Gasaufbereitung in Gasströmungsrichtung von rechts nach links mit: BioSulfidEx – Biotrickling Filter zur biologischen Entschwefelung von Biogas. GasCon Gaskühlung mit Gaswärmetauscher und Kaltwassersatz. CarbonEx – Biogasaktivkohlefilter.

BioBF – ein biologischer Entschwefelungsfilter für Biogas

Biogas enthält je nach Substrat und Jahreszeit unterschiedlich hohe Anteile an Schwefelwasserstoff (H_2S). Während der H_2S-Gehalt im Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) bei 100 bis 1.500 ppm liegt, treten bei der Verarbeitung biogener Reststoffe höhere und stärker schwankende Schwefelwasserstoffgehalte von bis zu 5.000 ppm auf.

Von EUR ING Marie-Luise Schaller

Der H_2S-Gehalt muss vor der Verwertung im Blockheizkraftwerk (BHKW) oder bei der Aufbereitung zu Biomethan nahezu vollständig entfernt werden, denn er führt zu Beschädigungen an technischen Anlagen und zu immissionsschutzrechtlichen Problemen beim Einsatz von Oxidationskatalysatoren zur Einhaltung von niedrigen Formaldehyd-Grenzwerten.

Während kleinere landwirtschaftliche NawaRo-Vergärungsanlagen mit einer in den Fermenter integrierten biologischen Entschwefelung auskommen können, bei der mit relativ geringem Aufwand Luft in den Fermenter eingeblasen wird, müssen größere, Reststoff verwertende Anlagen externe Verfahrensstufen einsetzen, die die Betriebsausgaben signifikant erhöhen können.

Die Betreiber der Anlage im Kompostwerk am Standort des Entsorgungszentrums Großefehn (EZG), die Materialkreislauf- und Kompostwirtschaft GmbH & Co. KG (MKW), haben sich lange mit Möglichkeiten beschäftigt, die hohen Kosten für Aktivkohlewechsel und Eisenadditive zu optimieren. Neben einer Anlage zur Kompostierung und zur biologischen Behandlung von Restabfall wird dort seit 2010 auch eine Vergärungsstufe für getrennt gesammelte Bioabfälle aus dem Landkreis Aurich betrieben.

In einem Pfropfenstromfermenter mit 1.300 Kubikmeter (m³) Füllvolumen werden aus jährlich bis zu 20.000 Tonnen Bioabfall zwischen 2 und 2,5 Millionen (Mio.) Normkubikmeter (Nm³) Biogas produziert. Der mittlere Biogasvolumenstrom liegt bei 250 Nm³ pro Stunde. Die Schwefelwasserstoffgehalte im Biogas schwanken jahreszeitlich bedingt zwischen 200 und 800 ppm.

Mehrstufige Biogasaufbereitung

Das Biogas wird in zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) mit einer elektrischen Gesamtleistung von 590 Kilowatt sowie in der thermischen Abluftbehandlungsanlage der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlage am Standort verwertet. Davor ist eine mehrstufige Biogasaufbereitung integriert, die aus biologischer Schwefelwasserstoff-Elimination, Gaswaschkühlung zur Ammoniakabtrennung sowie Aktivkohleadsorption zur vollständigen Abscheidung der restlichen Schadstoffe besteht. Unter extremen Verhältnissen betrugen die Standzeiten der Aktivkohlefilter weniger als einen Monat.

Dr.-Ing. Andreas Maile, STRABAG UMWELTTECHNIK GmbH, dem Komplettanbieter von umwelttechnischen Anlagen, war als Projektleiter der Abteilung Forschung und Entwicklung mit den Problemen befasst und ging

FOTO: ZÜBLIN UMWELTTECHNIK GMBH

Claus Bogenrieder von der ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH.

auf seinen Kollegen, Claus Bogenrieder, Züblin Umwelttechnik GmbH, zu, der ein innovatives und kostengünstiges Konzept für diese Problematik „in der Schublade" hatte: den Filter zur biologischen Schwefelwasserstoffreduktion, kurz ZÜBLIN BioBF genannt.

Dr. Maile war schnell von der Eignung der Methode überzeugt, und er und Claus Bogenrieder starteten eine Kooperation, um im Dezember 2015 einen Prototyp des BioBF in Großefehn zu errichten. „Daraus wurde eine richtig gute Erfolgsgeschichte. Heute muss MKW die Aktivkohle statt 12 bis 16 Mal pro Jahr nur noch alle zwei bis drei Monate wechseln", bringt Dr. Maile den Effekt auf den Punkt. Zudem kann auf die zuvor erforderliche Zugabe von Eisenpräparaten komplett verzichtet und dadurch eine Kostenersparnis von bis zu 20.000 Euro pro Jahr realisiert werden.

