

Kläranlage  
Niederfrohna

## Zeit für Alternativen

Mit Gas aus der Abwasserbehandlung wird in der Kläranlage im sächsischen Niederfrohna ein dänisches Stirling-BHKW mit 35 kW elektrischer und 120 kW thermischer Leistung betrieben. VON JAN MÜHLSTEIN

Die vom Zweckverband Frohnbach betriebene Kläranlage in Niederfrohna ist auf rund 40 000 Einwohnerwerte ausgelegt. Bei Abwasserbehandlungsanlagen dieser Größenordnung – rund 80 Prozent der Kläranlagen in Deutschland haben eine Kapazität zwischen 10 000 und 100 000 Einwohnerwerten – ist es nicht einfach, mit einem konventionellen Gasmotor-BHKW eine wirtschaftliche Klärgasnutzung zu erreichen, weil eine aufwendige Gasreinigung benötigt wird, und der wartungsintensive Betrieb des Motors hohe Kosten verursacht.

Deshalb sah sich die Wudag Dezentrale Energiesysteme AG aus Burgstädt im Auftrag des kommunalen Betreibers nach anderen Lösungen um, als 2006 in Niederfrohna ein Fermenter zur anaeroben Faulung des Klärschlammes in Betrieb genommen wurde. Als Alternativen zum Gasmotor wurden die Mikro-Gasturbine sowie der Stirlingmotor identifiziert, die aber zu diesem Zeitpunkt im deutschen Markt für den Klärgaseinsatz nicht verfügbar waren. Daher musste der Zweckverband doch ein konventionelles BHKW anschaffen, und zwar ein gebrauchtes Aggregat mit einem Sechszylinder-MAN-Ottomotor mit 80 kW elektrischer Leistung.

Die Idee einer innovativen Klärgasnutzung konnten die Partner – unterstützt durch eine Projektförderung durch den Freistaat Sachsen – wieder aufnehmen, nachdem sie 2008 auf die dänische Stirling DK gestoßen waren. Der Vierzylinder-Stirlingmotor SD4 des Unternehmens basiert auf einer 15-jährigen Forschung und Entwicklung der Technischen Universität von Kopenhagen. Es handelt sich um eine mit statischen Dichtungen hermetisch abgeschlossene Einheit, in der als Arbeitsmittel Helium bei einem mittleren Druck von rund 4,5 MPa eingesetzt wird. Durch die gewählte Konstruktion mit einem unter Druck stehenden Kurbelgehäuse werden keine hochdruckfesten Dichtungen der Kolbenstange benötigt, die sonst eine Schwachstelle der Stirlingmotoren sind. Dichtungsringe aus PTFE-Materialien ermöglichen einen ölfreien Betrieb mit langen Serviceintervallen, für die 8 000 Be-

triebsstunden angestrebt werden. Die Motorlebensdauer wird mit rund 100 000 Stunden angegeben. Der von dem Motor angetriebene Asynchrongenerator ist ebenfalls im Druckgehäuse untergebracht.

Das Aggregat mit einer äußeren Wärmezufuhr von 125 kW am Erhitzer und einer elektrischen Leistung von 35 kW passte bestens in das energetische Gesamtkonzept der Kläranlage in Niederfrohna. Allerdings setzt der dänische Lieferant das seit 2005 verfügbare Aggregat nur für Holzgas ein, das eine eigenentwickelte Vergasungseinheit erzeugt. Die Wudag musste deshalb die Brennkammer der Anlage auf den Einsatz von Klärgas mit einem Methangehalt zwischen 50 und 60 Prozent umrüsten. Dazu kann neben dem Flammenbrenner auch ein Flox-Brenner eingesetzt werden, was Tests bei dem Brennerhersteller bestätigt haben. Die bei dem Flox-Brenner genutzte flammlose Oxidation garantiert auch bei Schwachgasverbrennung sehr niedrige Emissionen an NO<sub>x</sub> und CO. Zur Effizienzsteigerung wird die Verbrennungsluft in der Brennkammer

im Gegenstromprinzip vorgewärmt, so dass die Abgase am Ausgang der Brennkammer eine mittlere Temperatur von nur noch rund 425 °C haben, die für den Betrieb des Stirlingmotors ausreicht. Ein dem Motor nachgeschalteter Abgaswärmetauscher kühlt die Abgase weiter auf etwa 100 °C ab.

