

Glykolaufbereitung beim Pipeline-Transport von Erdgas – Neues Verfahren für die effiziente Rückgewinnung von Glykol aus Erdgas

Glycol Treating During the Pipeline Transport of Natural Gas – New Process for the Efficient Reclamation of Glycol from Natural Gas

Von C. GASSEN*



Abb. 1 Die einstufige Anlage mit drei Kerzenfiltern (dunkelblau) und Anmischbehältern (vorne) sowie Precoatierung, Big Bag-Entleerstation und Vorratssilo für Perlite (hinten)



Abb. 2 Die zweistufige Anlage mit drei Kerzenfiltern (dunkelblau), Kuchenwäsche, einem Rührkessel, zwei Tellerdruckfiltern (orange) und einem Waschwassertank

Abstract

The recovery of glycol which is added to natural gas for transport is playing an ever-increasing role in the efficient and environmentally-friendly operation of gas pipelines. BHS-Sonthofen has developed a new process which recovers significantly more glycol than the processes used previously at a lower cost. It only requires low maintenance and works fully automatically. It is therefore especially suitable for offshore operation.

Monoethylene glycol, MEG for short, is usually added to natural gas for transport in pipelines. It absorbs the water in the gas and thereby lowers its freezing point. In addition to this, it acts as a corrosion inhibitor. The glycol is removed from the

gas again and regenerated in „MEG reclamation units“. The previously absorbed water, which, depending on the location of the source, contains various salts, is primarily removed from the process. Furthermore, it contains oxides and hydroxides from pipeline abrasion, e.g. rust particles, as well as other contamination. The resulting deposits clog the heat exchangers, pipelines and other plant components and result in high maintenance costs. The treating and reclamation of the glycol is gaining more and more in importance, owing to increasing environmental awareness and rising operating costs. The goal of many system manufacturers today is to achieve a maximum glycol content of ten percent in the solid matter for disposal. Compact systems, which operate automatically and are wear- and maintenance-free, are required, especially for offshore applications.

Kurzfassung

Die Rückgewinnung des Glykols, das Erdgas beim Transport zugesetzt wird, spielt eine immer größere Rolle beim effizienten und umweltfreundlichen Betrieb von Gaspipelines. BHS-Sonthofen hat ein neues Verfahren entwickelt, das bei geringeren Kosten deutlich mehr Glykol zurückgewinnt als bisher übliche Verfahren. Es erfordert nur wenig Wartung und arbeitet vollautomatisch. So ist es besonders für den Offshore-Betrieb geeignet.

Für den Transport in Pipelines wird dem Erdgas üblicherweise Monoethylenglykol, kurz MEG, zugesetzt. Es nimmt das im Gas befindliche Wasser auf und senkt damit dessen Gefrierpunkt. Darüber hinaus wirkt es als Korrosionsinhibitor. In »MEG reclamation units« wird das Glykol wieder aus dem Gas entfernt und regeneriert. Dabei wird ihm in erster Linie das vorher aufgenommene Wasser entzogen, das je nach Lage der Förderquelle mit unterschiedlichen Salzen beladen ist. Außerdem enthält es Oxide und Hydroxide aus dem Rohrleitungsabrieb, beispielsweise Rostpartikel, sowie sonstige Verunreinigungen. Die dadurch entstehenden Ablagerungen verstopfen die Wärmetauscher, Rohrleitungen und andere Anlagenteile und führen zu hohen Wartungskosten. Im Hinblick auf zunehmendes Umweltbewusstsein und steigende Betriebskosten gewinnen Aufbereitung und Rückgewinnung des Glykols mehr und mehr an Bedeutung. Ziel vieler Anlagenbauer ist es heute, dass der Feststoff, der entsorgt wird, nur maximal 10 % Glykol enthält. Besonders für

den Offshore-Einsatz werden kompakte Systeme benötigt, die automatisch, sowie verschleiß- und wartungsfrei arbeiten.

