

Neues, externes Biogasentschwefelungsverfahren

Zur Reinigung der Schwefelwasserstofffrachten in der Abluft entwickelte UGN-Umwelttechnik GmbH ein patentiertes Filtrationsverfahren auf Basis eines chemisch/biologisch wirksamen, regenerierbaren Filtermaterials in einem kompakten, korrosionsbeständigen Filter-Reaktor aus Kunststoff.

Während des anaeroben, mikrobiologischen Abbaus von pflanzlichen und tierischen Materialien entsteht ein brennbares Gasgemisch. Dieses Gasgemisch, bekannt als Biogas oder Klärgas, besteht hauptsächlich aus dem brennbaren Methan (CH₄) und Kohlenstoffdioxid (CO₂). Neben diesen Hauptkomponenten sind noch weitere Begleitgase in Spuren enthal-

ten, wie zum Beispiel Schwefelwasserstoff (H₂S). Trotz seiner relativ geringen Konzentration im Biogas von rund 200 ppm bis 3 Volumenprozent sind die Wirkungen von Schwefelwasserstoff in der Biogasanlage beträchtlich. Bei Kontakt mit Sauerstoff wird der Schwefelwasserstoff chemisch und biologisch verhältnismäßig schnell oxidiert. Bei dieser Oxidation entsteht Schwe-

felsäure, welche für Korrosion an Beton und Stahlteilen sorgt. Ein Punkt, an dem Biogas und damit Schwefelwasserstoff gezwungenermaßen mit Sauerstoff in Kontakt tritt, ist die Verbrennung im Blockheizkraftwerk, der sensiblen Schnittstelle, an der aus dem Gas Elektrizität, Wärme und damit Geld wird. Die durch Schwefelwasserstoff am BHKW verursachten Korrosionsprobleme und damit verbundenen Betriebsausfälle sind bekannt. Betriebsausfälle und Grenzwertvorgaben der BHKW-Hersteller zwingen den Biogasanlagenbetreiber, seine Schwefelwasserstoffkonzentration im Biogas zu senken und damit zum Betrieb eines Entschwefelungsverfahrens. Praktisch jede Biogasanlage ist mit einer Entschwefelungsstufe ausgerüstet.

Die UGN-Umwelttechnik GmbH beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Reinigung von Abluft aus kommunalen Abwasserkanälen, Kläranlagen und der Industrie. Im Abwasserbereich sind die gleichen Korrosionsprobleme an Anlagen und Kanalbauteilen aufgrund von Schwefelwasserstoff bekannt wie in Biogasanlagen. Zur Reinigung der Schwefelwasserstofffrachten in der Abluft entwickelte das Unternehmen ein patentiertes Filtrationsverfahren auf Basis eines chemisch/biologisch wirksamen, regenerierbaren Filtermaterials in einem kompakten, korrosionsbeständigen Filter-Reaktor aus Kunststoff. Da die Entschwefelungsprozesse der Abluft und des Biogases annähernd gleich sind, wurde die jahrelang erfolgreich angewendete Abluftreinigungstechnologie von UGN auf das Medium Biogas übertragen und angepasst. Bei dem externen Biogasentschwefelungsverfahren von UGN handelt es sich um eine chemisch/biologische Reinigung des Biogases von Schwefelwasserstoff mittels der von UGN patentierten Biofilter- und Filtermaterialtechnologie.

