

Kühlung und Klimatisierung mit Erdgas

Frank Triesch, Marko Bartusch, Martin Pauls, Tilmann Töpferwien, Jürgen Venter

Neue Technologien, Kühlpotential, Gasdruckreduzierung, Doppelrohrsicherheitswärmeübertrager (DSWÜ), Brenngaseinsparung, Gasturbinen, Abwärme

Erdgas leistet auch als Wärmeträger gute Dienste und beweist damit einmal mehr seine Universalität. Es hat in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung und seinem Druck eine durchaus beachtenswerte Wärmekapazität. Bei der Drosselung oder Entspannung verringert sich die Temperatur des Erdgases zusätzlich. Mit Doppelrohrsicherheitswärmeübertragern (DSWÜ) kann das natürlich gegebene Kühl- und Kältepotential des Erdgases effektiv genutzt werden.

Natural gas contributes as a heat transfer medium good benefits and proves therewith once more his universality. As a function of his composition and pressure it shows a very remarkable specific heat capacity. The expansion or reduction of compressed natural gas reduces the temperature of the natural gas additionally. Double Tube Safety Heat Exchanger (DTSHX) can use the given natural cooling and chilling potential of the natural gas very efficient.

1. Das Kühl- und Kältepotential des Erdgases

Erwärmt man aus Russland importiertes Erdgas bei 1,1 bar abs von einer Pipelinetemperatur im Winter von 2°C auf 10°C, so können 1000 m³/h Normvolumenstrom einen Wärmestrom von ca. 3,49 kW aufnehmen, bei 10 bar abs entsprechend 3,60 kW, bei 20 bar abs entsprechend 3,73 kW usw. Damit lässt sich als Faustwert eine Kühlleistung von mindestens 0,44 kW pro Kelvin Temperaturänderung je 1000 m³/h ableiten, welche mit zunehmender Temperatur und zunehmendem Druck sowie zunehmendem Anteil an höheren Kohlenwasserstoffen im Gasgemisch noch wesentlich ansteigt (Bild 1). Bei aus Norwegen stammendem Erdgas sind es z.B. min. 0,46 kW Kälteleistung pro Kelvin Temperaturänderung je 1000 m³/h.

Erdgas ist ferner gekennzeichnet durch einen vergleichsweise hohen Joule-Thomson-Koeffizienten. Drosselt man russisches Erdgas z.B. von 16 bar abs auf 1,1 bar abs, so kühlt es sich zu-

sätzlich von der im Sommer durchschnittlich anzutreffenden Pipelinetemperatur von 15°C auf 7,6°C, also um 7,4 Kel-

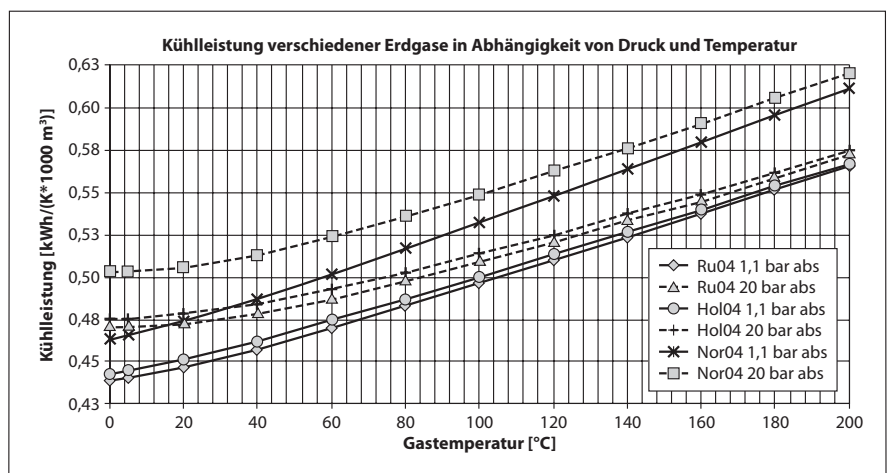


Bild 1. Die Kühlleistung verschiedener Erdgase in Abhängigkeit von Druck und Temperatur.

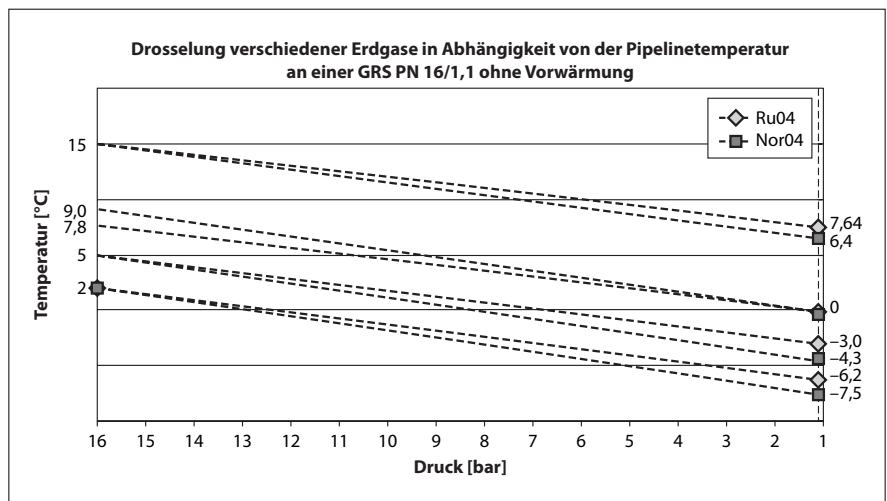


Bild 2. Die Drosselung verschiedener Erdgase in Abhängigkeit von der Pipelinetemperatur.