Der Bedarf: kompakte, automatische Anlagen

Bei der MEG-Regeneration werden in einem ersten Schritt die zweiwertigen Salze ausgefällt, anschließend werden die Feststoffe aus dem Glykol entfernt. Je nach Lage der Aufbereitungsanlage werden unterschiedliche Systeme für diese Fest-Flüssig-Trennung verwendet. So sind bei Onshore-Regenerationsanlagen häufig statische Eindicker (Absetzbecken) im Einsatz. Sie sind kostengünstig in Anschaffung und Unterhalt, der abgesetzte Schlamm enthält jedoch noch große Mengen an Glykol. Zusätzliche Trennsysteme, zum Beispiel schnell laufende Separatoren und Dekantierzentrifugen sind jedoch aufgrund der abrasiven Eigenschaften der Feststoffe einem erheblichen Verschleiß unterworfen. Besonders in MEG-Regenerationsanlagen auf Offshore-Plattformen ist die Wartung ein erheblicher Kostenfaktor, da sie relativ häufig erfolgen muss und nur von speziell ausgebildeten Fachkräften ausgeführt werden darf. Deshalb werden im Offshore-Bereich oft Rückspül- oder Kartuschenfilter eingesetzt, die mit Tiefenfiltrationselementen ausgestattet sind. Sie liefern einen Schlamm, der viel Glykol enthält und deshalb weiter behandelt werden muss. Die Tiefenfilterelemente sind außerdem nur bedingt selbstreinigend. Sie müssen aufwändig manuell gewechselt und entsorgt werden, was mit zunehmender Salzfracht hohe Betriebskosten verursacht.

Das einstufige Verfahren: Filtration mit Precoatierung

Kerzenfilter dahingegen haben sich sowohl beim Onshore- als auch beim Offshore-Einsatz als besonders geeignet erwiesen. Sie erzielen eine hohe Filtratqualität, arbeiten vollautomatisch und sind wartungsarm. BHS bietet die Kerzenfilteranlagen mit Precoatierung als Komplettlösung einschließlich Engineering, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme an. Diese Anlagen gewinnen bedeutend mehr Glykol zurück

* Christian Gassen, BHS-Sonthofen, Sonthofen. E-Mail: Christian.Gassen@bhs-sonthofen.de

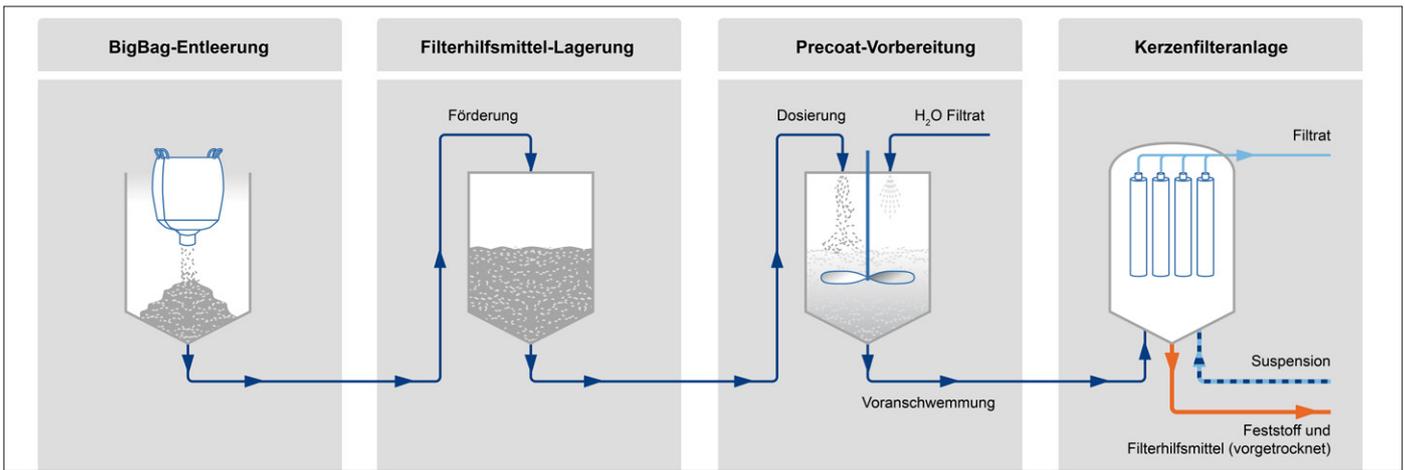


Abb. 3 Verfahrensschema der einstufigen Anlage mit BigBag-Entleerung, Filterhilfsmittel-Lagerung, Precoat-Vorbereitung und Kerzenfilteranlage