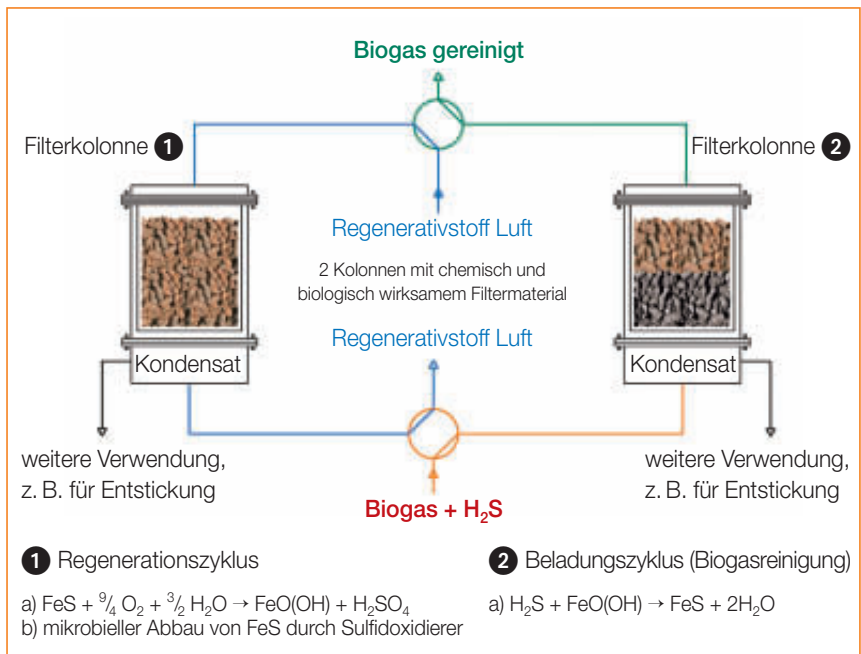


Abb. 1: Verfahrensschema BEKOM-Anlage

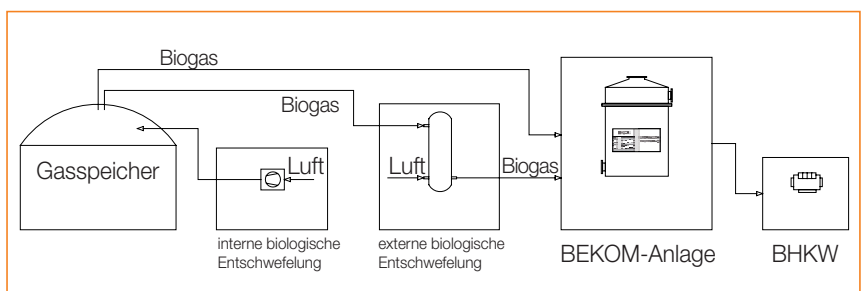


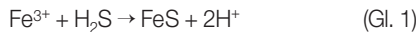
Abb. 2: Schematische Darstellung der Einsatzmöglichkeit

Aufbau der Anlage

Die UGN®-BEKOM-Anlage besteht aus zwei, mit UGN®-Spezialgranulat (Filtermaterial) befüllten, parallel geschalteten Biogasfilterkolonnen (BGM), der internen Verrohrung inklusive Armaturen, Steuerungstechnik und Ventilator. Während des Biogasreinigungsverfahrens durchströmt ein Filtermodul Biogas und ein anderes Luft. Das biogasdurchströmte Modul reinigt über chemisch, biologische Sorbtionsprozesse im Spezialgranulat das Biogas von Schwefelwasserstoff. Parallel zur Biogasentschwefelung wird das Filtermaterial der zweiten, luftdurchströmten Kolonne mit Luftsauerstoff ebenfalls über chemische und biologische Prozesse regeneriert. Während der Regeneration des Filtermaterials werden das Filtergranulat beladende Schwefelverbindungen aus dem Biogasreinigungsprozess oxidiert, sodass die Entschwefelungsfähigkeit des Materials wiederhergestellt wird. Durch das Umschalten der Gasströme (Biogas/Luft) und der Prozesse Biogasreinigung/Filtermaterialregeneration zwischen den zwei Biogasfilterkolonnen wird das Biogas kontinuierlich entschwefelt und das Filtergranulat permanent regeneriert.

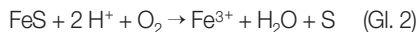
Hauptmechanismus der Biogasentschwefelung

Der Hauptmechanismus der Biogasentschwefelung ist eine chemische Reaktion des Schwefelwasserstoffes (H_2S) mit dreiwertigem Eisen (Fe^{3+}) im Granulat. Der Schwefel wird in Form von Eisensulfid (FeS) im Granulat gebunden. (Gl. 1)



Neben dem chemischen Abbau ist auch ein mikrobiologischer Umsatz des Schwefelwasserstoffes über im Filtermaterial angesiedelte Mikroorganismen wahrscheinlich, was einen zusätzlichen Reinigungseffekt erbringt.

Während der Regeneration wird das durch die Entschwefelung entstandene FeS mithilfe von in den Filter eingeblasenem Luftsauerstoff (O_2) wieder zu Fe^{3+} regeneriert. (Gl. 2)



Die Regenerationsreaktion verläuft wie die Biogasreinigung chemisch und mikrobiologisch. Der mikrobiologische Anteil des ge-

samten Regenerationsprozesses ist relativ hoch, da FeS von vielen Bakteriengruppen (Sulfidoxidierer) als Elektronenquelle für ihren Energiewechsel genutzt wird (Abb. 1). Ein Filtermaterialverbrauch durch irreversible Beladung durch Schwefelwasserstoff wie bei Aktivkohlefiltern tritt nicht ein, da das Filtergranulat nicht gewechselt werden muss.

