

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 874 188 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.08.2006 Patentblatt 2006/31

(51) Int Cl.:
F17C 9/04 ^(2006.01)

F01K 23/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **98810177.0**

(22) Anmeldetag: **03.03.1998**

(54) **Verfahren zum Aufbereiten von tiefgeköhltem Flüssiggas**

Process for the treatment of cryogenic liquefied gas

Procédé pour le traitement d'un gaz liquéfié cryogénique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **24.04.1997 DE 19717267**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.1998 Patentblatt 1998/44

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Fetescu, Mircea**
5408 Ennetbaden (CH)
• **Löwel, Lutz**
79713 Bad Säckingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-95/16105 **WO-A-96/38656**
US-A- 3 726 085

EP 0 874 188 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von tiefgekühltem Flüssiggas, wie beispielsweise Flüssig-Erdgas (LNG) bzw. Flüssig-Propangas (LPG) oder auch technische Gase, für einen nachgeordneten, verfahrenstechnischen Prozess, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Neben Erdöl und seinen Spaltprodukten sowie Kohle werden heute auch gasförmige Energieträger, wie z.B. Erdgas und Propangas, als Brennstoffe für Kraftwerke oder in Prozessen der Stahl- und der chemischen Industrie eingesetzt. Weil Gase im allgemeinen ein relativ grosses Volumen besitzen, müssen sie ausreichend komprimiert werden, um einen effektiven Transport und eine ebensolche Lagerhaltung zu realisieren. Da jedoch zur Verdichtung von Gasen wesentlich mehr Energie als zur Verdichtung von Flüssigkeiten erforderlich ist, werden das Erdgas bzw. das Propangas zunächst verflüssigt. Dabei entsteht sogenanntes Flüssig-Erdgas (LNG) bzw. Flüssig-Propangas (LPG). Sowohl der Transport als auch die Lagerhaltung dieser Flüssiggase werden unter atmosphärischem Druck und bei Temperaturen von etwa minus 160°C durchgeführt. Demnach muss das jeweilige, tiefgekühlte Flüssiggas vor seinem Einsatz als Brennstoff verdampft, d.h. rückvergast werden. Eine derartige Anlage ist aus dem Dokument US-A-3 726 085 bekannt.

[0003] Gemäss S. 9 des Prospekts 100-332© MCI der Firma CHIODA, gedruckt im Mai 1995 in Japan, mit dem Titel "CHIODA in LPG/LNG receiving terminals", sind für jedes der verwendeten, tiefgekühlten Flüssiggase eine Reihe von Verdampfungseinrichtungen bekannt, bei denen die zur Verdampfung des Niedrigtemperatur-Brennstoffs erforderliche Energie in Form von Warmwasser, Meerwasser oder zusätzlichem Brennstoff zugeführt wird. Nach Abgabe der zum Verdampfungsvorgang benötigten Wärmemenge wird das jeweilige Wärmetauschmedium wieder abgeführt, wodurch seine Kälteleistung für den Prozess verloren geht.

[0004] Demgegenüber ist bei vielen Teilprozessen in Kraftwerken, in der Stahl- und der chemischen Industrie eine Kühlung erforderlich. Entsprechend dem Artikel "Refrigerated inlet cooling for new and retrofit installations" in der Zeitschrift Gas Turbine World, Jahrgang 23, Nr. 3, vom Mai/Juni 1993, führt die Senkung der Luft Eintrittstemperatur einer Gasturbinenanlage, d.h. der Eintrittstemperatur der vom Verdichter angesaugten Verbrennungsluft, zu einer deutlichen Verbesserung der abgegebenen Leistung und des Wärmeverbrauchs. Dazu werden externe Kühlmittel wie gelagertes Eis, Ammoniak, Freone, Glycol usw. eingesetzt. Die Bereitstellung, die Handhabung sowie die umweltgerechte Entsorgung

dieser zusätzlichen Kühlmittel verursacht jedoch einen nicht unerheblichen Arbeitsaufwand und damit Kosten.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Erfindung versucht alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Aufbereitung von tiefgekühltem Flüssiggas zwecks Gewinnung von Prozessenergie für einen nachgeordneten verfahrenstechnischen Prozess zu schaffen, mit dem auch die Kälteleistung des tiefgekühlten Flüssiggases im nachgeordneten Prozess genutzt werden kann.

[0006] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einem Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, die Kälteleistung des tiefgekühlten Flüssiggases zumindest über ein Wärmetauschmedium zumindest einem der Teilschritte des nachgeordneten, verfahrenstechnischen Prozesses als Wärmesenke zugeführt wird. Mit diesem Verfahren kann die auf das Wärmetauschmedium übertragene Kälteleistung des tiefgekühlten Flüssiggases im nachgeordneten Prozess genutzt und daher die Verwendung externer Wärmetauschmedien, einschliesslich der mit ihnen verbundenen Nachteile, deutlich verringert werden. Bei Nichtverfügbarkeit dieses Wärmetauschmediums wird das tiefgekühlte Flüssiggas mit einem zusätzlichen Wärmetauschmedium rückvergast. Dieser Verfahrensschritt dient vorwiegend dem Anfahren des nachgeordneten, verfahrenstechnischen Prozesses und wird ebenso bei anderweitiger Nichtverfügbarkeit des ersten Wärmetauschmediums, wie beispielsweise bei Reparaturarbeiten, aktiviert. Für sich betrachtet ähnelt er dem herkömmlichen Verfahren, bei dem das Wärmetauschmedium nach der Rückvergasung des tiefgekühlten Flüssiggases ungenutzt aus dem Prozess abgeführt wird.

[0007] Zur Realisierung dieses Verfahrensschrittes ist es besonders zweckmässig, wenn das tiefgekühlte Flüssiggas zunächst in zwei Teilströme unterteilt, der erste Teilstrom mit einem externen Wärmetauschmedium erwärmt, rückvergast, anschliessend gezündet und unter Bildung des zusätzlichen Wärmetauschmediums verbrannt wird. Schliesslich wird der zweite Teilstrom des abgezweigten, tiefgekühlten Flüssiggases im Wärmetausch mit dem zusätzlich gebildeten Wärmetauschmedium rückvergast, so dass die Versorgung des nachgeordneten, verfahrenstechnischen Prozesses mit dem benötigten gasförmigen Medium jederzeit gewährleistet ist.

[0008] Allgemein kann diese Lösung für Prozesse in der Energieversorgung (Kraftwerke, Energieverteilung) in der Stahlindustrie oder der Chemischen Industrie genutzt werden, bei denen tiefgekühlte Flüssiggase, wie LNG oder LPG oder technische Gase (z.B. N₂, O₂, NH₃ usw.) verdampft werden müssen und bei denen gleichzeitig das Erfordernis der Prozesskühlung besteht.

[0009] Besonders vorteilhaft ist es, wenn als erstes Wärmetauschmedium ein Arbeitsmedium des der Rückvergasung nachgeordneten Prozesses eingesetzt und dieses Arbeitsmedium im direkten Wärmetausch mit

dem tiefgekühlten Flüssiggas abgekühlt wird. In einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird durch die Rückvergasung aus dem flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand umgewandelter Brennstoff schliesslich einem Gasturbinenprozess zugeführt, dort zu einem Rauchgas verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt. Dabei wird als erstes Wärmetauschmedium im Gasturbinenprozess zu verdichtende Umgebungsluft verwendet.

[0010] Die damit verbundene Senkung der Luft Eintrittstemperatur des Verdichters führt zu einer deutlichen Verbesserung der abgegebenen Leistung und des Wärmeverbrauchs im Gasturbinenprozess. Da bei Verwendung des tiefgekühlten Flüssiggases als Kühlmedium für die anzugsaugende Umgebungsluft keine zusätzliche Energie zur Bereitstellung eines externen Kühlmittels erforderlich ist, kann der Energieverbrauch des Gasturbinenprozesses trotz der höheren Leistung gesenkt werden. Neben den Kosten für externe Kühlmittel entfallen auch die mit deren Einsatz verbundenen Umweltbelastungen.