Dr.-Ing. Frank Triesch, Ingenieurbüro Thermo Integral, GutsParkstraße 5-9, D-04328 Leipzig, Dipl.-Ing. Marko Bartusch, RMG - Gaselan Regel + Meßtechnik GmbH, Julius-Pintsch-Ring 3, D-15517 Fürstenwalde, Dipl.-Ing. Martin Pauls, Stadtwerke Düsseldorf AG, Auf der Lausward 75, D-40221 Düsseldorf, Dipl.-Ing. (FH) Tilmann Töpferwien, Stadtwerke Düsseldorf AG, Auf der Lausward 75, D-40221 Düsseldorf, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jürgen Venter, Renzmann & Grünewald GmbH, Industriestr. 6, D-55569 Monzingen

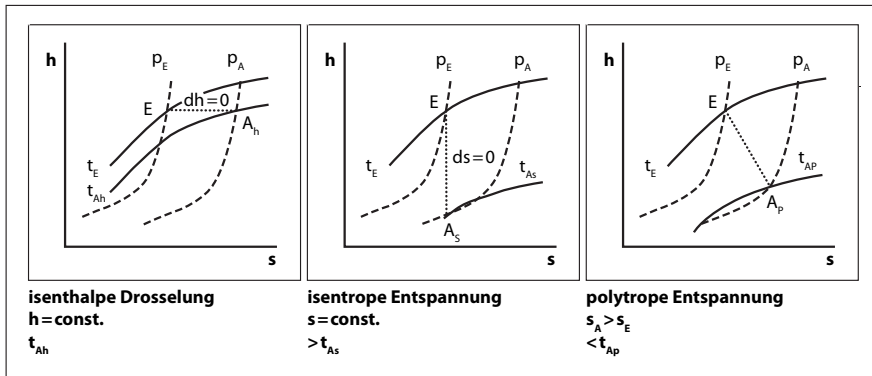


Bild 3. Der Temperaturverlauf bei isenthalper Drosselung (Regelventil) und isentroper oder polytroper Entspannung von Erdgas (ideale oder reale Entspannungsmaschine).

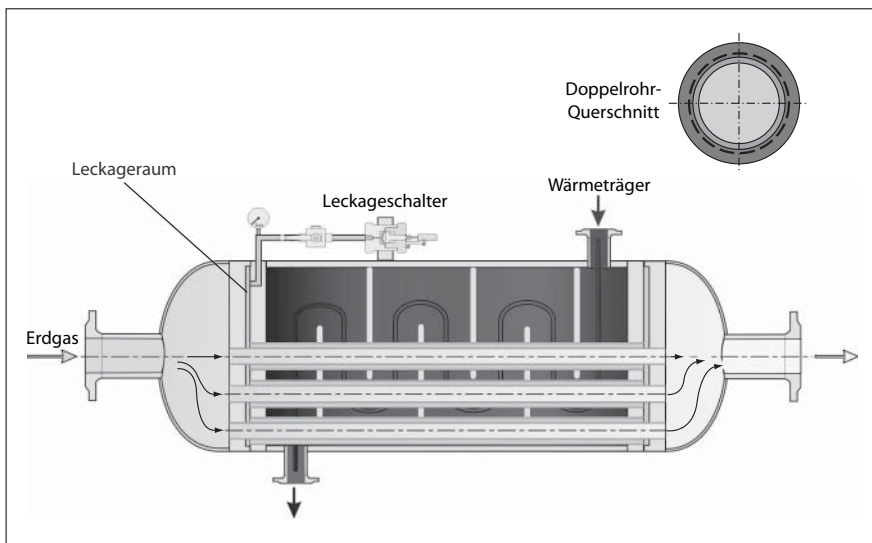


Bild 4. Schematische Darstellung eines Doppelrohrsicherheitswärmeübertragers (DSWÜ).

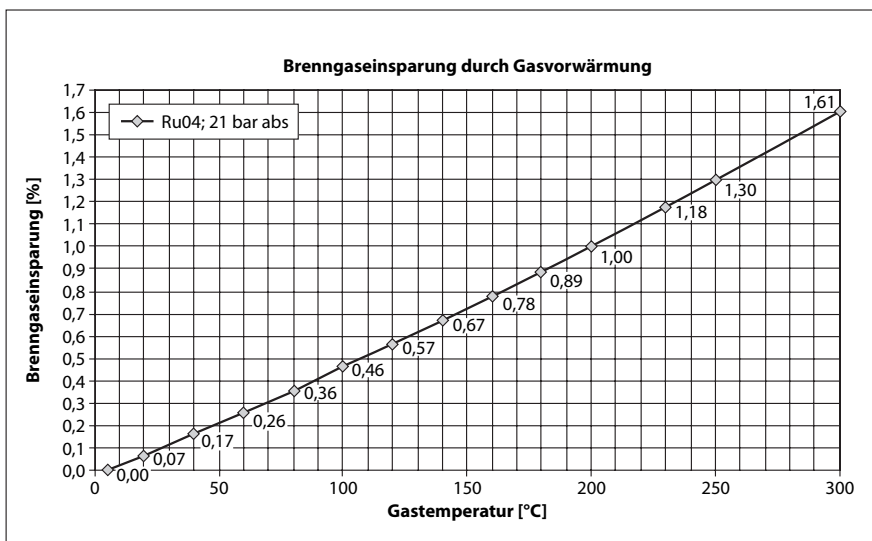


Bild 5. Brenngaseinsparung durch Erdgasvorwärmung mit (Ab)wärme.

vin ab (4,97 K/MPa), Norwegisches Erdgas entsprechend auf 6,4 °C, also um 8,6 Kelvin (5,75 K/MPa) (Bild 2). Alle anderen in Deutschland verfügbaren Erdgase, auch die L-Gase, befinden sich mit ihrer Abkühlung zwischen diesen beiden „Extremen“.

Potenz steigern, wird anstelle der Drosselung das Druckpotential des Erdgases in Entspannungsmaschinen genutzt, um es beispielsweise in Elektroenergie umzuwandeln. Hier ist die Abkühlung des Erdgases noch wesentlich höher als bei der Drosselung (Bild 3).