Praxistests

Seit Anfang Januar 2007 zeigte der Betrieb von zwei Versuchsanlagen (D1, D2) im Labormaßstab sehr zufriedenstellende Ergebnisse. In den zwei Laborbiogasreaktoren (180 l Flüssigkeitsvolumen) wurden aus Speiseresten täglich je 160 l Biogas mit einem Schwefelwasserstoffgehalt von durchschnittlich 1.100 ppm produziert. Das entstandene Biogas wurde kontinuierlich über zwei Entschwefelungskolonnen mit 1.500 ml und 45 ml UGN®-Oxygranulat geführt. Das Biogas wurde von 1.100 ppm auf durchschnittlich 19 ppm abgereinigt, ohne dass zusätzlich Sauerstoff oder chemische Entschwefelungsmittel wie Eisenchlorid eingesetzt wurden. Der H_2S -Abreinigungsgrad der Entschwefelungskolonnen betrug somit durchschnittlich 98 Prozent. ▶

kompetent & aktuell...

Das umfangreiche Jahresmagazin der **bbr** – Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau – erscheint am 10. Dezember 2007 mit Beiträgen u. a. zu folgenden Themen:



Leitungsbau

Schweißtechnische Qualitätsanforderungen nach DIN EN ISO 3834 im Stahlrohrleitungsbau

Bohrtechnik

Automatisierung und Weiterentwicklung von HDD-Technologie

Geothermie

Energiepfähle in der praktischen Anwendung

Brunnenbau

Horizontalfilterbrunnen zur Wasserhaltung im Braunkohletagebau

Trinkwasserversorgung

Stand der Technik und Märkte im Bereich Meeresswasserentsalzung



MT-BIOMETHAN® Biogas-Aufbereitungs-Technologie



© Photo: Uwe Steinbrich

Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität durch das neuartige, drucklose **BCM-Verfahren®**. Mit einem **Methangehalt von 99,5%** und einem **Methanschlupf von nur 0,1%** setzt **MT-BIOMETHAN®** neue Maßstäbe für die Energiegewinnung der Zukunft.

Lernen Sie unser gesamtes Leistungsprogramm kennen:

- 11 Jahre Erfahrung im Biogasanlagenbau
- Vertrieb schlüsselfertiger Biogasanlagen
- Entwicklung und Verkauf von Spezialkomponenten für Biogasanlagen
- Prozessbiologische Betreuung durch das eigene Labor



MT-ENERGIE
energy forever

www.mt-energie.com

Tabelle 1: Verfahrenstechnische Parameter der Versuchsanlage

oTS-Raubelastung	2,5 kg/(m ³ · d) bis 3,5 kg/(m ³ · d)
Biogasvolumen	160 l/d
H ₂ S-Gehalt/Biogas (Filtereingang)	900 ppm bis 1.200 ppm
Filtervolumen	D1 1.500 ml D2 45 ml
Filtervolumenbelastung	D1 5 m ³ /h D2 150 m ³ /h
H ₂ S-Gehalt/Biogas (Filterausgang)	D1 2 ppm D2 36 ppm

Tabelle 2: Filterdimensionen für ein Zwei-Kolonnensystem

Biogasanlagen- größe in kW	Filtermaterial – Volumen (UGN®- Oxygranulat) einer Filterkolonne in m ³	UGN – BEKOM Anlagengröße
150	0,28	S
300	0,40	M
500	1,00	L
1.000	3,00	XL

Quelle: UGN-Umwelttechnik GmbH

Quelle: UGN-Umwelttechnik GmbH

Die Entschwefelungskolonne mit 1.500 ml Granulat erreicht in einem Versuchszeitraum von fünf Monaten bei kontinuierlichem Betrieb nicht den vollständigen Beladungszustand. Ein Durchbruch der Schwefelwasserstoffbeladung fand nicht statt. Im Falle der kleinen mit 45 ml Granulat befüllten Entschwefelungssäule wurde der Beladungszustand nach vier Tagen erreicht. Die beladene Säule wurde aus dem Biogasstrom entfernt, mithilfe von Frischluft regeneriert und anschließend wieder in den Biogasstrom eingesetzt, in dem sie ihre Entschwefelungsfunktion wieder erfüllte.

