mit einer Druckwechseladsorptionsanlage.

[0031] Gemäß einer Ausführungsform wird durch den ORC-Prozess ein Wärmeenergiestrom im Bereich von 15MW bis 40MW, insbesondere 2,5MW bis 55MW ausgekoppelt und in elektrische Energie umgewandelt, insbesondere bei einem energetischen Umwandlungsfaktor im Bereich von 10%. Gemäß einer Ausführungsform erfolgt durch den ORC-Prozess eine Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie derart, dass elektrische Energie in einem Bereich von 1,5MW bis 4,0MW, insbesondere 0,25MW bis 5,5MW bereitstellbar ist, insbesondere bei einem energetischen Umwandlungsfaktor im Bereich von 10% bzw. 0,1. Dies liefert jeweils Energie in einem derartigen Maße, dass eine prozessuale Autarkie mit vorteilhaften Effekten sichergestellt werden kann, insbesondere im Zusammenhang mit Dampfreformeranlagen.

[0032] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch Verwendung wenigstens einer ORC-Einheit in einer Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung zum Auskoppeln von Wärmeenergie aus Prozessgas einer Wasserstoffanlage, und

zum Bereitstellen von aus der Wärmeenergie generierter elektrischer Energie an wenigstens einer elektrischen Verbrauchereinheit und/oder zum zumindest teilweisen Exportieren der Energie und auch zum Zurückspeisen (Rückführen in den Prozess) von aus der Wärmeenergie generierter elektrischer Energie in die Wasserstoffanlage, in einer zuvor beschriebenen Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung, insbesondere stromab von einer Wasserstoffanlage zum energetisch autarken Betreiben der Wasserstoffanlage, wobei die ORC-Einheit anstelle bzw. als Ersatz von dissipativen Kühleinrichtungen eingesetzt wird. Beispielsweise können Luftkühler eingespart werden. Die Verteilung der rekuperierten Energie kann dabei wahlweise situationsbedingt je nach Energiebedarf der einzelnen Verbrauchereinheiten erfolgen. Insbesondere ist eine energetische Kopplung wenigstens eines ersten Prozesses sichergestellt, für welchen thermische Energie an der Schnittstelle zu wenigstens einem zweiten Prozess rekuperiert wird und als elektrische Energie bereitgestellt wird.

[0033] Es hat sich gezeigt, dass insbesondere eine Wasserstoffanlage dank implementierter ORC-Technologie auf energetisch autarke Weise betrieben werden kann. Anders ausgedrückt: Alle in der Wasserstoffanlage vorgesehenen, installierten elektrischen Verbrauchereinheiten können durch die mittels der ORC-Technologie generierten elektrischen Energie versorgt werden. Dabei kann die Implementierung der ORC-Technologie auch derart effizient sein, dass ein Überschuss elektrischer Energie entsteht, welcher aus dem Prozess exportierbar ist. Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht daher einen hohen Grad an Autarkie und kann die Implementierung von Anlagen und Prozessen auch dann ermöglichen, wenn ein externes Energienetz entweder gar nicht vorhanden ist, oder unzuverlässig ist oder zu hohen Kosten führen würde. Für einen Anfahrprozess ist gegebenenfalls Energiezufluss von extern bereitzustellen.

[0034] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch Verwendung wenigstens einer ORC-Einheit in einer Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung zum Auskoppeln von Wärmeenergie aus Prozessgas einer Wasserstoffanlage oder Synthesegasanlage und zum Bereitstellen von aus der Wärmeenergie generierter elektrischer Energie in der Wasserstoffanlage oder Synthesegasanlage zum energetisch autarken Betreiben der Wasserstoffanlage oder Synthesegasanlage, insbesondere in einer zuvor beschriebenen Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung. Dies liefert speziell in Verbindung mit Wasserstoffanlagen einen sehr vorteilhaften Grad an energetischer Autarkie. Beispielsweise ist ein Inselbetrieb möglich, also ein Betrieb ohne Stromversorgung von außen.