[0011] Ferner ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich zum ersten ein zweiter Wärmetausch des tiefgekühlten Flüssiggases mit einem zweiten Wärmetauschmedium erfolgt. Anschliessend wird jedes Wärmetauschmedium einem separaten Teilschritt des nachgeordneten Prozesses zugeführt. Dabei wird rückvergaster, gasförmiger Brennstoff in einen Gasturbinenprozess eingebracht, dort zu einem Rauchgas verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt. Als erstes Wärmetauschmedium wird ebenfalls im Gasturbinenprozess zu verdichtende Umgebungsluft verwendet. Das zweite Wärmetauschmedium wird als Wärmesenke eines mit dem Gasturbinenprozess verbundenen Dampfturbinenprozesses eingesetzt.

[0012] Diese Lösung ist insbesondere für Fälle geeignet, bei denen das tiefgekühlte Flüssiggas ein Kältepotential besitzt, welches durch die Kälteleistung des ersten Wärmetauschmediums nicht vollständig nutzbar ist. Durch Einsatz des zweiten Wärmetauschmediums als Wärmesenke des Dampfturbinenprozesses kann der für diesen Teilprozess vorgesehene Kühlaufwand deutlich verringert werden. Aufgrund der grösseren Anzahl von Schaltungsmöglichkeiten steigt sowohl die Variabilität des Gesamtprozesses als auch die Anzahl der möglichen Nutzer des Kältepotentials des tiefgekühlten Flüssiggases. Infolge der Aufteilung des Verdampfungsvorgangs des tiefgekühlten Flüssiggases vom Kühlvorgang der angesaugten Umgebungsluft, wird der Explosionsschutz der Gasturbinenanlage verbessert.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei dieser Lösung Wasser als zweites Wärmetauschmedium verwendet wird. Dabei wird die Temperatur dieses Wassers im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas auf nahe 0°C abgesenkt und das Wasser in Eiswasser umgewandelt. Gleichzeitig wird eine turbulente Strömung im Eiswasser erzeugt.

[0014] Durch den Einsatz von Wasser als zweites Wärmetauschmedium und die Absenkung der Temperatur des Wassers bis zum Gefrierpunkt entsteht mit dem Eiswasser ein Wärmetauschmedium, welches vorteilhaft einen hohen Wärmeübergang beim Wärmetausch mit der im Gasturbinenprozess zu verdichtenden Umgebungsluft gewährleistet. Dabei sorgt die turbulente Strömung des Eiswassers dafür, dass sich das Eis in den Rohrleitungen des Zwischenkühlkreislafs nicht festsetzt. Ausserdem kann bei Verwendung von Wasser auf den Einsatz von Kühlmitteln wie Ammoniak, Freone, Glycol usw. verzichtet werden, was sowohl die Sicherheit des gesamten Prozesses erhöht als auch die Umwelt schont.

[0015] Bei Zugabe eines Additivs kann die Temperatur dieses Wassers im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas ohne Gefahr der Vereisung der entsprechenden Rohrleitungen weiter abgesenkt werden. Dadurch wird ein weitaus grösserer Teil vom Kältepotential des tiefgekühlten Flüssiggases für die Kühlung des nachgeordneten Prozesses nutzbar.

[0016] Gemäss einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird als Wärmesenke zumindest eines der Teilschritte des der Rückvergasung des tiefgekühlten Flüssiggases nachgeordneten Prozesses ein Arbeitsmedium dieses nachgeordneten Prozesses eingesetzt. Dieses Arbeitsmedium wird zuvor im Wärmetausch mit einem ersten Wärmetauschmedium abgekühlt und letzteres nach diesem Wärmetausch zum Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas rezirkuliert. Durch die Rückvergasung aus dem flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand umgewandelter Brennstoff wird einem Gasturbinenprozess zugeführt, dort zu einem Rauchgas verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt. Wie in der ersten Ausführungsform wird dabei als abzukühlendes Arbeitsmedium im Gasturbinenprozess zu verdichtende Umgebungsluft eingesetzt. Aufgrund der vollständigen Trennung der Verdampfung des tiefgekühlten Flüssiggases vom Kühlvorgang der angesaugten Umgebungsluft kann der Explosionsschutz der Gasturbinenanlage bei Leckagen deutlich verbessert werden.

[0017] Schliesslich wird bei dieser Ausführungsform der Erfindung Wasser als erstes Wärmetauschmedium verwendet. Dabei wird die Temperatur dieses Wassers im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas auf nahezu 0°C abgesenkt und das Wasser in Eiswasser umgewandelt. Gleichzeitig wird eine turbulente Strömung im Eiswasser erzeugt. Die damit verbundenen Vorteile entsprechen denen der ersten Ausführungsform der Erfindung.

[0018] Analog der ersten Ausführungsform kann bei Zugabe eines Additivs die Temperatur dieses Wassers im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas ohne Gefahr der Vereisung der entsprechenden Rohrleitungen weiter abgesenkt werden. Dadurch wird gleichfalls ein weitaus grösserer Teil vom Kältepotential des tiefgekühlten Flüssiggases für die Kühlung des nachgeordneten Prozesses nutzbar.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0019] In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Anlage zur Aufbereitung von tiefgeköhltem Flüssiggas für einen nachgeordneten verfahrenstechnischen Prozess dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Aufbereitungsanlage zur Verdampfung des Flüssiggases;
- Fig. 2 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, bei der die Aufbereitungsanlage sowohl mit einer Gasturbinenanlage als auch mit einer Dampfturbine verbunden ist;
- Fig. 3 eine Vorderansicht einer querschnittenen Rohrleitung des Zwischenköhlkreislaufrs der Aufbereitungsanlage;
- Fig. 4 eine Darstellung gemäss Fig. 2, jedoch entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel.

[0020] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt ist beispielsweise der als Verbindung zwischen der Gasturbinenanlage und der Dampfturbine dienende Wasser-Dampf-Kreislauf, d.h. der Strömungsweg der entsprechenden Arbeitsmittel stromab der Gas- und der Dampfturbine. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0021] Die Anlage zur Aufbereitung eines tiefgeköhlten Flüssiggases 1 besteht hauptsächlich aus einem über eine Haupt-Flüssiggasleitung 2 mit einem Vorratstank 3 verbundenen Hauptverdampfer/Luftkühler 4. An letzteren schliesst stromab eine Hauptgasleitung 5 an, welche die Aufbereitungsanlage mit einer nachgeordneten Anlage 6 verbindet (Fig. 1). Diese nachgeordnete Anlage 6 weist einen verfahrenstechnischen Prozess auf, bei dem das tiefgeköhlte Flüssiggas 1 als Brennstoff oder anderweitig in einem physikalischen und/oder chemischen Verfahren verwendet wird und bei dem gleichzeitig das Erfordernis einer Prozessköhlung besteht. Beispielsweise kann eine Gasturbinenanlage (Fig. 2) oder auch eine Anlage der Stahl- bzw. der chemischen Industrie (nicht dargestellt) mit der Aufbereitungsanlage verbunden sein. Natürlich können auch mehrere Vorratstanks 3 über eine gemeinsame Aufbereitungsanlage mit der Anlage 6 verbunden sein.

[0022] Im Inneren des Vorratstanks 3 ist eine Förderpumpe 7 und in der Haupt-Flüssiggasleitung 2, ausserhalb des Vorratstanks 3, eine Hochdruck-Speisepumpe 8 angeordnet. Zwischen den beiden Pumpen 7, 8 ist ein Rückschlagventil 9 ausgebildet. Stromab der Hochdruck-Speisepumpe 8 zweigt von der Haupt-Flüssiggasleitung 2 eine Rückflussleitung 10 zum Vorratstank 3 ab.