Geht man davon aus, dass in einem Kühlkreislauf Kühlwasser mit einem Temperaturniveau von 37/32 °C zirkuliert, so lässt sich damit in einem Wärmeübertrager mit einer Temperaturdifferenz von 5 Kelvin das Erdgas auf ca. 32 °C vorwärmen. Damit liegt die Kühlleistung nach der Drosselung an einer üblicherweise ohne Vorwärmung ausgerüsteten Gasdruckregelanlage mit einem Vordruck von 16 bar abs bei russischem Erdgas im Sommer bei ca. $(32 - 7,6) \cdot 0,44 = 10,8 \text{ kW}$, bei norwegischem Erdgas bei ca. $(32 - 6,4) \cdot 0,46 = 11,81 \text{ kW}$ je 1000 m³/h. Im Winter erhöht sich diese noch auf bedeutende 16,8 bzw. 18,4 kW/1000 m³/h entsprechend.

Indes zirkuliert in einem Kältekreislauf Kaltwasser bzw. Kühlsole mit einem Temperaturniveau von üblicherweise lediglich 12/7 °C, mit dem sich in einem Wärmeübertrager mit einer Temperaturdifferenz von 2 Kelvin das Erdgas auf ca. 10 °C vorwärmen lässt. Damit liegt die Kälteleistung nach der Drosselung an einer gewöhnlich ohne Vorwärmung ausgerüsteten Gasdruckregelanlage mit einem Vordruck von 16 bar abs bei aus Russland importiertem Erdgas im Sommer bei ca. $(10 - 7,6) \cdot 0,44 = 1 \text{ kW}$, bei aus Norwegen stammendem Erdgas bei ca. $(10 - 6,4) \cdot 0,46 = 1,65 \text{ kW}$ je 1000 m³/h, im Winter bei ca. 7,0 bzw. 8,0 kW/1000 m³ entsprechend.

Mit der Temperaturanhebung von 7,6 °C auf 32 °C verringert sich die Betriebsdichte des russischen Erdgases bei 1 bar abs von ca. 0,706 kg/m³ auf ca. 0,649 kg/m³. Die damit verbundene Geschwindigkeitserhöhung des Erdgases um ca. 8,8 % dürfte sich im Sommer jedoch in den seltensten Fällen negativ auf die Transportkapazität des nachrangigen Netzes auswirken. Nach ausreichender Transportentfernung nähert sich die Temperatur des Erdgases auch wieder der Erdbodentemperatur an.

Erhöhend auf das Kühl- und Kältepotential des Erdgases wirkt sich die Drosselung bei höheren Druckdifferenzen aus. Es lässt sich um eine weitere

Es bietet sich also geradezu an, das natürliche Kühl- und Kältepotential des Erdgases in Verbindung mit der Gasdruckreduzierung an Gasdruckreduzierstationen (GRS) zu nutzen.

2. Gasdruckreduzier- und Erdgasentspannungsanlagen als Ersatz für Kühl- und Kälteanlagen

GRS werden üblicherweise erst ab einem Differenzdruck von mehr als 16 bar mit einer Vorwärmung ausgestattet. Darunter akzeptiert man die auftretende Temperaturabsenkung, spart sich die Investitions- und Betriebskosten für den Wärmeübertrager, seine Absicherung gegen die Folgen einer möglichen Leckage für den Wärmeerzeuger gemäß DVGW-Merkblatt G 499 [1], den verbindenden Heizkreis sowie die auftretenden Betriebskosten für Eigengasverbrauch, für Elektroenergie, u. a. zum Pumpenantrieb, für regelmäßige Wartung, Schornsteinfeger-Revisionen usw.

Zur Nutzung des Kühl- oder Kältepotentials des Erdgases müsste eine Gasdruckregelanlage mit einem geringeren Differenzdruck als 16 bar zusätzlich mit einem Wärmeübertrager ausgerüstet werden. Um bei einer möglichen Leckage des Wärmeübertragers eine Verschleppung von Erdgas im Kühlsystem oder Kältenetz sicher zu verhindern, müssen bei Rohrbündelwärmeübertragern einfacher Bauart gemäß DVGW-Merkblatt G 499 [1] Maßnahmen zu einer sicheren hydraulischen Trennung getroffen werden. Mit einem Zwischenkreislauf mit zusätzlichem, trennendem Wärmeübertrager ist der Aufwand für Investition und Betrieb nicht nur immens, auch die zusätzliche Temperaturdifferenz verhindert praktisch die Umsetzung.

3. DSWÜ – eine sichere und wirtschaftliche Möglichkeit zur Nutzung des Kühl- und Kältepotentials des Erdgases

Mit der Technik der Doppelrohrsicherheitswärmeübertrager – kurz DSWÜ – kann das Kühl- oder Kältepotential des Erdgases direkt genutzt werden. Ein Zwischenkreislauf ist überflüssig, da selbst bei dem Auftreten einer sehr unwahrscheinlichen Leckage das Leckmedium nicht in den Wärme-

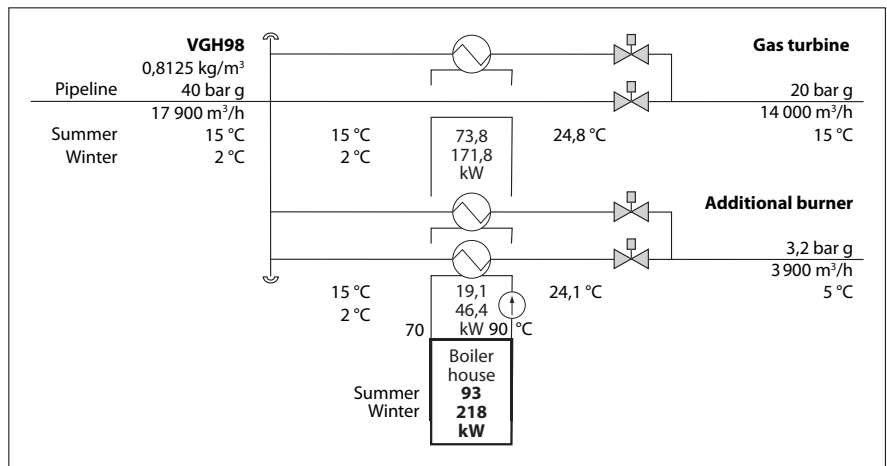


Bild 6. Schematische Darstellung der Gasdruckreduzierstation (GRS) für ein GuD-Kraftwerk in herkömmlicher Konstellation.