[0035] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung wenigstens eines Ausführungsbeispiels anhand von Zeichnungen, sowie aus den Zeichnungen selbst. Dabei zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Skizze zu ei-

nem anlagen/verfahrenstechnischen Konzept gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 in schematischer Darstellung eine Skizze zu einem anlagen/verfahrenstechnischen Konzept gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0036] Bei Bezugszeichen, die nicht explizit in Bezug auf eine einzelne Figur beschrieben werden, wird auf die anderen Figuren verwiesen.

[0037] Die Fig. 1 zeigt beispielhaft einen anlagen-/verfahrenstechnischen Aufbau im Zusammenhang mit dem Bereitstellen von Prozessgas, insbesondere unter Bezugnahme auf eine Wasserstoffanlage.

[0038] Prozessgas M1 wird bei Temperaturen von weniger als 170°C bis 190°C, insbesondere im Bereich von 150°C bis 170°C, einem Kühler 1 zugeführt, um das Prozessgas stromab davon als Prozessgas M11 auf einem Temperaturniveau von z.B. 65°C bereitstellen zu können (Zwischentemperatur). Dabei erfolgt eine Wärmestromabgabe E1 an die Umgebung (Verlust von Niedertemperaturwärme), insbesondere ein Wärmeenergieverlust im Bereich von 15MW bis 40MW, insbesondere 2,5MW bis 55MW, je nach Anlage bzw. Prozess. Stromab von einer Wärmetauscherstufe 2 liegt das Prozessgas M12 auf einem Temperaturniveau von z.B. 35°C vor (End-Temperatur) und kann weiterverwendet werden, z.B. in einer Druckwechseladsorptionsanlage oder in einem Synthesegasverdichter. Insbesondere für Druckwechseladsorptionsanlagen ist eine vorteilhafte End-Temperatur am Einlass der Anlage im Bereich von 35°C bis 40°C.

[0039] Das Prozessgas M1 stammt z.B. aus einer Wasserstoffanlage 3 stromauf von der Energiekonversion. Das Prozessgas M12 wird z.B. einer Anlage 4 stromab von der Energiekonversion zugeführt, insbesondere einer Druckwechseladsorptionsanlage.

[0040] Die Fig. 2 zeigt einen anlagen-/verfahrenstechnischen Aufbau gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung. In eine Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung 100 ist wenigstens ein ORC-Prozess 10 derart implementiert, dass aus niederkalorischer Wärme gewonnene elektrische Energie wahlweise exportiert und/oder in der Anlage, welche die niederkalorische Wärme liefert, genutzt werden kann.

[0041] Niedertemperaturwärme (niederkalorische Wärme) wird in einem ORC-Prozess 10 bzw. in einer entsprechenden Einheit genutzt, insbesondere derart, dass das Prozessgas M21 stromab davon auf ca. 90°C heruntergekühlt wird (Zwischentemperatur). Diese Temperatur stromab vom ORC-Prozess wird z.B. in Abhängigkeit des Typs und Drucks eines verwendeten Arbeitsfluids definiert. Die Zwischentemperatur ist möglichst niedrig, liegt jedoch für viele Anwendungen vorteilhafter Weise oberhalb von 80°C.

[0042] Das weitergeleitete Prozessgas M22 stromab der Wärmetauscherstufe 2 kann wie auch im Beispiel der Fig. 1 insbesondere bei ca. 35°C vorliegen. Wahlweise kann auch z.B. eine Wärmepumpe installiert sein, insbe-

sondere um das Temperaturniveau des Prozessgases M21, insbesondere von 80°C auf ein höheres Niveau zu heben, falls ein nachfolgender Prozess im Einzelfall eine höhere Temperatur aus jene des Prozessgases M21 erfordern sollte.