In der Rückflussleitung 10 sind eine Drosselblende 11 und eine Rückschlagklappe 12 angeordnet (Fig. 1).

[0023] Weiter stromab zweigen von der Haupt-Flüssiggasleitung 2 eine erste und eine zweite Teilleitung 13, 14 ab. In der ersten Teilleitung 13 sind nacheinander ein Absperrventil 15, ein an einen Köhlkreislauf 16 angeschlossener Hilfsverdampfer 17, ein Druckregelventil 18 und ein Brenner 19 ausgebildet. Der Brenner 19 ist Bestandteil eines in der zweiten Teilleitung 14 angeordneten Überflutungsverdampfers 20, dem ein Absperrventil 21 vor- und eine Rückschlagklappe 22 nachgeschaltet sind. Letztere ist in einer Hilfgasleitung 23 ausgebildet, welche stromab an den Überflutungsverdampfer 20 anschliesst und mit ihrem anderen Ende in die Hauptgasleitung 5 mündet.

[0024] Sowohl zwischen der Abzweigung der beiden Teilleitungen 13, 14 und dem Hauptverdampfer/Luftkühler 4, als auch zwischen letzterem und der Einmündung der Hilfgasleitung 23, ist in der Haupt-Flüssiggasleitung 2 bzw. in der Hauptgasleitung 5 jeweils ein weiteres Absperrventil 24, 25 angeordnet. Zudem weist die Hauptgasleitung 5 stromauf der Anlage 6 ein Druckregelventil 26 auf. Eine ebenfalls mit der Anlage 6 verbundene Ansaugleitung 27 für ein erstes Wärmetauschmedium 28 ist die Haupt-Flüssiggasleitung 2 im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 kreuzend angeordnet. Dabei wird als erstes Wärmetauschmedium 28 Umgebungsluft eingesetzt. Natürlich kann der Wärmetausch anstatt im Kreuzstromprinzip auch mittels eines anderen Wärmetauschprinzips, beispielsweise im Gegenstrom- oder im Gleichstromprinzip oder in gewickelten Wärmetauschern realisiert werden (nicht dargestellt).

[0025] Im Vorratstank 3 wird als tiefgeköhltes Flüssiggas 1 Verwendung findendes, beispielsweise mit Köhl-tankschiffen angeliefertes Flüssig-Erdgas (LNG) gelagert. Bei normalem Betrieb der mit der Aufbereitungsanlage verbundenen Anlage 6 sind die in der Haupt-Flüssiggasleitung 2 bzw. in der Hauptgasleitung 5 angeordneten Absperrventile 24, 25 geöffnet und die Absperrventile 15, 21 der Teilleitungen 13, 14 geschlossen.

[0026] Das unter atmosphärischem Druck im Vorratstank 3 gelagerte, Flüssig-Erdgas (LNG) 1 wird mit Hilfe der Förderpumpe 7 in die Haupt-Flüssiggasleitung 2 gefördert. Die dort angeordnete Hochdruck-Speisepumpe 8 erhöht den Druck auf den erforderlichen Betriebsdruck und leitet das Flüssig-Erdgas 1 mit diesem Betriebsdruck zum Hauptverdampfer/Luftkühler 4 weiter. Dabei verhindert das zwischen den beiden Pumpen 7, 8 angeordnete Rückschlagventil 9 ein Zurückfliessen des Flüssig-Erdgases 1 über die Haupt-Flüssiggasleitung 2 in den Vorratstank 3. Die ungenutzte Menge an Flüssig-Erdgas 1 wird über die Rückflussleitung 10 zum Vorratstank 3 zurückgeführt. Die dort angeordnete Drosselblende 11 bewirkt eine Druckreduzierung der ständig zurückfliessenden Mindestmenge an tiefgeköhltem Flüssig-Erdgas 1, ausgehend vom Druckniveau stromab der Hochdruck-Speisepumpe 8, auf das zum sicheren Rückströmen in den Vorratstank 3 erforderliche Druckniveau. Bei abge-

schalteter Hochdruck-Speisepumpe 8 verhindert die Rückschlagklappe 12 ein Zurückströmen des tiefgeköhlten Flüssig-Erdgases 1 aus der Rückflussleitung 10 in die Haupt-Flüssiggasleitung 2.

[0027] Im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 erfolgt ein direkter Wärmetausch zwischen dem Flüssig-Erdgas 1 und in der Ansaugleitung 27 befindlicher Umgebungsluft 28. Dabei wird die zur Rückvergasung des Flüssig-Erdgases 1 erforderliche Verdampfungsenergie durch Wärmetausch zwischen der angesaugten Umgebungsluft 28 und dem Flüssig-Erdgas 1 gewonnen. Im Ergebnis dessen entsteht einerseits ein gasförmiger Brennstoff 29, in diesem Fall Erdgas, welches in der Anlage 6 verbrannt wird. Dabei wird mittels des Druckreduzierventils 26 ein den Anforderungen der Anlage 6 entsprechender Gasdruck eingestellt. Andererseits wird die angesaugte Umgebungsluft 28 heruntergekühlt, wodurch der Kühlbedarf der nachgeordneten Anlage 6 befriedigt werden kann. Die als Arbeitsmedium der nachgeordneten Anlage 6 dienende und von dieser angesaugte Umgebungsluft 28 ist damit gleichzeitig das erste Wärmetauschmedium der Aufbereitungsanlage und der Luftkühler 4 wird zu deren Hauptverdampfer.

[0028] Beim Start der mit der Aufbereitungsanlage verbundenen Anlage 6 wird von dieser sofort ausreichend gasförmiger Brennstoff 29 benötigt. Zu diesem Zeitpunkt steht jedoch im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 noch keine angesaugte Umgebungsluft 28 zur Rückvergasung des in der Haupt-Flüssiggasleitung 2 anliegenden, tiefgeköhlten Flüssiggases 1 zur Verfügung. Daher werden zunächst die Absperrventile 24, 25 geschlossen, wodurch der Hauptverdampfer/Luftkühler 4 aus der Aufbereitungsanlage herausgenommen wird. Gleichzeitig erfolgt das Öffnen der in den beiden Teilleitungen 13, 14 angeordneten Absperrventile 15, 21. In die Teilleitung 13 strömt ein erster Teilstrom 30 des Flüssig-Erdgases 1 ein, welcher unter Einwirkung eines im Kühlkreislauf 16 zirkulierenden, externen Wärmetauschmediums 31 im Hilfsverdampfer 17 zu einem gasförmigen Brennstoff 29' rückvergast wird. Dabei wird mittels des Druckreduzierventils 18 ein den Anforderungen des Brenners 19 entsprechender Gasdruck eingestellt. Als externes Wärmetauschmedium 31 wird Seewasser eingesetzt, wobei natürlich auch andere geeignete Medien Verwendung finden können.

[0029] Nach dem Einstromen des gasförmigen Brennstoffs 29' in den Brenner 19 wird dieser gezündet, so dass im Überflutungsverdampfer 20 heisse Rauchgase 32 entstehen. Dieses zusätzliche und interne Wärmetauschmedium 32 dient zur Rückvergasung eines über die zweite Teilleitung 14 zugeführten, zweiten Teilstromes 33 des Flüssig-Erdgases 1. Der dabei entstehende gasförmige Brennstoff 29'' wird über die Hilfgasleitung 23 in die Hauptgasleitung 5 geführt und steht damit der nachgeordneten Anlage 6 zur Verfügung. Ein Rückströmen des gasförmigen Brennstoffs 29'' in den Überflutungsverdampfer 20 wird durch die Rückschlagklappe 22 verhindert. Wenn die Anlage 6 angelaufen ist und aus-

reichend Umgebungsluft 28 ansaugt, wird der Hauptverdampfer/Luftkühler 4 in die Aufbereitungsanlage geschaltet. Dies geschieht durch Öffnen der zuvor geschlossenen Absperrventile 24, 25 und gleichzeitiges Schliessen der in den beiden Teilleitungen 13, 14 angeordneten Absperrventile 15, 21.