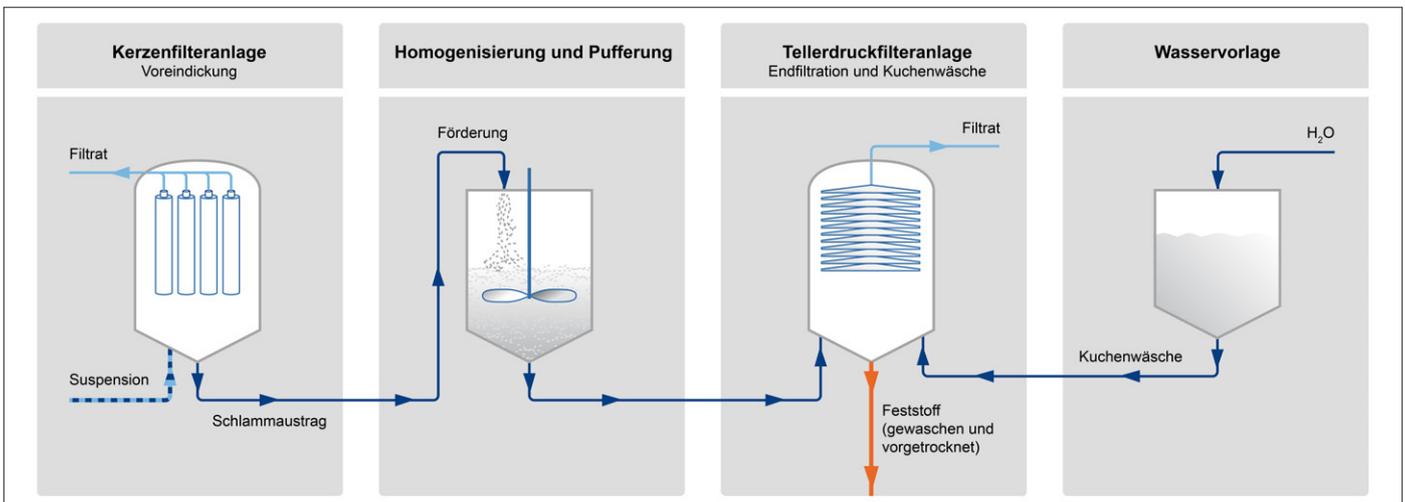


Abb. 4 Verfahrensschema der zweistufigen Anlage mit der Kerzenfilteranlage, der Homogenisierung und Pufferung, der Tellerdruckfilteranlage und der Wasservorlage

als herkömmliche Systeme und haben sich unter unterschiedlichsten Betriebsbedingungen bewährt (Abb. 1).

In den Filtern baut sich ein Filterkuchen auf, der anschließend vorgetrocknet und automatisch in Container ausgetragen wird. Da die Suspension nur wenig, sehr feinen Feststoff enthält, wird ein Precoating – meist Perlite – aufgebracht. Es gewährleistet hohe Filtrerraten auch bei unterschiedlichen Wasserqualitäten und Betriebszuständen. Zudem verhindert diese Vor-Anschwemmung die Verstopfung des Filtermediums durch Feinanteile – meist Hydroxide, Staub oder Abrieb – und macht den Prozess unempfindlicher gegenüber Kohlenwasserstoffen. Das Precoatmaterial wird in Big Bags angeliefert und in einen Anmischbehälter mit Wasser oder rückgeführtem Filtrat suspendiert (Abb. 3). Eine typische Anlage arbeitet mit drei Kerzenfiltern, aufgeteilt auf 3 x 50 %. Die Filter sind zeitlich versetzt in Betrieb, denn jeder Filter wird etwa alle acht bis zwölf Stunden neu precoatet und befüllt.