[0043] Die durch den implementierten ORC-Prozess 10 realisierbare Wärmeenergienutzung E2 erfolgt insbesondere durch Konversion/Umwandlung der Wärmeenergie in elektrische Energie, insbesondere zum Bereitstellen von mindestens 1,5MW bis 4,0MW (oder 0,25MW bis 5,5MW) elektrischer Energie aus 15MW bis 40MW (oder 2,5MW bis 55MW) thermischer Energie, insbesondere bei einem Umwandlungs-Faktor im Bereich von 10% bzw. 0,1.

[0044] Der Energiestrom E2 kann für die einzelnen involvierten anlagen-/verfahrenstechnischen Komponenten bzw. Verbrauchereinheiten 12 bereitgestellt werden, insbesondere für eine Wasserstoffanlage, und/oder die erzeugte elektrische Energie kann aus dem hier beschriebenen Prozess nach extern zu externen separaten Verfahren/Anlagen bzw. in ein vom vorliegenden ORC-Prozess unabhängiges Energie-Netz exportiert werden. Hierzu kann eine energetische Kopplung 11, insbesondere Leitung vorgesehen sein, welche die ORC-Einheit 10 mit den weiteren anlagentechnischen Komponenten oder Prozessen (insbesondere anlageintern oder extern zu weiteren Verbrauchern) verbindet.

[0045] Das Prozessgas M1 stammt z.B. aus einer Wasserstoffanlage 3 stromauf von der Energiekonversion. Das Prozessgas M22 wird z.B. einer Anlage 4 stromab von der Energiekonversion zugeführt, insbesondere einer Druckwechseladsorptionsanlage.

[0046] Dank der erfindungsgemäßen ORC-Implementierung kann ein hoher Grad an Autarkie sichergestellt werden. Insbesondere ist der vorliegende Prozess unabhängig von einer externen Energieversorgung, und ist damit auch resistent gegen Netzschwankungen und instabile Stromnetze. Insbesondere auch an Standorten mit schwacher Infrastruktur kann dies von großem Nutzen sein, oder kann die Verwendung der hier beschriebenen Technologie überhaupt erst ermöglichen.

Bezugszeichenliste:

[0047]

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | Kühleinrichtung, insbesondere Luftkühler | |
| 2 | Wärmetauscherstufe | |
| 3 | Anlage bzw. Prozess stromauf von der Energiekonversion, insbesondere Wasserstoffanlage | |
| 4 | Anlage bzw. Prozess stromab von der Energiekonversion, insbesondere Druckwechseladsorptionsanlage | |
| 10 | ORC-Einheit bzw. ORC-Prozess | |
| 11 | energetische Kopplung, insbesondere Leitung | |
| 12 | elektrische Verbrauchereinheit | |

- | | | |
|-----|--|--|
| 100 | Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung | |
| E1 | Wärmestromabgabe an die Umgebung, insbesondere Wärmeenergieverlust im Bereich von 15MW bis 55MW | |
| E2 | Wärmeenergienutzung durch Konversion/Umwandlung in elektrische Energie, insbesondere 1,5MW bis 5,5MW elektrische Energie, insbesondere Umwandlungs-Faktor 10% bzw. 0,1 | |
| M1 | Prozessgas, insbesondere auf einer Temperatur im Bereich von 150°C bis 170°C | |
| M11 | aktiv heruntergekühltes Prozessgas, insbesondere auf ca. 65°C | |
| M12 | weitergeleitetes Prozessgas, insbesondere auf ca. 35°C | |
| M21 | aktiv heruntergekühltes Prozessgas, insbesondere auf ca. 90°C | |
| M22 | weitergeleitetes Prozessgas, insbesondere auf ca. 35°C | |