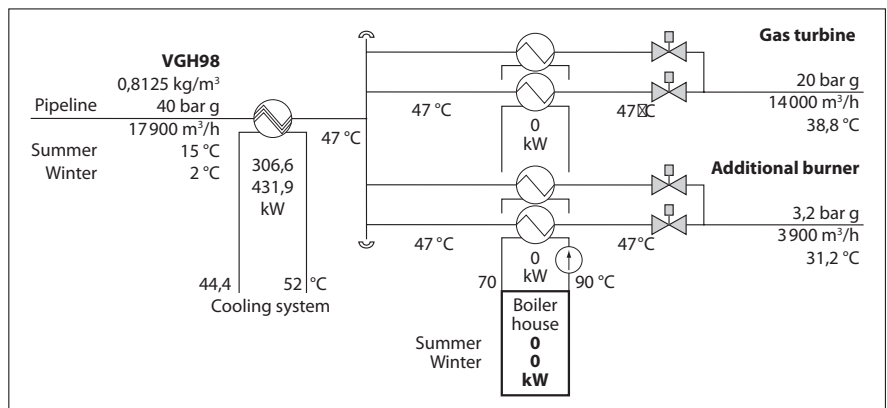


Bild 7. Schematische Darstellung einer GRS für ein GuD-Kraftwerk mit einem zusätzlich vorgeschalteten DSWÜ zur Vorwärmung des Erdgases mit Abwärme aus dem Kühlsystem.

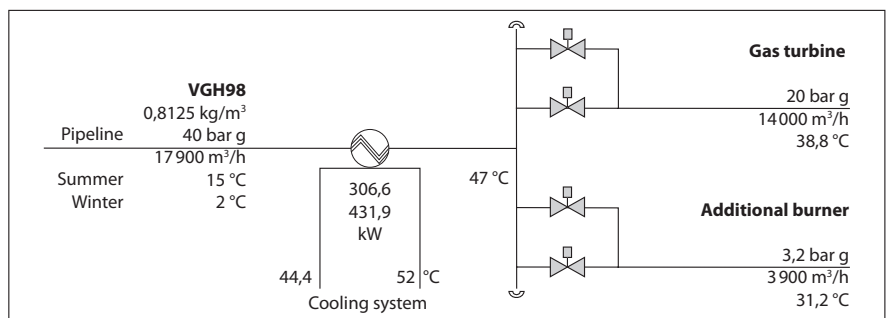


Bild 8. Schematische Darstellung einer GRS für ein GuD-Kraftwerk mit einem DSWÜ am Eintritt zur Vorwärmung des gesamten Erdgases mit (Ab)wärme aus dem Kühlsystem.



Bild 9. GuD-Kraftwerk mit DSWÜ (unten) zur Vorwärmung des Brenngases mit der (Ab)wärme des Schmieröls einer Gasturbine Solar Taurus 60 S (Foto: SW Düsseldorf).

träger eintreten kann. Ein komplett doppelt ausgeführtes Rohrregister (Bild 4) verhindert sicher den Übertritt, ebenso wie den Austritt in die Umgebung. Ein Leckageschalter zeigt die aufgetretene besondere Situation vor Ort an und gibt zusätzlich ein sicherheitsgerichtetes elektrisches Signal weiter.

Bis zu seiner Reparatur oder seinem Austausch kann der DSWÜ weiter betrieben werden, da eine zweite fabrikneue Rohrwand, die ebenso druckfest ausgelegt und geprüft ist, theoretisch ebenso lange bis zu einem weiteren Durchbruch widersteht, wie die erste (z.B. durch Korrosion geschädigte) drucktragende Rohrwand.

4. Anwendungsmöglichkeiten der Kühlung und Klimatisierung mit Erdgas

Viele Stadtwerke betreiben in ihrem Versorgungsgebiet GRS und liefern gleichzeitig nicht nur Gas, Elektroenergie und

Wärme, sondern auch Kälte, zum Teil im sogenannten Contracting-Verfahren. Hier gäbe es interessante Synergieeffekte mit dem Kühl- und Kältepotential des Erdgases, die von Fall zu Fall zu ergründen sind.

Auch die vorgelagerten überregionalen Gasversorger können an den durch sie betriebenen Übergabestationen ein sehr großes Kältepotential zur Verfügung stellen. Selbst große Gefrierhäuser könnten durchgehend mit Erdgas betrieben werden, sowohl mit der natürlichen Gefrierkälte bei der Drosselung oder Entspannung des Erdgases, als auch teil- oder ersatzweise mit mit Erdgas betriebenen gasmotorischen oder auf anderen Verfahren basierenden Kältemaschinen.

Zu den größten Gasverbrauchern gehören gasbetriebene Heizwerke, Heizkraftwerke oder GuD-Anlagen. Hier besteht in den meisten Fällen auch Kühl- und Kältebedarf. Anlagenteile, Schmieröl, Generatoren usw. müssen gekühlt werden. Messwarten sind häufig klimatisiert. Dafür werden standardmäßig Kühltürme und Kälteanlagen errichtet und mit hohen

Bild 10. Schematische Darstellung einer Gasdruckreduzierstation (GRS) in herkömmlicher Konstellation bei max. Eintrittsparametern (P_{max} ; t_{min}).