Durch den Einsatz des Precoatmaterials erhöht sich jedoch die Menge des Feststoffes, der entsorgt werden muss. Außerdem verursacht das Precoating Kosten für Kauf,

Transport, Handling, Lagerung und Entsorgung. Der Filterkuchen enthält zwar durch die Entfeuchtung eine vergleichbar geringe Menge Glykol, eine weitere Reduktion ist jedoch ökonomisch und ökologisch erstrebenswert.

Das zweistufige Verfahren: Filtration und Wäsche

Um den Restgehalt an Glykol weiter zu reduzieren und gleichzeitig kompakte und wartungsarme Anlagen anzubieten, hat BHS ein neues, zweistufiges Aufbereitungsverfahren entwickelt, das ohne Precoatierung arbeitet (Abb. 2). Es reduziert den Glykolverlust, indem Wasser das im Filterkuchen verbliebene Glykol verdrängt.

BHS hatte für die Aufbereitung von Aminen in einem Kraftwerk in den USA bereits eine zweistufige Anlage mit Kerzen- und Tellerdruckfiltern realisiert. Dort wird im Abgas enthaltener Schwefelwasserstoff (H₂S) mit einem Aminwäscher entfernt. In der ersten Stufe wird die Suspension mit Kerzenfiltern eingedickt und danach mit einem Tellerdruckfilter weiter aufbereitet.

Während der Entwicklungsphase hat BHS den Prozess umfassend getestet und im fir-

meneigenen Filtrationslabor umfangreiche Versuche im Pilotmaßstab durchgeführt. Sie haben bestätigt, dass das Verfahren ausgereift ist. Darauf aufbauend hat BHS das zweistufige System jetzt zur Serienreife gebracht.

Da die Suspension üblicherweise deutlich weniger als 1 % Feststoff enthält, wendet BHS zwei Verfahrensstufen an (Abb. 4). In der ersten Stufe wird die Suspension in BHS Kerzenfiltern vom Typ CF ohne Filterhilfsmittel filtriert und voreingedickt. So wird – ähnlich wie in Absetzbecken – eine Feststoffkonzentration erreicht, die im zweiten Schritt weiter verarbeitet werden kann. Die Batchzeit liegt je nach Feststoffgehalt zwischen zwei und acht Stunden. Sobald beim Filtrieren ein Filterkuchen von einigen wenigen mm Dicke aufgebaut ist, wird die Zufuhr der Suspension gestoppt und der Kuchen zurückgespült. Er sedimentiert etwa 30 Minuten und sammelt sich im Konus des Filterbehälters. Das Material, das dann ausgetragen wird, hat einen Feststoffgehalt von etwa 3–5 %.

Dieses Material wird in einen Rührkessel gepumpt, in dem es homogenisiert wird. Anschließend gelangt die voreingedickte Suspension in einen BHS-Tellerdruckfilter vom

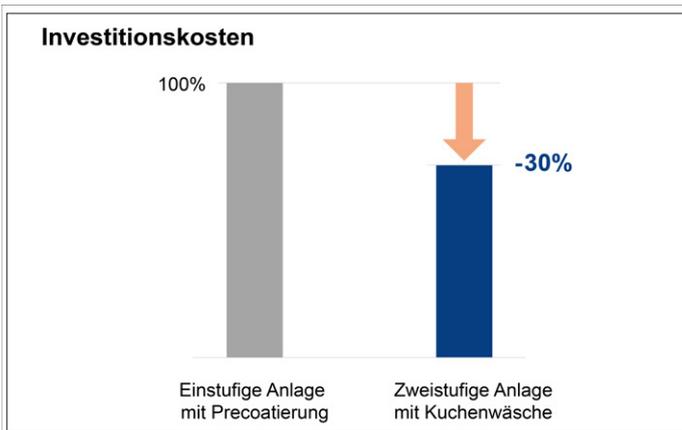


Abb. 5 Prozentualer Vergleich der Investitionskosten von einstufiger und zweistufiger Anlage.