Patentansprüche

1. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) eingerichtet zum Auskoppeln von Niedertemperaturwärme aus Prozessgas (M1) bei Temperaturen unter 200°C oder unter 190°C, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) stromab von einer Wasserstoffanlage (3) angeordnet ist und das Prozessgas (M1) aus der Wasserstoffanlage bereitgestellt wird und wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) zum Bereitstellen des Prozessgases (M21, M22) auf einer abgesenkten Zwischentemperatur oder auf einer noch weiter abgesenkten End-Temperatur, für wenigstens einen nachfolgenden Prozess eingerichtet ist,

wobei das Prozessgas (M1) in der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) einer ersten Einheit zuführbar ist, mittels welcher die Temperatur auf die Zwischentemperatur absenkbar ist;

dadurch gekennzeichnet, dass die erste Einheit eine ORC-Einheit (10) zur energetischen Umwandlung der Wärmeenergie in elektrische Energie ist, wobei die ORC-Einheit an wenigstens eine elektrische Verbrauchereinheit (12) oder an eine Leitung zum Energieexport gekoppelt ist und wobei die ORC-Einheit (10) eingerichtet ist für eine energetische Rückführung elektrischer Energie innerhalb der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) oder zu einem Prozess in der Wasserstoffanlage (3) stromauf von der ORC-Einheit (10).

2. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Niedertemperaturwärmenut-

- zungsanordnung stromab von der ORC-Einheit (10) eine zweite Einheit mit wenigstens einer Wärmetauscherstufe (2) aufweist, an die das Prozessgas (M21) bereitstellbar ist und mittels welcher die Temperatur des Prozessgases (M21) von der Zwischentemperatur auf die End-Temperatur absenkbar ist.
3. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) eingerichtet ist zur Auskopplung eines Wärmeenergiestroms im Bereich von 15MW bis 40MW.
 4. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) eingerichtet ist zur Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie in einem Bereich von 1,5MW bis 4,0MW bei einem Umwandlungs-Faktor im Bereich $10\% \pm 5\%$ positiver/negativer Abweichung.
 5. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) wenigstens eine energetische Kopplung oder Leitung (11) aufweist, mittels welcher die ORC-Einheit (10) an weitere Verbrauchereinheiten (12) gekoppelt ist und/oder mittels welcher die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung zur Energierückführung innerhalb der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung oder zu der Wasserstoffanlage (3) stromauf der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung eingerichtet ist.
 6. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) stromauf von einer Druckwechseladsorptionsanlage (4) angeordnet ist und wobei das Prozessgas (M22) aus der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung an der Druckwechseladsorptionsanlage bereitgestellt wird.
 7. Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, welche eingerichtet ist zum Steuern/Regeln von Strömen elektrischer Energie aus dem ORC-Prozess intern in der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung oder nach extern.
 8. Verfahren zur Nutzung von Niedertemperaturwärme durch Auskoppeln der Niedertemperaturwärme aus Prozessgas (M1) auf Temperaturen unter 200°C oder unter 190°C , wobei das Auskoppeln stromab von einer Wasserstoffanlage (3) erfolgt und das Prozessgas (M1) aus der Wasserstoffanlage bereitgestellt wird und wobei das Prozessgas auf einer abgesenkten Zwischentemperatur oder auf einer noch weiter abgesenkten End-Temperatur für wenigstens einen nachfolgenden Prozess (4) bereitgestellt wird, wobei das Prozessgas (M1) einer ersten Einheit zugeführt wird, mittels welcher die Temperatur auf die Zwischentemperatur abgesenkt wird; **gekennzeichnet durch** wenigstens einen ORC-Prozess (10), welcher in der ersten Einheit zum Auskoppeln der Niedertemperaturwärme und zum Bereitstellen von aus der Niedertemperaturwärme gewonnener elektrischer Energie durchgeführt wird, wobei die im ORC-Prozess gewonnene elektrische Energie wenigstens einer an den ORC-Prozess gekoppelten elektrischen Verbrauchereinheit (12) zugeführt oder exportiert wird und wobei eine Rückführung der im ORC-Prozess thyssenkrupp AG gewonnenen elektrischen Energie innerhalb des Niedertemperaturwärmenutzungsprozesses (100) oder zu einem Prozess in der Wasserstoffanlage (3) stromauf vom ORC-Prozess erfolgt.
 9. Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch, wobei die Niedertemperaturwärme aus dem Prozessgas (M1) bis zu der Zwischentemperatur ausgekoppelt wird und wobei das Prozessgas (M21) in einer zweiten Einheit in wenigstens einer Wärmetauscherstufe (2) auf die End-Temperatur abgesenkt wird.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei durch den ORC-Prozess (10) ein Wärmeenergiestrom im Bereich von 15MW bis 40MW ausgekoppelt und in elektrische Energie umgewandelt wird.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei durch den ORC-Prozess (10) eine Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie derart erfolgt, dass elektrische Energie in einem Bereich von 1,5MW bis 4,0MW, insbesondere 0,25MW bis 5,5MW bereitstellbar ist, bei einem energetischen Umwandlungs-Faktor im Bereich von $10\% \pm 5\%$ positiver/negativer Abweichung.
 12. Verwendung wenigstens einer ORC-Einheit (10) in der Niedertemperaturwärmenutzungsanordnung (100) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche zum Auskoppeln von Wärmeenergie aus Prozessgas (M1) der Wasserstoffanlage (3), und zum Bereitstellen von aus der Wärmeenergie generierter elektrischer Energie an der elektrischen Verbrauchereinheit (12) und/oder zum zumindest teilweisen Exportieren der Energie und auch zum Zurückspeisen von aus der Wärmeenergie generierter elektrischer Energie in die Wasserstoffanlage (3), wobei die ORC-Einheit (10) als Ersatz von dissipativen Kühleinrichtungen eingesetzt wird.