ZÜBLIN bietet eine breite Produktpalette von Anlagen zur industriellen Aufbereitung an. Verfahren zur Schwefeleliminierung wie das Biotrickling-Filter-Verfahren sind leistungsfähig, aber relativ aufwändig und nur im großmaßstäblichen industriellen Einsatz rentabel. „Wir haben daher ein neues Konzept mit einfacheren Betriebsabläufen entwickelt, die besser in Biogasanlagen zu integrieren sind", erläutert Claus Bogenrieder die grundsätzliche Intention. Gemäß Produktbeschreibung benötigt der ZÜBLIN BioBF nahezu keine Betriebsstoffe, ist somit eine kostengünstige Alternative zu den gängigen Biowäschersystemen, die als Vorreinigungsstufe vor dem herkömmlichen Aktivkohlefilter zum Einsatz kommen.

Aufbau und Wirkungsweise

Der ZÜBLIN BioBF besteht aus einem korrosionsbeständigen und wärmegedämmt ausgeführten HD-PE-Zylinder mit einem angeflanschten Deckel aus HD-PE, der bei einem Durchmesser von 2 Metern etwa 3,1 Meter hoch ist. Er ist somit für die Aufstellung im Freien konzipiert. Im unteren Teil des Behälters befindet sich unter einem aufgeständerten GFK-Gitterrost der Gasverteil- und Kondensat-Sammelraum.

Der Zylinder ist mit stückigem und speziell konditioniertem organischen Filtermaterial befüllt, dessen Zusammensetzung auf dem speziellen Know-how von ZÜBLIN basiert. Auf dem Gitterrost ist eine etwa 20 Zentimeter starke Gasverteilschicht aus gröberem Material eingebaut. Das Filtermaterialvolumen beträgt rund 5 m³.

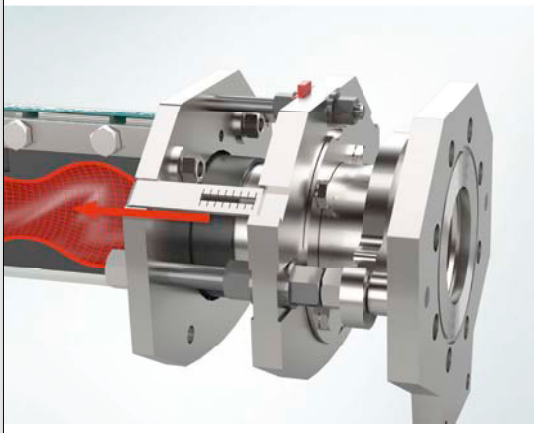
Das Rohbiogas wird unvorbehandelt direkt aus dem Fermenter in den Sammelraum eingeleitet und durchströmt das Filtermaterial von unten nach oben. Der im Biogas enthaltene Schwefel wird dort abgeschieden und durch mikrobiologische Prozesse zu elementarem Schwefel oder Sulfat umgewandelt. Das im Prozess anfallende Kondensat wird am Behälterboden gesammelt, über einen Kondensatabscheider abgeführt und dann in das Prozesswassersammelsystem der Vergärungsanlage abgeleitet.

Der Behälter ist für einen Biogasvolumenstrom von 250 Nm³ pro Stunde, einen Gasüberdruck von maximal 200 Millibar (mbar) und eine Gastemperatur von 50 Grad Celsius ausgelegt. Verbrauchtes Filtermaterial wird der Gärrest-/Bioabfallmischung zugemischt und kompostiert, so dass keine Abfälle zu entsorgen sind.

Wirtschaftlichkeit

Gemäß den auf der Tagung Waste-to-Resources 2019 veröffentlichten Erfahrungswerten wurden den Substraten bis 2016 vor Eintrag in den Fermenter große Mengen Eisenhydroxidpulver (FeOH) zur internen Reduzierung der Schwefelwasserstoffgehalte im Biogas beigemischt. Im Jahr 2014 wurden rund 21.000 Kilogramm ►

Dreifache Standzeit und einfachste Wartung



xLC® Einheit ergänzt FSIP® Konzept

Die xLC® Stator-Einstelleinheit erhöht die Pumpenstandzeit auf das Dreifache: Bei auftretendem Verschleiß im Rotor-Stator-System wird durch simples Nachjustieren der Vorspannung zwischen den Förderelementen die Leistungsfähigkeit der Pumpe wieder hergestellt.

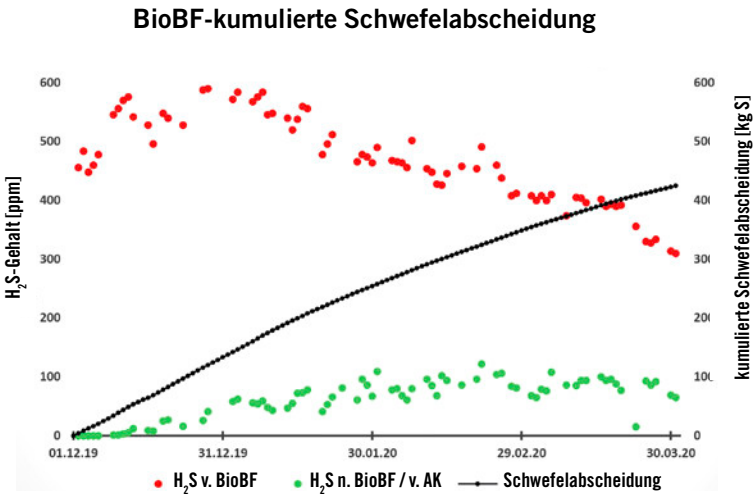
Wird dann der Service-Eingriff fällig, lässt sich dieser dank des FSIP® Konzepts schnell und einfach in der Hälfte der üblichen Zeit durchführen. So servicefreundlich war der Betrieb einer Exzenterschneckenpumpe noch nie.