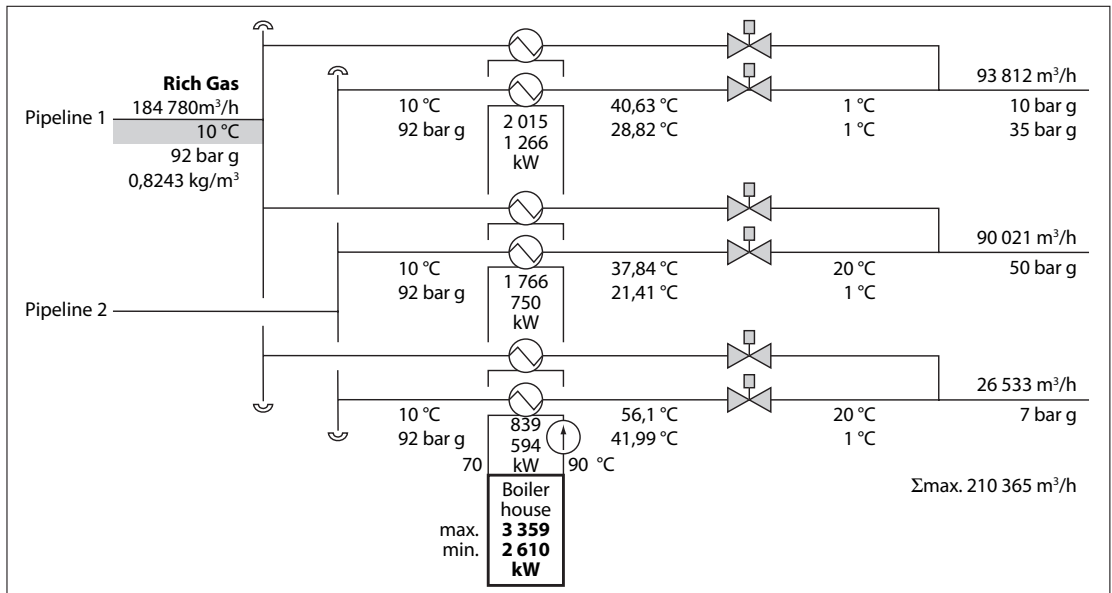
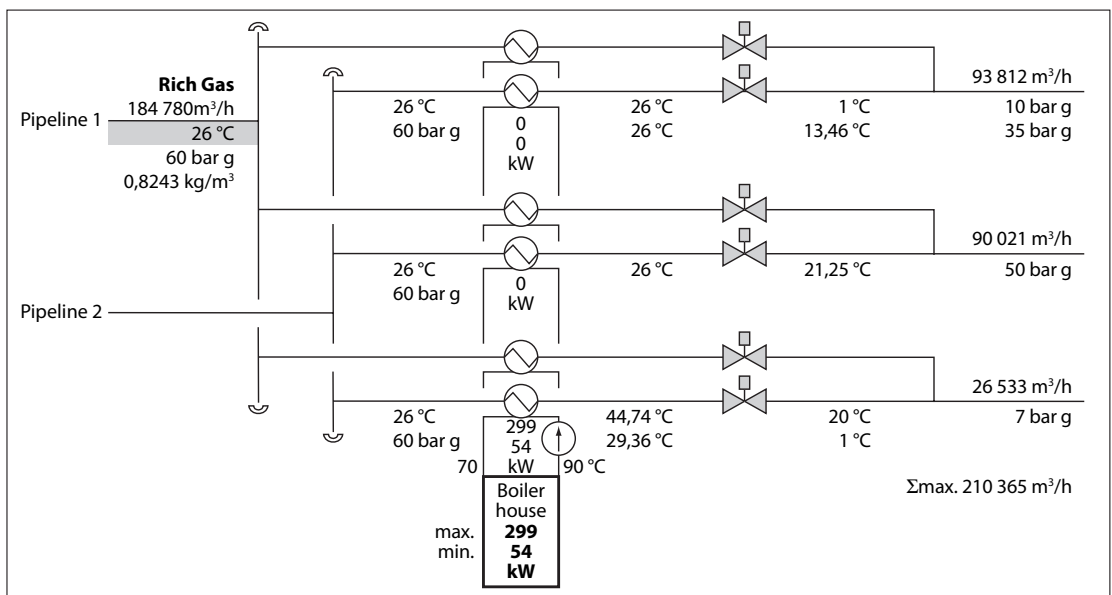


Bild 11. Schematische Darstellung einer GRS bei min. Eintrittsparametern (P_{min} ; t_{max}).



Kosten für die benötigte Elektroenergie zum Antrieb von Ventilatoren und Kältemittelverdichtern und für das Nachspeisewasser betrieben. Erdgas kann hier zumindest als interessanter Zusatzkälte-träger dienen. Es hat über das Jahr eine gleich bleibend niedrige, dem Erdboden in Pipelineverlegetiefe nahe oder durch Druckreduzierung zusätzlich reduzierte Temperatur und verursacht praktisch keine Betriebskosten.

Im Gegenteil: Die rekuperative Vorwärmung des Erdgases mit (Ab)wärme führt zu einer Einsparung des ansonsten zu diesem Zweck erforderlichen Heizgases in Höhe von ca. 0,1 % des Gasdurchsatzes je 20 Kelvin Gasvorwärmung (Bild 5). Wird das Erdgas über das normale Maß hinaus mit (Ab)wärme vorgewärmt – dies ist heute schon bis auf Temperaturen von ca. 200 °C üblich –, so wird gleichzeitig der Wirkungsgrad des nachgeordneten Prozesses, also z. B. einer Gasturbine oder eines Heizkessels, verbessert, da das Erdgas sich bei seiner Verbrennung um die bei der Vorwärmung erzielte Temperaturdifferenz nicht selbst vorwärmen muss.