Claims

1. Low-temperature heat utilization arrangement (100) set up for extracting low-temperature heat from process gas (M1) at temperatures below 200°C or below 190°C, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) is arranged downstream of a hydrogen plant (3) and the process gas (M1) is provided from the hydrogen plant and wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) is set up to provide the process gas (M21, M22) at a lowered intermediate temperature or at an even further lowered final temperature for at least one subsequent process,

wherein the process gas (M1) in the low-temperature heat utilization arrangement (100) can be fed to a first unit by means of which the temperature can be lowered to the intermediate temperature;

characterized in that the first unit is an ORC unit (10) for energetic conversion of the thermal energy into electrical energy, wherein the ORC unit is coupled to at least one electrical consumer unit (12) or to a line for energy export and wherein the ORC unit (10) is set up for energetic feedback of electrical energy within the low-temperature heat utilization arrangement (100) or to a process in the hydrogen plant (3) upstream of the ORC unit (10).
2. Low-temperature heat utilization arrangement according to claim 1, wherein the low-temperature heat utilization arrangement has, downstream of the ORC unit (10), a second unit with at least one heat exchanger stage (2), to which the process gas (M21) can be supplied and by means of which the temperature of the process gas (M21) can be lowered from the intermediate temperature to the final temperature.
3. Low-temperature heat utilization arrangement according to claim 1 or 2, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) is set up to extract a heat energy flow in the range from 15 MW to 40 MW.
4. Low-temperature heat utilization arrangement according to one of the preceding claims, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) is arranged for converting thermal energy into electrical energy in a range from 1.5MW to 4.0MW at a conversion factor in the range $10\% \pm 5\%$ positive/negative deviation.
5. Low-temperature heat utilization arrangement according to one of the preceding claims, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) has at least one energetic coupling or line (11), by means of which the ORC unit (10) is coupled to further consumer units (12) and/or by means of which the low-temperature heat utilization arrangement is set up for energy recirculation within the low-temperature heat utilization arrangement or to the hydrogen plant (3) upstream of the low-temperature heat utilization arrangement.
6. Low-temperature heat utilization arrangement according to one of the preceding claims, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) is arranged upstream of a pressure swing adsorption plant (4) and wherein the process gas (M22) from the low-temperature heat utilization arrangement is provided at the pressure swing adsorption plant.
7. Low-temperature heat utilization arrangement according to one of the preceding claims, wherein the low-temperature heat utilization arrangement (100) comprises a control/regulation device which is arranged to control/regulate flows of electrical energy from the ORC process internally in the low-temperature heat utilization arrangement or externally.
8. Method for utilizing low-temperature heat by decoupling the low-temperature heat from process gas (M1) to temperatures below 200°C or below 190°C, wherein the decoupling takes place downstream of a hydrogen plant (3) and the process gas (M1) is provided from the hydrogen plant and wherein the process gas is provided at a lowered intermediate temperature or at an even further lowered final temperature for at least one subsequent process (4), wherein the process gas (M1) is supplied to a first unit by means of which the temperature is lowered to the intermediate temperature; **characterized by** at least one ORC process (10), which is carried out in the first unit for decoupling the low-temperature heat and for providing electrical energy obtained from the low-temperature heat, the electrical energy obtained in the ORC process being supplied or exported to at least one electrical consumer unit (12) coupled to the ORC process, and the electrical energy obtained in the ORC process being fed back within the low-temperature heat utilization process (100) or to a process in the hydrogen plant (3) upstream of the ORC process.
9. Process according to the preceding process claim, wherein the low-temperature heat is decoupled from the process gas (M1) up to the intermediate temperature and wherein the process gas (M21) is lowered to the final temperature in at least one heat exchange stage (2) in a second unit.
10. Process according to one of the preceding process claims, wherein a heat energy flow in the range from