Aus den Daten der Versuchsanlage (Tab. 1) ergeben sich für unterschiedliche Biogasanlagengrößen die in Tabelle 2 angegebenen Filterdimensionen für ein Zwei-Kolonnensystem. Eine Erweiterung der Anlagengröße für Biogasanlagen über 1.000 kW (BEKOM – Anlage XXL) ist zukünftig geplant.

Die laufenden Kosten setzten sich bei der vollautomatisierten BEKOM-Anlage lediglich aus den Kosten für Elektrizität, Frischwasser und einem kalkulierten Granulatwechsel nach vier Jahren zusammen, die sich auf voraussichtlich 0,56 € pro 1.000 m³ Biogas belaufen.

Einsatzmöglichkeiten:

Viele Anlagen, die über eine interne biologische Entschwefelung des Biogases im Gaslager oder extern in separaten Biowäschern verfügen, erzielen oft nicht zufrieden-

stellende Entschwefelungswirkungen. Der Schwefelwasserstoffgehalt nach der Biogasreinigung schwankt oft in weiten Grenzen, sodass zum Beispiel vom BHKW-Hersteller geforderte oder vom Biogasanlagenbetreiber gewünschte Grenzwerte häufig überschritten werden. Diese Schwankungen der Biogasqualität erhöhen den Wartungsaufwand für BHKWs deutlich. Kurzfristige Belastungsspitzen mit Schwefelwasserstoff können trotzdem bedeutende Schäden an den Maschinen hinterlassen, die in der Summe dann zu vorzeitigen Ausfällen führen.

Ursachen für unzureichende Entschwefelungswirkungen und Belastungsspitze können sein:

- Der mikrobiologische Entschwefelungsprozess reagiert relativ langsam:
 - Prozessbedingte Belastungsspitzen durch Rühr- und Beschickungsprozesse können nicht schnell genug abgepuffert werden.
- Änderung der Substratzusammensetzung:
 - Werden neue Substrate mit hohen Schwefelgehalten eingesetzt, ist möglicherweise die Biologie des bestehenden Entschwefelungsverfahrens überlastet.
- Störungen der Mikrobiologie:
 - Zerstörung der Besiedlungsoberfläche im Nachgären
 - Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Biowäscher

- unzureichende Sauerstoffversorgung
- zu geringe Kontaktfläche

Das BEKOM-Verfahren ist vielseitig in den verschiedenen Biogasanlagen einsetzbar. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen: Spitzenpufferung und Feinreinigung durch das UGN®-BEKOM-Verfahren

Bei dem UGN®-BEKOM-Verfahren handelt es sich um ein trockenes Filtrationsverfahren. In den einen oder mehreren Biogasfiltermodulen wird das Biogas über ein Spezialzellulosegranulat chemisch gereinigt. Die Anlage wird einem biologischen Entschwefelungsverfahren nachgeschaltet (Abb. 2) und kann kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden.

Mittels dem UGN®-BEKOM-Verfahren können Schwefelwasserstofffrachten von 500 ppm auf 10 ppm abgereinigt werden und Belastungsspitzen von 1.000 ppm auf unter 50 ppm. Parallel zum Entschwefelungsprozess wird das Biogas am trockenen Filtermaterial entfeuchtet. Wegen des hohen Abreinigungsvermögens des Verfahrens kann u. a. die Zugabe von Chemikalien zur Entschwefelung (Eisenpräparate) deutlich reduziert werden.

Fazit

Die UGN®-BEKOM-Anlage benötigt nur ein Minimum an Wartung. Es werden keine zusätzlichen Chemikalien und kein Lufteintrag ins Biogas erforderlich. Das Filtermaterial erzielt aufgrund seiner Fähigkeit zur Regeneration Standzeiten von drei bis fünf Jahren. Die Anlage sichert damit bei geringem Aufwand und geringen Betriebskosten die kontinuierliche Einhaltung von Schwefelwasserstoffgrenzwerten. Langfristig wird damit die Biogasqualität deutlich verbessert.

Autor:

Stefan Fischer
 UGN-Umwelttechnik GmbH
 Gewerbepark
 Keplerstr. 20
 07549 Gera
 Tel.: 0365 8305898
 Fax: 0365 7106931
 E-Mail: s.fischer@ablufreiniger.de
 Internet: www.ablufreiniger.de