5. Anwendungsbeispiele der Kühlung und Klimatisierung mit Erdgas

5.1 Zusatzkühlung in einem GuD-Kraftwerk

In einem mit Erdgas betriebenen GuD-Kraftwerk kommt es bei steigenden Außenlufttemperaturen immer wieder zu Problemen mit der Rückkühlung des mit Wasser-Glykol-Gemisch betriebenen Zwischenkühlkreislaufes für die Schmieröl- und Generatorkühlung. Die Kühlkapazität der Ventilator-kühler reicht nicht aus. Die Leistung der Gasturbine muss bei extremen Außentemperaturen reduziert werden, bis sich die Kühlmedientemperatur wieder stabilisiert. Sondermaßnahmen wie die Berieselung der Ventilator-kühler mit Gartensprengern bringen zeitweilige Besserung. Demgegenüber beträgt die benötigte Heizleistung der GRS des GuD im Sommer etwa 93 kW, der Brenngasverbrauch 9,85 m³/h, im Winter entsprechend 218 kW und 23,15 m³/h (Bild 6).

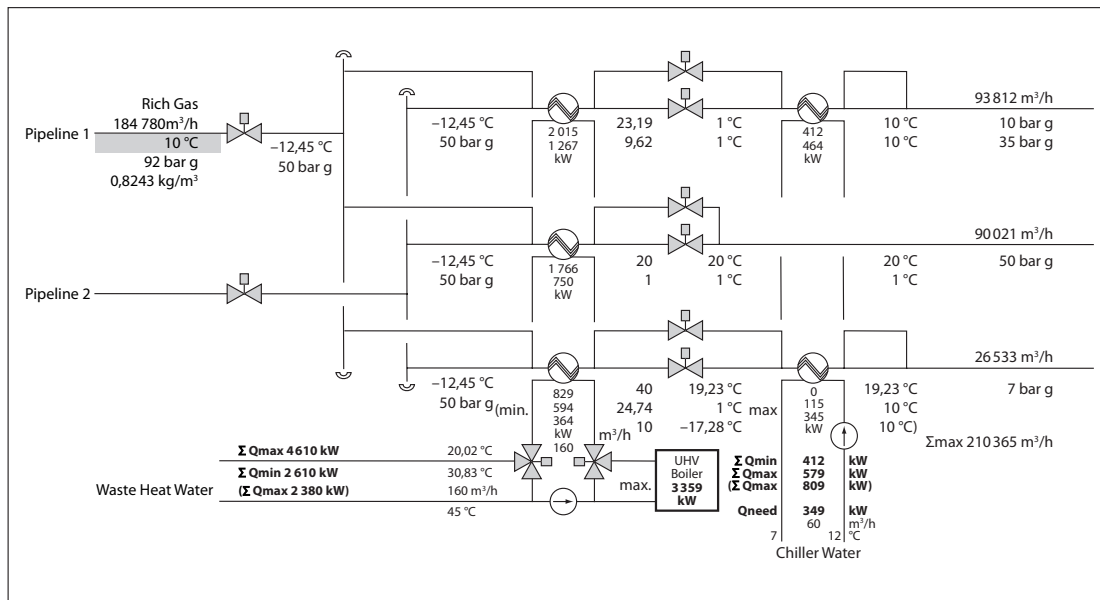


Bild 12. Schematische Darstellung der GRS mit DSWÜ zur Nutzung des Kühl- und Kältepotentials bei max. Eintrittsparametern (P_{max} ; t_{min}).

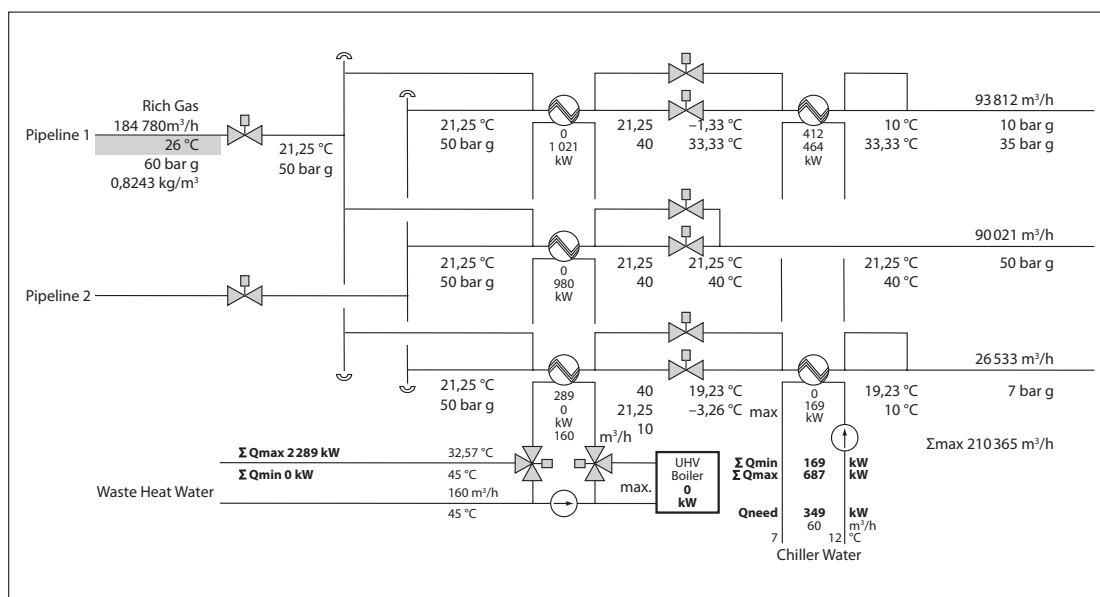


Bild 13. Schematische Darstellung der GRS mit DSWÜ zur Nutzung des Kühl- und Kältepotentials bei min. Eintrittsparametern (P_{min} ; t_{max}).