[0030] Bei einem Ausfall aber auch bei einer planmässigen Reparatur der Anlage 6 ist der Hauptverdampfer/Luftkühler 4 nicht in Betrieb. In diesem Fall wird die Aufbereitungsanlage, wie bereits oben beschrieben, auf den Überflutungsverdampfer 20 umgeschaltet und der dort erzeugte gasförmige Brennstoff 29'' über eine in Fig. 1 gestrichelt dargestellte Gasleitung 34 einem externen Verbraucher (nicht dargestellt) zugeführt. Natürlich kann statt des Überflutungsverdampfers 20 auch ein anderer, geeigneter Hilfsverdampfer eingesetzt werden.

[0031] In einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die der Aufbereitungsanlage nachgeordnete Anlage 6 als Gasturbinenanlage, mit einem Verdichter 35, einer Brennkammer 36 und einer Gasturbine 37 ausgebildet. Demnach ist die an den Hauptverdampfer/Luftkühler 4 anschliessende Hauptgasleitung 5 stromab mit der Brennkammer 36 verbunden, während die Ansaugleitung 27 für die Umgebungsluft 28 in den Verdichter 35 mündet. Die Gasturbine 37 und der Verdichter 35 sind auf einer gemeinsamen Welle 38 gelagert, welche gleichzeitig auch einen Generator 39 aufnimmt (Fig. 2).

[0032] Zusätzlich weist die Aufbereitungsanlage einen zweiten, parallel zum Hauptverdampfer/Luftkühler 4 in der Hauptgasleitung 5 angeordneten Verdampfer 40 auf. Dazu verzweigt sich die Haupt-Flüssiggasleitung 2 an einer stromauf des zweiten Verdampfers 40 ausgebildeten Verzweigungsstelle 41 in zwei Flüssiggasteilleitungen 42, 43. In der ersten Flüssiggasteilleitung 42 ist der Hauptverdampfer /Luftkühler 4 im wesentlichen wie bereits oben beschrieben angeordnet. Abweichend davon weist er austrittseitig eine Zwischenleitung 44 zu einer Einmündungsstelle 45 in die austrittseitig des zweiten Verdampfers 40 angreifende Hauptgasleitung 5 auf. Das Absperrventil 24 des Hauptverdampfers/Luftkühlers 4 ist in der ersten Flüssiggasteilleitung 42 und das Absperrventil 25 in der Zwischenleitung 44 ausgebildet. Die zweite Flüssiggasteilleitung 43 nimmt den zweiten Verdampfer 40 auf, wobei zwischen diesem und der Verzweigungsstelle 41 ein Absperrventil 46 angeordnet ist. Ein weiteres Absperrventil 47 ist in der Hauptgasleitung 5, zwischen dem zweiten Verdampfer 40 und der Einmündungsstelle 45 der Zwischenleitung 44 ausgebildet. Zudem besitzt die Hauptgasleitung 5 im Bereich zwischen dem zweiten Verdampfer 40 und dem Absperrventil 47 eine Rückschlagklappe 48.

[0033] Der zweite Verdampfer 40 ist in einem aus Rohrleitungen 49 bestehenden Zwischenkühlkreislauf 50 angeordnet, welcher eine Rezirkulationspumpe 51, einen Hochtank 52 und einen Zweitkühler 53 für ein zweites Wärmetauschmedium 54 aufnimmt. Dieser Zweitkühler 53 ist Bestandteil eines Hauptkühlkreislaufs 55 einer an die Gasturbinenanlage 6 angeschlossenen

Dampfturbine 56. Der Hauptkühlkreislauf 55 ist mit einem Hauptkühler 57 sowie mit einer Haupt-Kühlwasserpumpe 58 ausgestattet. Er ist über den Hauptkühler 57 mit einer Kühlquelle 59 verbunden, wobei als eine solche ein Kühlturm, eine Luftkühlung oder auch See- bzw. Flusswasser genutzt werden können. Die Rohrleitungen 49 des Zwischenkühlkreislaufs 50 sind in ihrem Inneren mit mehreren spiralförmig ausgebildeten Rippen 60 versehen (Fig. 3).

[0034] Die auf einer gemeinsamen Welle 61 mit einem Generator 62 sitzende Dampfturbine 56 ist sowohl dampfeingangsseitig über eine Frischdampfleitung 63 als auch dampfausgangsseitig über eine Abdampfleitung 64 mit einem nicht dargestellten Wasser-Dampf-Kreislauf und über letzteren mit der Gasturbine 37 verbunden. In der Abdampfleitung 64 ist ein Kondensator 65 angeordnet, an den stromab eine Wasserleitung 66 mit einer integrierten Kondensatpumpe 67 anschliesst. Der Kondensator 65 besitzt einen in den Hauptkühlkreislauf 55 mündenden und von diesem abzweigenden Kühlkreislauf 68 (Fig. 2).

[0035] Beim Betrieb der Gasturbinenanlage 6 und der Dampfturbine 56 wird das im Vorrattank 3 gelagerte Flüssig-Erdgas (LNG) 1 in der Aufbereitungsanlage zu einem gasförmigen Brennstoff 29, d.h. zu Erdgas rückvergasst. Das Erdgas 29 wird in der Brennkammer 36 der Gasturbinenanlage 6 verbrannt. Dabei entstehen Rauchgase 69, die in der Gasturbine 37 entspannt werden und sowohl deren Antrieb als auch, über die Welle 38, dem Antrieb des Verdichters 35 und des Generators 39 dienen. Anschliessend werden die Turbinenabgase in einem nicht dargestellten Wasser-Dampf-Kreislauf mit Hilfe bekannter Verfahren zu Frischdampf umgewandelt. Der über die Frischdampfleitung 63 zur Dampfturbine 56 weitergeleitete Frischdampf wird in dieser entspannt und treibt damit den Generator 62 an. Im Kondensator 65 wird der Abdampf der Dampfturbine 56 kondensiert und das entstandene Wasser in den Wasser-Dampf-Kreislauf rezirkuliert.

[0036] Die Rückvergasung des Flüssig-Erdgases 1 erfolgt durch einen direkten Wärmetausch mit der vom Verdichter 35 angesaugten Umgebungsluft 28 im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 der Aufbereitungsanlage. Dabei wird die zur Verdampfung erforderliche Energie durch die Kühlung der angesaugten Umgebungsluft 28 mit dem Flüssig-Erdgas 1 gewonnen. Der Einsatz der deutlich heruntergekühlten Umgebungsluft 28 als Arbeitsmedium des Verdichters 35 verbessert dessen Effektivität und die der gesamten Gasturbinenanlage 6. Die Umgebungsluft 28 ist damit gleichzeitig das erste Wärmetauschmedium der Aufbereitungsanlage und der Luftkühler 2 wird zu deren Hauptverdampfer.

[0037] Die zur Verdampfung des Flüssig-Erdgases 1 aus der angesaugten Umgebungsluft 28 verfügbare Energie schwankt in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Zudem kommt, dass bei einer niedrigen Temperatur der angesaugten Umgebungsluft 28, wie das im Winter regelmässig der Fall ist, keine Notwendigkeit zu deren Küh-

lung besteht. Demnach wird die erforderliche Verdampfungsenergie bei entsprechenden Betriebsbedingungen dem Hauptkühlkreislauf 55 entnommen. Je nach Bedarf kann die Verdampfung des Flüssig-Erdgases 1 sowohl im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 als auch im zweiten Verdampfer 40, oder auch nur in einem von beiden ablaufen. Wenn jedoch das Kältepotential des Flüssig-Erdgases 1 durch die Kälteleistung des ersten Wärmetauschmediums 28 nicht vollständig nutzbar ist, werden beide Verdampfungsvorgänge gleichzeitig genutzt.