15 MW to 40 MW is decoupled by the ORC process (10) and converted into electrical energy.

11. Process according to one of the preceding process claims, wherein the ORC process (10) converts thermal energy into electrical energy in such a way that electrical energy in a range from 1.5 MW to 4.0 MW, in particular 0.25 MW to 5.5 MW, can be made available, with an energy conversion factor in the range from $10\% \pm 5\%$ positive/negative deviation.
12. Use of at least one ORC unit (10) in the low-temperature heat utilization arrangement (100) according to one of the preceding device claims for decoupling thermal energy from process gas (M1) of the hydrogen plant (3), and for providing electrical energy generated from the thermal energy to the electrical consumer unit (12) and/or for at least partially exporting the energy and also for feeding electrical energy generated from the thermal energy back into the hydrogen plant (3), the ORC unit (10) being used as a replacement for dissipative cooling devices.

Revendications

1. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) conçu pour découpler la chaleur à basse température du gaz de processus (M1) à des températures inférieures à 200°C ou inférieures à 190°C, le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) étant disposé en aval d'une installation à hydrogène (3) et le gaz de processus (M1) étant fourni par l'installation à hydrogène, et le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) étant conçu pour fournir le gaz de processus (M21, M22) à une température intermédiaire abaissée ou à une température finale encore plus abaissée, pour au moins un processus suivant,

le gaz de processus (M1) pouvant être amené dans le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) à une première unité, au moyen de laquelle la température peut être abaissée à la température intermédiaire ;
caractérisé en ce que la première unité est une unité COR (10) pour la conversion énergétique de l'énergie thermique en énergie électrique, l'unité COR étant couplée à au moins une unité de consommation électrique (12) ou à une ligne pour l'exportation d'énergie, et l'unité COR (10) étant agencée pour un retour énergétique de l'énergie électrique à l'intérieur du dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) ou vers un processus dans l'usine à hydrogène (3) en amont de l'unité COR (10).

2. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse tempéra-

ture selon la revendication 1, le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température présentant en aval de l'unité COR (10) une deuxième unité avec au moins un étage d'échangeur de chaleur (2), auquel le gaz de processus (M21) peut être mis à disposition et au moyen duquel la température du gaz de processus (M21) peut être abaissée de la température intermédiaire à la température finale.