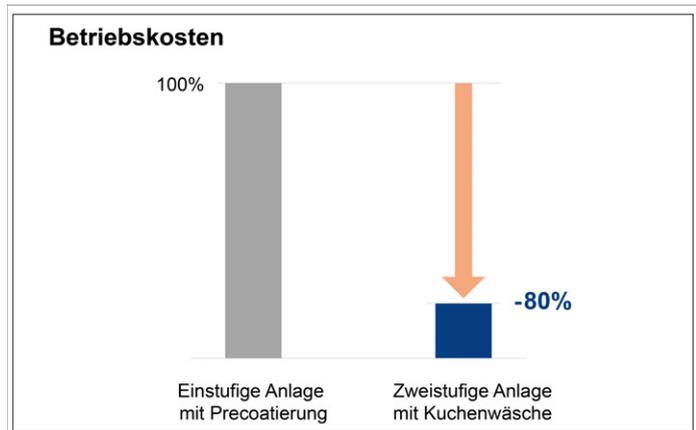


Abb. 6 Prozentualer Vergleich der Betriebskosten von einstufiger und zweistufiger Anlage

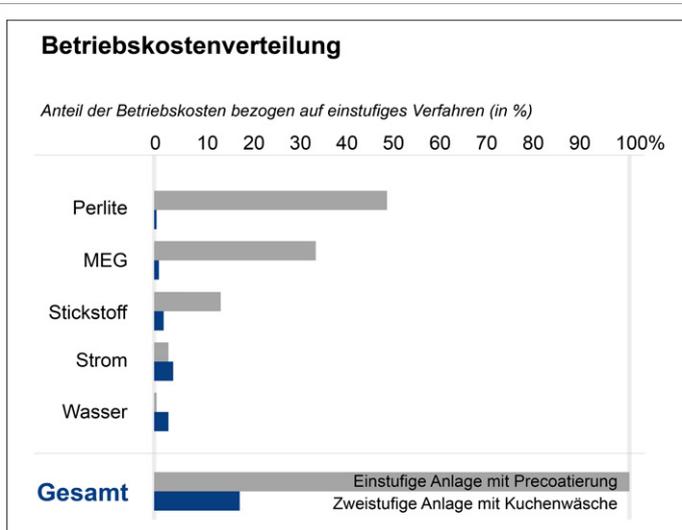


Abb. 7 Prozentuale Verteilung der Betriebskosten und Vergleich von einstufiger und zweistufiger Anlage.

Typ PF. Der Vorteil des Tellerdruckfilters gegenüber einem Kerzenfilter ist die Anordnung der Filterflächen: Statt auf vertikalen Kerzen wird der Filterkuchen auf nahezu horizontalen Filtertellern aufgebaut. Dadurch kann das Glykol mit Wasser verdrängt werden, ohne dass die Gefahr besteht, dass der Kuchen abrutscht.

Bereits mit einem Waschverhältnis von 8:1 (Wasser zu Feststoff) kann ein Glykolgehalt von weniger als 5 % (bezogen auf den Feststoff) erreicht werden. Er liegt somit um den Faktor 30 unter den bisher bekannten Verfahren mit Voranschwemmung. Durch eine Kreislauf- oder mehrstufige Gegenstromwäsche kann der Wasserverbrauch noch weiter minimiert werden.