[0038] Dabei erfolgt im Verdampfer 40, parallel zum im Hauptverdampfer/Luftkühler 4 stattfindenden ersten Wärmetausch, ein zweiter Wärmetausch des Flüssig-Erdgases 1 mit einem zweiten Wärmetauschmedium 54. Dazu fördert die Rezirkulationspumpe 51 im Hochtank 52 als zweites Wärmetauschmedium 54 vorrätiges Wasser zum Hauptkühlkreislauf 55 und anschliessend zurück zum Verdampfer 40. Der Hochtank 52 dient neben der Lagerung des Wassers 54 auch zur Steuerung des Ansaugdrucks der Rezirkulationspumpe 51 und zudem als Nivauausgleichsbehälter. Beim Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssig-Erdgas 1 wird die Temperatur des Wassers 54 auf nahezu 0°C abgesenkt und dadurch ein Teil des Wassers 54 in Eis umgewandelt, so dass sich stromab des Verdampfers 40 Eiswasser 54' im Zwischenkühlkreislauf 50 befindet.

[0039] Die spiralförmigen Rippen 60 erzeugen in den Rohrleitungen 49 des Zwischenkühlkreislaufs 50 eine turbulente Strömung des Eiswassers 54', so dass sich im Inneren der Rohrleitungen 49 kein Eis absetzen kann (Fig. 3). Natürlich kann dieser Effekt auch durch andere passive Mittel, wie beispielsweise entsprechende Einsätze bzw. Anti-Haftbeschichtungen, oder durch aktive Mittel, z.B. rotierende Wirbelerzeuger, unterstützt werden (nicht dargestellt). Mit diesem Eiswasser 54' wird eine effektive Kühlung des Kühlmediums 70 des Kondensators 65 ermöglicht.

[0040] Alternativ oder auch ergänzend zu den bisher beschriebenen Massnahmen werden dem Wasser 54 Additive (z.B. diverse Salze) zugesetzt. Damit lässt sich die Temperatur des beim Wärmetausch mit dem Flüssig-Erdgas 1 entstehenden Eiswassers 54' ohne Gefahr der Vereisung der Rohrleitungen 49 deutlich unter 0°C absenken. Auf diese Weise kann ein weitaus grösserer Teil vom Kältepotential des Flüssig-Erdgases 1 für die Kühlung des nachgeordneten Prozesses genutzt werden.

[0041] Der Hauptkühler 57 und die Kühlquelle 59 haben die gleiche Funktion wie der Zweitkühler 53. Sie werden dann eingesetzt, wenn das Kältepotential des Flüssig-Erdgases 1 für die erforderlichen Kühlzwecke nicht ausreicht oder wenn die Aufbereitungsanlage für das Flüssig-Erdgas 1 nicht in Betrieb ist und trotzdem ein Kühlbedarf besteht.

[0042] Natürlich kann der zweite Verdampfer 40 über den Zwischenkühlkreislauf 50 auch mit anderen Nutzern, beispielsweise mit dem nicht dargestellten Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine 56 verbunden werden. Somit kann das Kältepotential des Flüssig-Erdga-

ses 1 noch besser genutzt werden. Zudem ergeben sich verschiedene Schaltungsmöglichkeiten, welche die Variabilität der Anlage erhöhen.

[0043] In einem zweiten Ausführungsbeispiel ist die der Aufbereitungsanlage nachgeordnete Anlage 6 ebenfalls als mit einer Dampfturbine 56 zusammenwirkende Gasturbinenanlage ausgebildet. Der Verdichter 35 ist über die Ansaugleitung 27 mit einem Luftkühler 71 verbunden. In der Haupt-Flüssiggasleitung 2 ist ein Hauptverdampfer 72 für das Flüssig-Erdgas 1 angeordnet. Der Hauptverdampfer 72 ist Bestandteil eines Kühlkreislaufts 73, in dem ausser dem Hochtank 52 und der Rezirkulationspumpe 51 auch der Luftkühler 71 des Verdichters 35 der Gasturbinenanlage 6 in Reihe angeordnet ist. Stromab des Luftkühlers 71 sind im Kühlkreislauf 73 ein Absperrventil 74 und stromauf des Luftkühlers 71 ein Regelventil 75 ausgebildet (Fig. 4). Parallel zum Kühlkreislauf 73 ist ein Zwischenkühlkreislauf 76 angeordnet, welcher den Kühlkreislauf 73 mit dem analog dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildeten Hauptkühlkreislauf 55 verbindet. Der Zwischenkühlkreislauf 76 besitzt zwei Absperrventile 77, 78, mit denen die Aufbereitungsanlage je nach konkreter Betriebssituation vom Hauptkühlkreislauf 55 getrennt oder mit diesem verbunden werden kann.

[0044] Wie beim ersten Ausführungsbeispiel wird mit vom Verdichter 35 angesaugter Umgebungsluft 28' ein Arbeitsmedium des der Rückvergasung des Flüssig-Erdgases 1 folgenden Prozesses als Wärmesenke dieses nachgeordneten Prozesses eingesetzt. Die Umgebungsluft 28' wird jedoch zuvor im Wärmetausch mit einem ersten Wärmetauschmedium 79 abgekühlt und letzteres nach diesem Wärmetausch zum Wärmetausch mit dem tiefgeköhlten Flüssig-Erdgas 1 rezirkuliert. Als erstes Wärmetauschmedium 79 wird Wasser eingesetzt, welches beim Wärmetausch mit dem tiefgeköhlten Flüssig-Erdgas 1 analog dem ersten Ausführungsbeispiel zum Teil in Eis umgewandelt wird. Demnach befindet sich stromab des Hauptverdampfers 72 Eiswasser 79' im Kühlkreislauf 73. Mittels der spiralförmigen Rippen 60 werden in den Rohrleitungen 49 des Kühlkreislaufs 73 ebenfalls Wirbel erzeugt, welche das Eiswasser 79' fliessfähig halten und ein Vereisen der Rohrleitungen 49 verhindern (Fig. 3). In Abhängigkeit vom Kühlbedarf der Anlage und vom Kältepotential des Flüssig-Erdgases 1 wird eine effektive Kühlung sowohl der Umgebungsluft als auch des Kühlmediums 70 des Kondensators 65 ermöglicht. Dazu kann neben dem Hauptverdampfer 72, durch entsprechendes Schliessen bzw. Öffnen der Ventile 74, 75 bzw. der Absperrventile 77, 78, wahlweise entweder der Luftkühler 71 und/oder der Zwischenkühlkreislauf 76 betrieben werden (Fig. 4).

[0045] Der bei der Rückvergasung gewonnene, gasförmige Brennstoff 29 wird ebenfalls der Brennkammer 36 zugeführt, dort zu einem Rauchgas 69 verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung in der Gasturbine 37 entspannt. Alle weiteren Verfahrensschritte verlaufen analog dem ersten Ausführungsbeispiel.