NEMO® Exzenterschneckenpumpe mit xLC® Einheit

NETZSCH

NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH
Tel.: +49 8638 63-0
info.nps@netzsch.com
www.netzsch.com

Roh- und Reinbiogaskonzentration an Schwefelwasserstoff vor und nach BioBF und Menge an abgeschiedenem Schwefel seit Filtermaterialwechsel



Züblin BioBF zur biologischen Schwefelwasserstoff-Reduktion.

Dr.-Ing. Andreas Maile, Direktion Umwelttechnik, Entwicklung und Innovation, STRABAG UMWELTTECHNIK GmbH.

und 2015 etwa 22.800 Kilogramm FeOH eingesetzt. Die Kosten für die Anwendung unterschiedlicher Eisenhydroxidsubstrate von 2014 bis 2016 beliefen sich auf insgesamt zirka 48.500 Euro. Im Rahmen einer ersten wissenschaftlichen Untersuchung zur Wirksamkeit des neuen biologischen Reinigungsverfahrens wurden die Eisenhydroxidpräparate 2016 sukzessive von etwa 90 Kilogramm pro Tag auf 0 Kilogramm pro Tag zurückgefahren (WESSEL, 2016). Seit September 2016 wird dem Vergärungsprozess in der VGA Großefehn kein FeOH mehr zugemischt. Die Aufwandmenge in 2016 lag bis zu diesem Zeitpunkt noch bei 11.900 Kilogramm. Seit September 2016 erfolgt die Biogasvorentschwefelung bei der VGA Großefehn, vor der abschließenden adsorptiven Abscheidung an Aktivkohle, ausschließlich über das ZÜBLIN BioBF.

Das Filtermaterial wird im langjährigen Praxisbetrieb des BioBF in Großefehn mit einer Standzeit zwischen 7 bis 18 Monaten, je nach Rohgasbeladung, betrieben. Die Entnahme des Filtermaterials und die Befüllung erfolgt durch Bagger mit Zweischalengreifer. Die Entnahme des verbrauchten Filtermaterials und der Einbau des neuen Materials können von zwei Mitarbeitern innerhalb von vier bis sechs Stunden erledigt werden. In diesem Zeitraum wird das Biogas ohne biologische Vorreinigung über den vorhandenen Aktivkohlefilter gereinigt.

Fazit und Ausblick: Bei hohen Schwefelfrachten im Biogas sind Standard-Aktivkohlefilter nicht wirtschaftlich zu betreiben. Hier bietet sich der Einsatz des ZÜBLIN BioBF zur Vorreinigung an. Die Erfahrungen aus dem Betrieb des Prototyps in Großefehn zeigen, dass auf den Einsatz von Betriebshilfsstoffen zur Schwefelwasserstoffreduktion (zum Beispiel Eisenhydroxid) vollständig verzichtet werden kann und sich die Standzeit der Aktivkohle zur vollständigen Schwefelwasserstoffabscheidung signifikant erhöht. Damit steigt die Anlagenverfügbarkeit und sinken die Betriebskosten.

Auf Basis der statistischen Auswertung der Messwerte des Prototyps in Großefehn können nun entsprechende Systeme für Anwendungsfälle mit hohen Schwefelfrachten ausgelegt werden. Die Technologie ist bereits in mehreren weiteren Anlagen im Einsatz. Die Einsatzfelder sind landwirtschaftliche Biogasanlagen, Abfall- und Bioabfallverarbeitungsanlagen aber auch Kläranlagen, bei denen die Schwefelwasserstoffkonzentration im Biogas so hoch ist, dass ein Betrieb mit dem Aktivkohlefilter durch häufigen Wechsel hohe Kosten verursacht. Die BioBF-Filterbehälter sind in unterschiedlichen Größen verfügbar, je nach zu behandelnder Biogasmenge. Das Spektrum reicht von etwa 100 m³ pro Stunde bis etwa 1.000 m³ je Stunde. Die Behälter können im Bedarfsfalle auch an die jeweilige Anwendung angepasst werden.

Derzeit untersucht die STRABAG Umwelttechnik GmbH verfahrenstechnische Möglichkeiten, die Wirkung zu steigern und die Filtersubstratwahl und -konfektionierung zu optimieren und analysiert die Zusammenhänge zwischen Temperatur und Reinigungsleistung. Auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Biogasreinigung bei mesophilen Vergärungsverfahren ist Gegenstand aktueller Forschung. ◄

Autorin
EUR ING Marie-Luise Schaller
ML Schaller Consulting
mls@mlschaller.com
www.mlschaller.com