Nach der Wäsche wird der Filterkuchen getrocknet, von den Tellern abgerüttelt und aus dem Filtergehäuse ausgetragen. Das Endprodukt ist dann krümelig und hat ein geringes Volumen. Es kann gefahrlos entsorgt werden, denn es enthält neben den gefällten Salzen und Wasser nur noch sehr wenig Glykol. Alternativ kann der gewaschene und vorgetrocknete Filterkuchen nach dem Austrag auch wieder mit Wasser zu einem pumpfähigen Gemisch ange-

maicht werden. Ein weiterer Vorteil des zweistufigen Verfahrens ist, dass Kauf und Handling des Precoatmaterials entfallen. Durch ihren kompakten Aufbau eignen sich die neuen Anlagen für Offshore-Plattformen, denn dort ist der Platzbedarf eine kritische Größe. Als einziger Hersteller bietet BHS betriebsbereite Komplettanlagen, die die Kombination aus zwei Filterstufen mit Kerzen- und Tellerdruckfiltern sowie die Wäsche beinhalten. Im firmeneigenen Filtrationslabor führt BHS auf Wunsch Versuche mit der Suspension des Kunden aus. Diese dienen dann als Grundlage für die optimale Auslegung und Betriebsweise der BHS-Filter.

Die Kosten: deutlich geringer

Dieses neue System mit zwei Stufen bringt über den aktuellen Stand der Technik hinaus den Betreibern zusätzlichen Nutzen, denn mit geringerem Aufwand an Mitteln – zum Beispiel Kapital, Verbrauchsmaterial oder Wartungsaufwand – senkt es außerdem den Glykolverbrauch. Die Kostenbetrachtung für eine typische Anlage zeigt das deutlich (Abb. 5–7).

Bei einer durchschnittlichen Glykolaufbereitungsstufe mit einer Leistung von 40 m³/h, deren Suspension mit einem mittleren Salzgehalt von rund 130 ppm belastet ist, sind für die klassische einstufige Anschwemmfiltration etwa 200 m² Filterfläche – aufgeteilt auf 3 x 50 % (3 x 65 m²) – erforderlich. Bei einer normalen Zykluszeit von etwa acht bis zwölf Stunden und einer Precoatstärke von etwa 6 bis 8 mm beträgt der

mittlere Verbrauch an Perlite knapp 100 t/a. Im Vergleich dazu erfordert eine zweistufige Anlage mit den Kerzenfiltern vom Typ CF 18-037 mit je 3 x 50 % nur eine Filterfläche von je 19 m² sowie zwei Tellerdruckfilter (2 x 100 %) vom Typ PF 04-09 mit je 1 m² Filterfläche.

Insgesamt sind für die zweistufige Ausführung nur etwa 70 % der Investitionskosten des einstufigen Verfahrens erforderlich. Darüber hinaus spart das neue System Verbrauchsmittel: Die Filterhilfsmittel entfallen vollständig und der Verlust an MEG wird um den Faktor 30 reduziert.

Die Kosten für den zusätzlichen Wasserverbrauch der Kuchenwäsche halten sich die Waage mit den Einsparungen für einen geringeren Stickstoffverbrauch bei der Entfeuchtung. Auch der Energiebedarf liegt auf einem vergleichbaren Niveau. Insgesamt betragen die laufenden Kosten der neuen zweistufigen Anlage nur rund 20 % der einstufigen Anlage mit Precoat.

Der automatische Betrieb und die Kompaktheit des Systems sprechen in Offshore-Anwendungen eindeutig für das neue, zweistufige Verfahren. In Onshore-Anlagen wäre es denkbar, die Investitionskosten einstufiger Anlagen zu senken, indem die Filterhilfsmittel manuell dosiert und zugegeben werden. Doch auch hier ist das neue Verfahren wegen der Einsparungen bei den Betriebskosten deutlich günstiger.

Das Fazit: effiziente Rückgewinnung

Mit dem einstufigen Verfahren mit BHS Kerzenfiltern wird betriebs sicher bereits deutlich mehr Glykol zurückgewonnen als mit bisher üblichen Methoden. Dieses Verfahren mit der schützenden Voranschwemmung funktioniert seit Jahren sehr zuverlässig. Das neue zweistufige Verfahren mit der Kombination von Kerzen- und Tellerdruckfiltern erhöht die Effizienz der Rückgewinnung weiter. Bei geringeren Investitionskosten sind darüber hinaus erhebliche Kosteneinsparungen bei den Betriebsmitteln – vor allem für Filterhilfsmittel und Glykol – realisierbar. ■