Bezugszeichenliste

[0046]

5	1	tiefgeköhltes Flüssiggas, Flüssig-Erdgas (LNG)
	2	Haupt-Flüssiggasleitung
	3	Vorratstank
	4	Hauptverdampfer/Luftkühler
	5	Hauptgasleitung
10	6	Anlage, Gasturbinenanlage
	7	Förderpumpe, Pumpe
	8	Hochdruck-Speisepumpe, Pumpe
	9	Rückschlagventil
	10	Rückflussleitung
15	11	Drosselblende
	12	Rückschlagklappe
	13	Teilleitung, erste
	14	Teilleitung, zweite
	15	Absperrventil
20	16	Kühlkreislauf
	17	Hilfsverdampfer
	18	Druckregelventil
	19	Brenner
	20	Überflutungsverdampfer
25	21	Absperrventil
	22	Rückschlagklappe
	23	Hilfsgasleitung
	24	Absperrventil
	25	Absperrventil
30	26	Druckregelventil
	27	Ansaugleitung
	28	erstes Wärmetauschmedium, Umgebungsluft
	29	gasförmiger Brennstoff, Erdgas
	30	Teilstrom, erster
35	31	externes Wärmetauschmedium, Seewasser
	32	zusätzliches Wärmetauschmedium, Rauchgas
	33	Teilstrom, zweiter
	34	Gasleitung
	35	Verdichter
40	36	Brennkammer
	37	Gasturbine
	38	Welle
	39	Generator
	40	Verdampfer, zweiter
45	41	Verzweigungsstelle
	42	Flüssiggasteilleitung, erste
	43	Flüssiggasteilleitung, zweite
	44	Zwischenleitung
	45	Einmündungsstelle
50	46	Absperrventil, in 43
	47	Absperrventil
	48	Rückschlagklappe
	49	Rohrleitung
	50	Zwischenkühlkreislauf
55	51	Rezirkulationspumpe
	52	Hochtank
	53	Zweitkühler
	54	zweites Wärmetauschmedium, Wasser

55 Hauptkühlkreislauf
 56 Dampfturbine
 57 Hauptkühler
 58 Haupt-Kühlwasserpumpe
 59 Kühlquelle
 60 Rippe (in 49)
 61 Welle
 62 Generator
 63 Frischdampfleitung
 64 Abdampfleitung
 65 Kondensator
 66 Wasserleitung
 67 Kondensatpumpe
 68 Kühlkreislauf
 69 Rauchgas
 70 Kühlmedium
 71 Luftkühler
 72 Hauptverdampfer
 73 Kühlkreislauf
 74 Absperrventil, in 73
 75 Regelventil, in 73
 76 Zwischenkühlkreislauf
 77 Absperrventil, in 76
 78 Absperrventil, in 76
 79 erstes Wärmetauschmedium, Wasser
 28' Umgebungsluft, Arbeitsmedium
 29' gasförmiger Brennstoff
 29'' gasförmiger Brennstoff
 54' Eiswasser
 79' Eiswasser

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von tiefgekühltem Flüssiggas für einen nachgeordneten, in mehreren Teilschritten ablaufenden, verfahrenstechnischen Prozess, bei dem das tiefgekühlte Flüssiggas (1) vor seiner Nutzung im nachgeordneten Prozess, im Wärmetausch mit zumindest einem Wärmetauschmedium (28, 32, 54, 79) rückvergast wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kälteleistung des tiefgekühlten Flüssiggases (1) als Wärmesenke zumindest über ein Wärmetauschmedium (28, 54, 79) zumindest einem der Teilschritte des nachgeordneten Prozesses zugeführt und das tiefgekühlte Flüssiggas (1) bei Nichtverfügbarkeit dieses Wärmetauschmediums (28, 54, 79) mit einem zusätzlichen Wärmetauschmedium (32) rückvergast wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das tiefgekühlte Flüssiggas (1) zunächst in zwei Teilströme (30, 33) unterteilt wird, der erste Teilstrom (30) mit einem externen Wärmetauschmedium (31) rückvergast, anschliessend gezündet und unter Bildung des zusätzlichen Wärmetauschmediums (32) verbrannt wird, während der zweite Teilstrom (33) des tiefgekühlten Flüssiggases (1) im

Wärmetausch mit dem zusätzlichen Wärmetauschmedium (32) rückvergast wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Wärmetauschmedium (28) im direkten Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) abgekühlt und als erstes Wärmetauschmedium (28) ein Arbeitsmedium des nachgeordneten Prozesses verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zum ersten ein zweiter Wärmetausch des tiefgekühlten Flüssiggases (1) mit einem zweiten Wärmetauschmedium (54) erfolgt und anschliessend jedes Wärmetauschmedium (28, 54) einem separaten Teilschritt des nachgeordneten Prozesses zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmesenke des zumindest einen Teilschrittes des nachgeordneten Prozesses ein Arbeitsmedium (28') des nachgeordneten Prozesses eingesetzt, dieses Arbeitsmedium (28') zuvor im Wärmetausch mit einem ersten Wärmetauschmedium (79) abgekühlt und letzteres nach diesem Wärmetausch zum Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) rezirkuliert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das tiefgekühlte Flüssiggas (1) zu einem gasförmigen Brennstoff (29) rückvergast, dieser gasförmige Brennstoff (29) einem Gasturbinenprozess zugeführt, dort zu einem Rauchgas (69) verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt wird, wobei im Gasturbinenprozess zu verdichtende Umgebungsluft als erstes Wärmetauschmedium (28) verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das tiefgekühlte Flüssiggas (1) zu einem gasförmigen Brennstoff (29) rückvergast, dieser gasförmige Brennstoff (29) einem Gasturbinenprozess zugeführt, dort zu einem Rauchgas (69) verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt wird, wobei im Gasturbinenprozess zu verdichtende Umgebungsluft als erstes Wärmetauschmedium (28) verwendet und das zweite Wärmetauschmedium (54) als Wärmesenke eines mit dem Gasturbinenprozess verbundenen Dampfturbinenprozesses eingesetzt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das tiefgekühlte Flüssiggas (1) zu einem gasförmigen Brennstoff (29) rückvergast, dieser gasförmige Brennstoff (29) einem Gasturbinenprozess zugeführt, dort zu einem Rauchgas (69) verbrannt und letzteres zum Zweck der Arbeitsleistung entspannt wird, wobei im Gasturbinenprozess zu

verdichtende Umgebungsluft als das vom ersten Wärmetauschmedium (79) gekühlte Arbeitsmedium (28') eingesetzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 4 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zweites Wärmetauschmedium (54) Wasser verwendet wird, die Temperatur dieses Wasser (54) im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) auf nahezu 0°C abgesenkt, dabei das Wasser (54) in Eiswasser (54') umgewandelt und gleichzeitig im Eiswasser (54') eine turbulente Strömung erzeugt wird. 5 10
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Wasser (54) ein Additiv zugefügt und die Temperatur dieses Wassers (54) im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) weiter abgesenkt wird. 15
11. Verfahren nach Anspruch 5 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als stes Wärmetauschmedium (79) Wasser verwendet wird, die Temperatur dieses Wassers (79) im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) auf nahezu 0°C abgesenkt, dabei das Wasser (79) in Eiswasser (79') umgewandelt und gleichzeitig im Eiswasser (79') eine turbulente Strömung erzeugt wird. 20 25
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Wasser (79) ein Additiv zugefügt und die Temperatur dieses Wassers (79) im Wärmetausch mit dem tiefgekühlten Flüssiggas (1) weiter abgesenkt wird. 30

Claims

1. Method for preparing cryogenic liquid gas for a downstream technical process which is carried out in several part-steps and in which the cryogenic liquid gas (1) is regasified in the heat exchange with at least one heat-exchange medium (28, 32, 54, 79) before it is used in the downstream process, **characterized in that** the refrigerating capacity of the cryogenic liquid gas (1) is fed as a heat sink to at least one of the part-steps of the downstream process via at least one heat-exchange medium (28, 54, 79) and, if said heat-exchange medium (28, 54, 79) is not available, the cryogenic liquid gas (1) is regasified with an additional heat-exchange medium (32). 40 45 50
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the cryogenic liquid gas (1) is firstly subdivided into two part-flows (30, 33), the first part-flow (30) is regasified by means of an external heat-exchange medium (31), is then ignited and burnt with formation of the additional heat-exchange medium (32), while the second part-flow (33) of the cryogenic liquid gas (1) 55

is regasified in the heat exchange with the additional heat-exchange medium (32).