Alternativ zur Erweiterung um neue Ventilator Kühler kann die Zusatzkühlung mit Erdgas erfolgen. Dazu wird am Eintritt, vor der dem GuD zugeordneten Gasdruckregelanlage, ein DSWÜ nachgerüstet, um das ankommende Erdgas mit dem Wasser-Glykol-Gemisch aus dem Kühlkreislauf vorzuwärmen (*Bild 7*). Das Wasser-Glykol-Gemisch wird, um einen maximalen Nutzen zu erzielen, im DSWÜ mit Erdgas vor- und in den nachgeordneten Luftkühlern nachgekühlt. Wie bei der Auslegung der Luftkühler beträgt auch für die Auslegung des nachzurüstenden DSWÜ die Wasser-Glykol-Vorlauf-Temperatur 52 °C; die Gasvorwärmung erfolgt bis auf 5 K unter Vorlauf-Temperatur (47 °C).

Effekt der zusätzlichen Installation eines DSWÜ vor dem Eintritt in die GRS:

- Im Sommer – max. ca. 300 kW zusätzlicher Kühlleistung; 9,85 m³/h Brenngaseinsparung in der GRS (s.o.); Brenngaseinsparung in der GRS und durch höhere Gasaustritts-temperaturen zusammen: 30 m³/h.
- Im Winter – max. ca. 430 kW zusätzlicher Kühlleistung; 23 m³/h Brenngaseinsparung in der GRS (s.o.); Brenngaseinsparung insgesamt: 43 m³/h.
- Im Jahres-Mittel – max. ca. $(300 + 430)/2 = 365$ kW zusätzlicher Kühlleistung; Brenngaseinsparung insgesamt ca.: $(30 + 43)/2 \times 8000 \text{ h/a} = 292000 \text{ m}^3/\text{a}$.

Der Nutzen wird durch die nicht immer betriebene Zusatzfeuerung und eine in der Praxis sicher niedrigere Wasser-Glykol-Temperatur etwas geringer ausfallen. Die Kosten für einen passenden DSWÜ-Gasvorwärmer würden sich dennoch in etwa einem halben Jahr amortisieren. Hinzu kommen die Kosten für die Installation und die Verlegung der Kühlwasserleitungen von den Ventilator Kühler bis zur GRS (20 m). Zu berücksichtigen sind auch die Einsparungen durch den nicht erforderlichen zusätzlichen Ventilator Kühler und der bedeutend reduzierte Verbrauch an Ventilatorantriebsenergie.

Für neu zu errichtende GuD-Anlagen bietet es sich an, von vorneherein die Installation eines DSWÜ vorzusehen und auf die herkömmliche Gasvorwärmung ggf. gänzlich zu verzichten. Im Resultat entsteht eine sehr kompakte und äußerst preiswerte GRS (*Bild 8*).

In einem GuD-Kraftwerk gibt es einige (Ab)wärmquellen, deren direkte Nutzung eine noch höhere Brenngastemperatur ermöglichen würde, zum Beispiel:

- Schmieröl der Gas- und Dampfturbine
- Absalzwater des Dampfkessels
- Packageabluft
- Generatorkühlung mittels Luft oder Wasserstoff
- Dichtöl (bei Wasserstoffkühlung des Generators)
- Transformatoröl
- Abdampf, Kondensat
- Blow-out des Deaerators
- Rotor-/Leitschaufelkühlluft
- Abgas.

All diese (Ab)wärmquellen können mit DSWÜ direkt, das heißt ohne Zwischenkreislauf erschlossen werden. *Bild 9* zeigt das Beispiel der Anwendung eines DSWÜ zur Brenngasvorwärmung mit Schmieröl an einer Gasturbine Taurus 60 S.

Die Verlustwärme des Schmieröls des Turbosatzes ist ausreichend, um das Brenngas der Gasturbine bis auf 55 bis 60 °C vorzuwärmen. Damit sind Erdgaseinsparungen von über 38000 m³/a möglich. Das herkömmliche Kühlsystem wird entlastet und die Gasturbine vor retrograd kondensierenden höheren Kohlenwasserstoffen geschützt.

5.2 Gasdruckreduzierstation als Kühl- und Kälteanlage

Erdgas soll in einer GRS zu verschiedenen Verbrauchern verteilt werden. Neben an in einer Chemieanlage besteht Bedarf an Rückkühlkapazität. Das mit Meerwasser betriebene Kühlsystem bereitet Probleme, vor allem durch biologische Verschmutzung und Korrosion. Auf diesem Standort in Südostasien werden auch die Betriebsgebäude klimatisiert. Es entstehen hohe Elektroenergiekosten, die Rückkühler und Kälteaggregate müssen häufig gewartet werden. Das verwendete Kältemittel ist ein Klimaschadstoff. Es ist bekannt, dass deshalb die Kälteaggregate in einigen Jahren erneuert werden müssen.

Es wird vorgeschlagen, das Erdgas für die Kühlung und für die Klimatisierung zu nutzen. Durch den Einsatz von DSWÜ kann der apparative Aufwand minimiert werden.

In Standardausführung werden die einzelnen Schienen der GRS in allen ausfallrelevanten Elementen redundant ausgeführt (*Bilder 10 und 11*). Dazu gehören auch die für die Erdgasvorwärmung erforderlichen Wärmeübertrager, wenn sie in Einfachrohrbauart ausgeführt werden. Die Wärmeübertrager werden in der Regel mit Heizwassertemperaturen von 90/70 °C betrieben. Das Erdgas ist wegen eines hohen Eingangsdruckes von bis zu 93 bar abs bei einem min. Hinterdruck von 8 bar abs auf min. 42 °C vorzuwärmen. Die Chemieanlage kann auch wärmeres Erdgas abnehmen, da dies im technologischen Prozess ohnehin aufgeheizt wird. Das Kühlwasser erreicht jedoch nur Temperaturen von max. 45 °C.