3. Dispositif d'utilisation de la chaleur à basse température selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) est conçu pour découpler un flux d'énergie thermique dans la plage de 15MW à 40MW.
4. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse température selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) est agencé pour convertir de l'énergie thermique en énergie électrique dans une plage de 1,5MW à 4,0MW avec un facteur de conversion dans la plage de $10\% \pm 5\%$ d'écart positif/négatif.
5. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse température selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) présente au moins un couplage ou une conduite énergétique (11) au moyen duquel l'unité COR (10) est couplée à d'autres unités de consommation (12) et/ou au moyen duquel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température est aménagé pour la réinjection d'énergie à l'intérieur du dispositif d'utilisation de chaleur à basse température ou vers l'installation à hydrogène (3) en amont du dispositif d'utilisation de chaleur à basse température.
6. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse température selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) est disposé en amont d'une installation d'adsorption à pression alternée (4) et dans lequel le gaz de processus (M22) provenant du dispositif d'utilisation de chaleur à basse température est fourni à l'installation d'adsorption à pression alternée.
7. Dispositif d'utilisation de chaleur à basse température selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) comprend un dispositif de commande/régulation qui est agencé pour commander/réguler des flux d'énergie électrique provenant du processus COR de manière interne dans le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température ou vers l'extérieur.

8. Procédé d'utilisation de chaleur à basse température par découplage de la chaleur à basse température à partir de gaz de processus (M1) à des températures inférieures à 200°C ou inférieures à 190°C, le découplage s'effectuant en aval d'une installation à hydrogène (3) et le gaz de processus (M1) étant mis à disposition à partir de l'installation à hydrogène et le gaz de processus étant mis à disposition à une température intermédiaire abaissée ou à une température finale encore plus abaissée pour au moins un processus (4) suivant, le gaz de processus (M1) étant amené à une première unité au moyen de laquelle la température est abaissée à la température intermédiaire ; **caractérisé par** au moins un processus COR (10), qui est réalisé dans la première unité pour le découplage de la chaleur à basse température et pour la mise à disposition d'énergie électrique obtenue à partir de la chaleur à basse température, l'énergie électrique obtenue dans le processus COR étant amenée à au moins une unité de consommation électrique (12) couplée au processus COR ou étant exportée et un recyclage de l'énergie électrique obtenue dans le processus COR ayant lieu à l'intérieur du dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) ou vers un processus dans l'installation à hydrogène (3) en amont du processus COR.
9. Procédé selon la revendication de procédé précédente, dans lequel la chaleur à basse température est extraite du gaz de processus (M1) jusqu'à la température intermédiaire et dans lequel le gaz de processus (M21) est abaissé à la température finale dans une deuxième unité dans au moins un étage d'échange de chaleur (2).
10. Procédé selon l'une des revendications de procédé précédentes, dans lequel un courant d'énergie thermique dans la plage de 15MW à 40MW est découplé par le processus COR (10) et converti en énergie électrique.
11. Procédé selon l'une des revendications de procédé précédentes, dans lequel une conversion d'énergie thermique en énergie électrique est effectuée par le processus COR (10) de telle sorte que l'énergie électrique peut être mise à disposition dans une plage de 1,5MW à 4,0MW, en particulier de 0,25MW à 5,5MW, avec un facteur de conversion énergétique dans la plage de 10% $\pm$ 5% d'écart positif/négatif.
12. Utilisation d'au moins une unité COR (10) dans le dispositif d'utilisation de chaleur à basse température (100) selon l'une des revendications de dispositif précédentes pour le découplage d'énergie thermique à partir de gaz de processus (M1) de l'installation à hydrogène (3), et pour la mise à disposition d'énergie électrique générée à partir de l'énergie thermique à l'unité de consommation électrique (12) et/ou pour l'exportation au moins partielle de l'énergie et également pour la réinjection d'énergie électrique générée à partir de l'énergie thermique dans l'installation à hydrogène (3), l'unité COR (10) étant utilisée en remplacement de dispositifs de refroidissement dissipatifs.