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a first heat-exchange medium (28) is cooled in the direct heat exchange with the cryogenic liquid gas (1), and a working medium of the downstream process is used as the first heat-exchange medium (28).
4. Method according to Claim 3, **characterized in that**, in addition to the first one, a second heat exchange of the cryogenic liquid gas (1) takes place with a second heat-exchange medium (54), and subsequently each heat-exchange medium (28, 54) is fed to a separate part-step of the downstream process.
5. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a working medium (28') of the downstream process is used as the heat sink of the at least one part-step of the downstream process, said working medium (28') being cooled beforehand in the heat exchange with a first heat-exchange medium (79) and, after said heat exchange, the latter medium being recirculated for heat exchange with the cryogenic liquid gas (1).
6. Method according to Claim 3, **characterized in that** the cryogenic liquid gas (1) is regasified to form a gaseous fuel (29), said gaseous fuel (29) is fed to a gas turbine process, is burnt there to form a smoke gas (69) and the latter is expanded for the purpose of work output, ambient air to be compressed in the gas turbine process being used as the first heat-exchange medium (28). 35
7. Method according to Claim 4, **characterized in that** the cryogenic liquid gas (1) is regasified to form a gaseous fuel (29), said gaseous fuel (29) is fed to a gas turbine process, is burnt there to form a smoke gas (69) and the latter is expanded for the purpose of work output, ambient air to be compressed in the gas turbine process being used as the first heat-exchange medium (28), and the second heat-exchange medium (54) being used as a heat sink of a steam turbine process connected to the gas turbine process.
8. Method according to Claim 5, **characterized in that** the cryogenic liquid gas (1) is regasified to form a gaseous fuel (29), said gaseous fuel (29) is fed to a gas turbine process, is burnt there to form a smoke gas (69) and the latter is expanded for the purpose of work output, ambient air to be compressed in the gas turbine process being used as the working medium (28') cooled by the first heat-exchange medium (79).

9. Method according to Claim 4 or 7, **characterized in that** water is used as the second heat-exchange medium (54), the temperature of said water (54) is lowered to virtually 0°C in the heat exchange with the cryogenic liquid gas (1), and in the process the water (54) being converted to ice water (54') and, at the same time, a turbulent flow being generated in the ice water (54').
10. Method according to Claim 9, **characterized in that** an additive is added to the water (54), and the temperature of said water (54) is lowered further in the heat exchange with the cryogenic liquid gas (1).
11. Method according to Claim 5 or 8, **characterized in that** water is used as the first heat-exchange medium (79), the temperature of said water (79) is lowered to virtually 0°C in the heat exchange with the cryogenic liquid gas (1), and in the process the water (79) being converted to ice water (79') and, at the same time, a turbulent flow being generated in the ice water (79').
12. Method according to Claim 11, **characterized in that** an additive is added to the water (79), and the temperature of said water (79) is lowered further in the heat exchange with the cryogenic liquid gas (1).

Revendications

1. Procédé pour traiter un gaz liquéfié cryogénique destiné à un processus de la technique des procédés, se déroulant en plusieurs étapes partielles, disposé en aval, dans lequel le gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié avant son exploitation dans le processus disposé en aval, dans l'échange de chaleur avec au moins un milieu échangeur de chaleur (28, 32, 54, 79), **caractérisé en ce que** la capacité frigorifique du gaz liquéfié cryogénique (1) en tant que puits thermique, est introduite au moins par l'intermédiaire d'un milieu échangeur de chaleur (28, 54, 79) dans au moins l'une des étapes partielles du processus disposé en aval et le gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié dans le cas d'une indisponibilité du milieu échangeur de chaleur (28, 54, 79) avec un milieu échangeur de chaleur supplémentaire (32).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz liquéfié cryogénique (1) est d'abord divisé en deux courants partiels (30, 33), le premier courant partiel (30) est re-gazéifié avec un milieu échangeur de chaleur externe (31), puis enflammé et brûlé avec formation du milieu échangeur de chaleur supplémentaire (32), tandis que le deuxième courant partiel (33) du gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié dans l'échange de chaleur avec le milieu échangeur de chaleur supplémentaire (32).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'un** premier milieu échangeur de chaleur (28) est refroidi dans l'échange direct de chaleur avec le gaz liquéfié cryogénique (1) et un milieu de travail du processus disposé en aval est employé en tant que premier milieu échangeur de chaleur (28).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, en outre, un deuxième échange de chaleur du gaz liquéfié cryogénique (1) se réalise en premier lieu, avec un deuxième milieu échangeur de chaleur (54) puis chaque milieu échangeur de chaleur (28, 54) est introduit dans une étape partielle séparée du processus disposé en aval.
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'un** milieu de travail (28') du processus disposé en aval est mis en oeuvre en tant que puits thermique de ladite au moins une étape partielle du processus disposé en aval, ce milieu de travail (28') est refroidi au préalable dans l'échange de chaleur avec un autre premier milieu échangeur de chaleur (79) et finalement, après cet échange de chaleur, il est recyclé pour l'échange de chaleur avec le gaz liquéfié cryogénique (1).
6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié en donnant un combustible gazeux (29), ce combustible gazeux (29) est introduit dans un processus de turbine à gaz, il y est brûlé en un gaz de fumée (69) et finalement détendu dans le but de fournir du travail, de l'air ambiant à comprimer dans le processus de turbines à gaz étant employé en tant que premier milieu échangeur de chaleur (28).
7. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié en donnant un combustible gazeux (29), ce combustible gazeux (29) est introduit dans un processus de turbine à gaz, il y est brûlé en un gaz de fumée (69) et finalement détendu dans le but de fournir du travail, de l'air ambiant à comprimer dans le processus de turbines à gaz étant employé en tant que premier milieu échangeur de chaleur (28) et le deuxième milieu échangeur de chaleur (54) étant mis en oeuvre en tant que puits thermique d'un processus de turbine à vapeur relié à un processus de turbine à gaz.
8. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le gaz liquéfié cryogénique (1) est re-gazéifié en donnant un combustible gazeux (29), ce combustible gazeux (29) est introduit dans un processus de turbine à gaz, il y est brûlé en un gaz de fumée (69) et finalement détendu dans le but de fournir du travail, de l'air ambiant à comprimer dans le processus

de turbines à gaz étant mis en oeuvre en tant que premier milieu échangeur de chaleur (28') refroidi par le premier milieu échangeur de chaleur (79).

9. Procédé selon la revendication 4 ou 7, **caractérisé en ce que** de l'eau est employée en tant que deuxième milieu échangeur de chaleur (54), la température de cette eau (54) est abaissée à presque 0°C dans l'échange thermique avec le gaz liquéfié cryogénique (1), l'eau (54) est alors transformée en eau glacée (54') et un courant turbulent est produit simultanément dans l'eau glacée (54'). 5 10
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**un additif est ajouté à l'eau (54) et la température de cette eau (54) est abaissée davantage dans l'échange thermique avec le gaz liquéfié cryogénique (1). 15
11. Procédé selon la revendication 5 ou 8, **caractérisé en ce que** de l'eau est employée en tant que premier milieu échangeur de chaleur (79), la température de cette eau (79) est abaissée à presque 0°C dans l'échange de chaleur avec le gaz liquéfié cryogénique (1), l'eau (79) est alors transformée en eau glacée (79') et un courant turbulent est produit en même temps dans l'eau glacée (79'). 20 25
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**un additif est ajouté à l'eau (79) et la température de cette eau (79) est abaissée davantage dans l'échange de chaleur avec le gaz liquéfié cryogénique (1). 30