Im Sommer steigt die Erdgaseintrittstemperatur auf max. 26 °C und der Eingangsdruck kann auf min. 61 bar abs absinken. Deshalb ist es in diesem Betriebspunkt normalerweise nicht erforderlich, dem Erdgas Wärme zuzuführen.

Um trotz der ungünstigen Bedingungen – hohe erforderliche Gasvorwärmtemperatur und niedrige bereitstehende Kühlwassertemperatur – ein Maximum an Kühlkapazität zur Verfügung zu stellen, wird auf eine altbekannte Lösung zur Nutzung von Niedertemperaturwärme zurückgegriffen [2]. Das eintretende Erdgas wird nach den Filtern auf einen Zwischendruck von 51 bar abs gedrosselt, der dem höchsten der Ausgangsdrücke der GRS entspricht. Dabei kühlt sich das Erdgas auf max. 21,3 °C bis min. –12,5 °C ab, was immer noch ausreichend weit vom Erdgas-Taupunkt entfernt ist. Damit steht mit den Erdgasvorwärmern, ausgeführt in DSWÜ-Technologie, eine Kühlkapazität von min. 2289 kW bis max. 4610 kW zur Verfügung.

Nur wenn die (Ab)wärme aus dem Kühlsystem nicht ansteht, muss eine Heizleistung von max. 3359 kW aus einem Heizhaus zur Verfügung gestellt werden. Wegen des geringen erforderlichen Temperaturniveaus von 45/25 °C kann dies mit einem Brennwärtekessel (UHV-Boiler) mit einem Nutzungsgrad von >105 % (HWP) ebenfalls äußerst wirtschaftlich erfolgen.

Die DSWÜ-Technik erlaubt es, die Vorwärmung einschleppend auszuführen, da ein DSWÜ selbst nach einer Leckage noch eine gewisse Zeit weiter betrieben werden kann, bis er repariert oder ausgetauscht wird. Sollten Stillstände für einen Austausch ausgeschlossen sein, so genügt in der parallelen Schiene eine Einbaustelle für einen Ersatz-DSWÜ (Bilder 12 und 13).

Nach der Druckreduzierung auf den Ausgangsdruck kann eine Austrittstemperatur des Erdgases von 1 °C eingestellt werden. Diese reicht aus, um mit zwei zusätzlichen DSWÜ am Austritt der GRS eine Kälteleistung von 687 kW bis max. 809 kW auf dem erforderlichen Temperaturniveau von 12/7 °C bereitzustellen. Die Gasaustrittstemperatur nach der GRS beträgt danach 10 °C.

Die Vordruckreduzierung auf 51 bar abs erfordert für die nachfolgenden Rohrleitungen bis einschließlich zu den DSWÜ eine Auslegung auf -15 °C (incl. Reserve) und außen eine diffusionsdichte Kälteisolierung. Die Vordruckregelventile müssen gegen niedrige Gastemperaturen geschützt sein. So sollten die Impulsleitungen für alle Fälle mit einer elektrischen Heizung ausgestattet sein. Außen um die Regelventile ist eine einfache Kunststoffhülle – ähnlich einer Kleiderhülle mit Reißverschluss – ausreichend, um sowohl den Zutritt von Luftfeuchte an die Ventile auszuschließen als auch die Beweglichkeit der Stellglieder und die leichte Zugänglichkeit für mögliche Wartungsarbeiten jederzeit zu gewährleisten. An den Druckstufen und ihrer Absicherung ändert sich gegenüber einer herkömmlichen Anlage nichts. Es empfiehlt sich lediglich, die gasseitigen Sicherheitsabsperrentile nach den DSWÜ anzuordnen.

Mit insgesamt fünf DSWÜ – gegenüber sechs Apparaten in Standardbauweise – können so alle Anforderungen an die GRS optimal erfüllt und zusätzlich bedeutendes Kühl- und Kältepotential bereitgestellt werden:

- Gasdruckreduzierung und anforderungsgemäße Gasvorwärmung von max. 210 365 m³/h
- Külleistung von min. 2 289 kW bis max. 4 610 kW (45/25 °C)
- Kälteleistung von min. 687 kW bis max. 809 kW (12/7 °C)
- Einsparung von max. 3.359 kW (HWB) Eigengasbedarf bzw. ca. $(3\,359\text{ kW}/11,26\text{ kWh/m}^3)/0,90 * 8\,000\text{ h/a}/2 = 1\,403\,824\text{ m}^3/\text{a}$.

Die oben beschriebenen Beispiele veranschaulichen bereits deutlich die breiten Möglichkeiten der Nutzung des Kühl- und Kältepotentials des Erdgases mit DSWÜ-Technik. Durch eine geschickte Kopplung mehrerer Prozesse können hohe Investitionskosten für die eigentlichen Wärmeerzeuger auf GRS, für Kühltürme auf technologischen Anlagen und Kälteanlagen in Betriebs- und Wohngebäuden eingespart werden. Die Betriebskosten für die Erdgasvorwärmung, die Rückkühlung und Klimatisierung entfallen oder können wesentlich reduziert werden. DSWÜ sind völlig wartungsfrei.

Das Erdgas als zuverlässiger Energieträger mit höchster Verfügbarkeit kann so mit seinem naturgemäß gegebenen gleichbleibend niedrigen Temperaturniveau und der zusätzlichen Temperaturabsenkung bei der Druckreduzierung gleichzeitig ein interessanter Kühl- und Kälte-träger sein. Dieses Potential gilt es im Interesse einer nachhaltigen Energieversorgung von Fall zu Fall zu ergründen und zu nutzen.

Literatur

- [1] DVGW-Merkblatt G 499: Erdgasvorwärmung in Gasanlagen, Hrsg. von DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs – technisch-wissenschaftlicher Verein e.V. Ausg. April 1997.
- [2] DD 279.295

(Manuskripteingang: 12. Mai 2006)