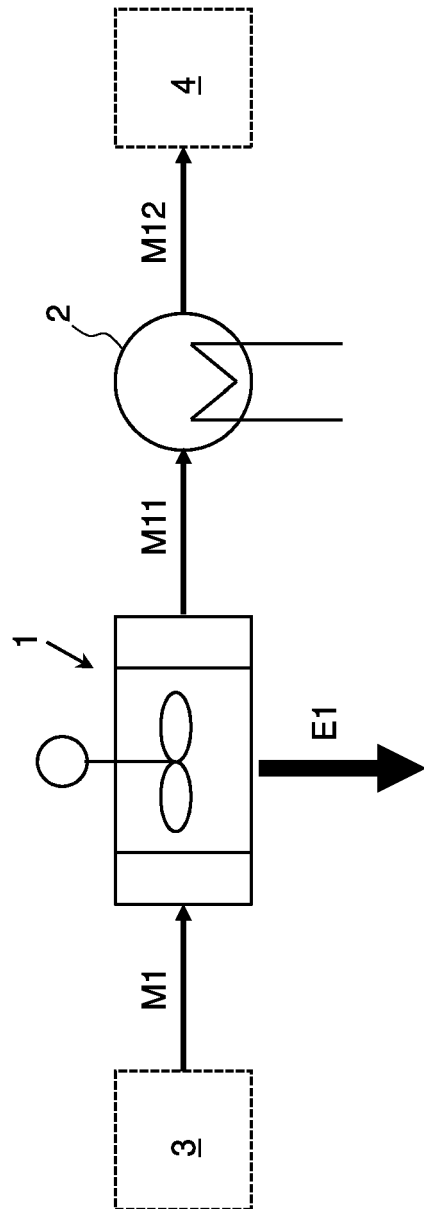


Fig. 1

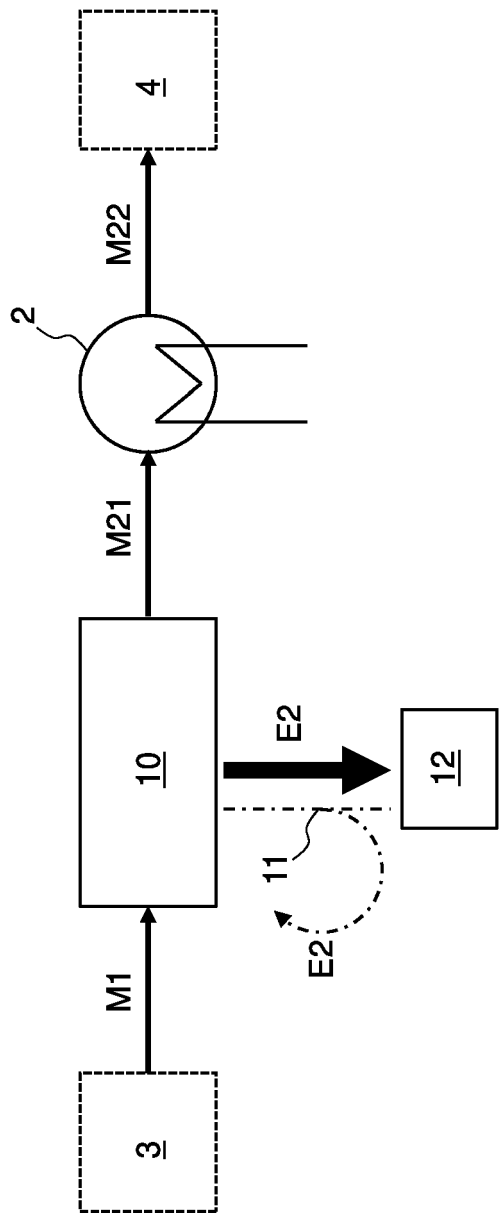


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102016218438 A1 [0003]
- US 20140109844 A1 [0004]