35

40

45

50

55

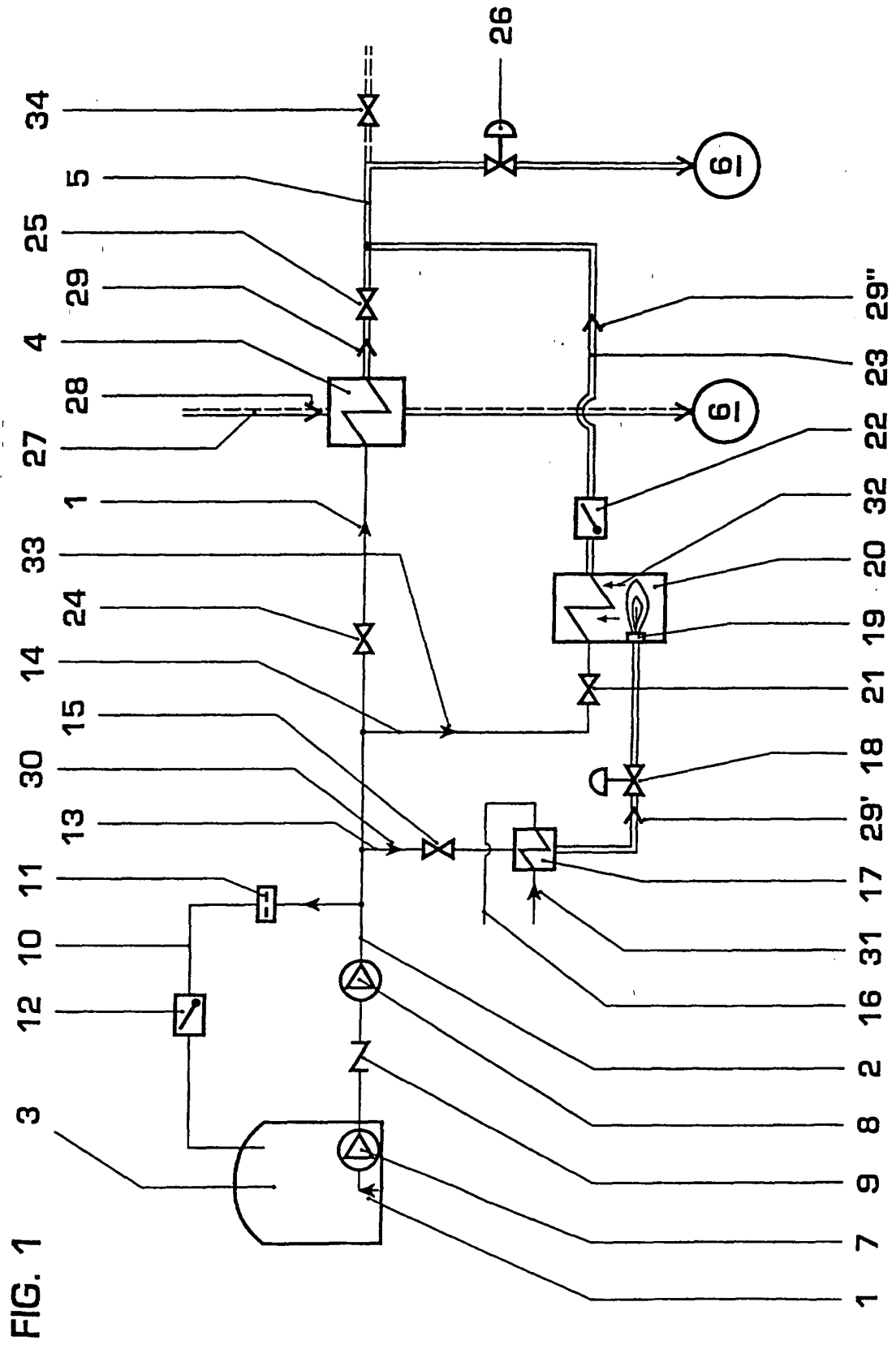


FIG. 2

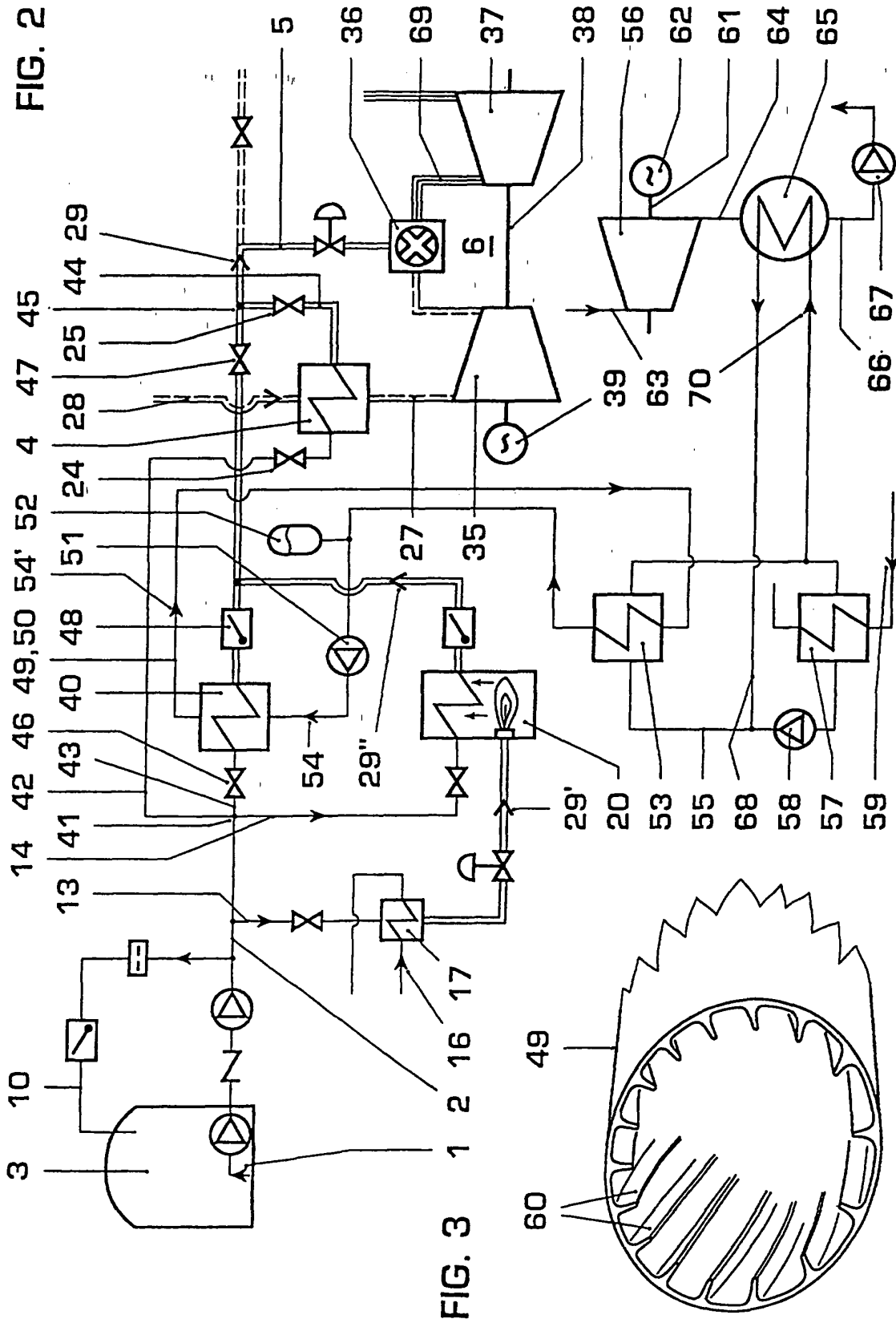


FIG. 4