### Förderung nach KWK-Gesetz bei Stromeigennutzung

Im Juni 2010 wurde das umgerüstete Stirling-BHKW in Niederfrohna in Betrieb genommen und weiter optimiert. Die Anlage, die endgültig im September 2011 den Dauerbetrieb aufgenommen hat, erreicht eine elektrische Leistung zwischen 32 und 38 kW sowie eine Wärmeleistung von 120 kW. Damit beträgt der elektrische Wirkungsgrad 22 bis 25 Prozent, der Gesamtwirkungsgrad liegt zwischen 90 und 94 Prozent, was umfassende Messungen im Rahmen einer Diplomarbeit bestätigen. Obwohl das Klärgas reich an Siloxanen ist, muss es lediglich einen biologischen Entschwefler und zwei Kondensatsabscheider durchlau-

### Die Anlage auf einen Blick

**Betreiber:** Zweckverband Frohnbach  
**Standort:** Kläranlage in Niederfrohna, Sachsen  
**Planung:** Wudag Dezentrale Energiesysteme AG, Burgstädt  
**Besonderheit:** Innovativer Einsatz eines dänischen Stirlingmotors in einer Kläranlage  
**Anlage:** BHKW mit dem Vierzylindermotor SD4 der Stirling DK ApS, Lyngby, Dänemark, mit 170 kW Brennstoffleistung, 35 kW elektrischer Leistung und 120 kW Wärmeleistung  
**Wirtschaftlichkeit:** Höhere Investitionskosten des Stirling-BHKW und geringere Stromausbeute werden durch Einsparungen bei der Klärgasreinigung und durch geringere Wartungskosten kompensiert  
**Umweltschutz:** CO<sub>2</sub>-neutrale Energiebereitstellung, niedrige Emissionen an NO<sub>x</sub> und CO durch flammlose Oxidation  
**Auskunft:** Mirko Knoth, Tel. 0 37 24 / 66 65 999, mirko.knoth@wudag.de

Antrieb durch äußere  
Wärmezufuhr:  
Vierzylinder-Stirling-  
Motor aus Dänemark

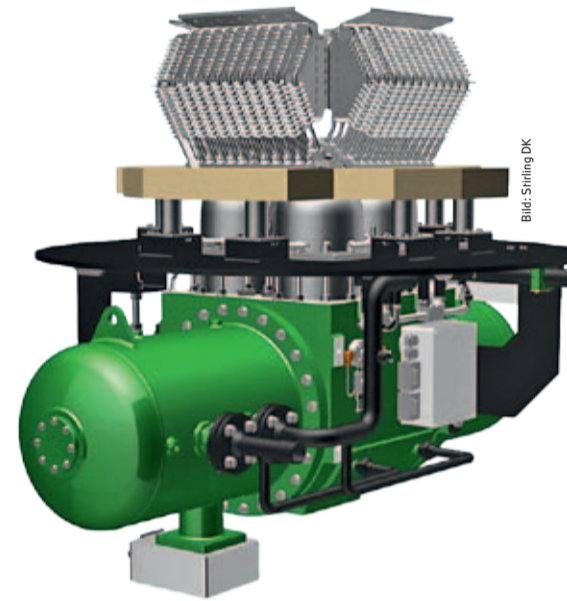


Bild: Stirling DK

fen, bevor es in dem Stirling-BHKW eingesetzt wird.

Das Stirling-BHKW ist auf einen Grundlastbetrieb ausgelegt, kann aber wegen seiner guten Wirkungsgrade auch im Teillastbereich kontinuierlich eingesetzt werden. Die Regelung der Klärgaszuführung, der Verbrennungsluft sowie des gesamten Anlagenbetriebes ist in das Prozessleitsystem der Kläranlage integriert und erfolgt vollautomatisch. Die Abwärme des BHKW wird überwiegend für die Temperierung des Klärschlamm-Faulreaktors und darüber hinaus für die Heizung der Betriebsräume genutzt; der gleichzeitig erzeugte Strom wird ausschließlich zur Deckung des Eigenbedarfes der Kläranlage eingesetzt. Daher ist für den Betreiber eine inzwischen beantragte Förderung nach dem KWK-Gesetz günstiger als eine EEG-Einspeisevergütung.

Die Betriebserfahrungen mit der Pilotanlage haben bestätigt, dass das Stirling-BHKW in einer Kläranlage wirtschaftlich betrieben werden kann, obwohl seine Investitionskosten höher

als bei einem konventionellen BHKW sind. Dem stehen aber Einsparungen bei Investitionen und Betrieb der bei einem Gasmotor-BHKW benötigten aufwendigen Klärgasreinigung sowie deutlich geringere Wartungskosten des Aggregats gegenüber, die auch die geringere Stromausbeute des Stirling-BHKW kompensieren. Davon ist jedenfalls die Wudag überzeugt, die im August 2011 mit der Stirling DK eine Vertriebsvereinbarung für den Einsatz des Stirling-BHKW außerhalb der Holzvergasung abgeschlossen hat. Das Stirling-BHKW ist aufgrund seiner externen Verbrennung besonders für niederkalorische flüssige und gasförmige Brennstoffe geeignet und somit auch weit über die Grenzen der Klärgasnutzung einsetzbar. Weitere Einsatzgebiete sehen die Techniker in Biogasanlagen, auf Deponien sowie für Pyrolyse- und sonstige Prozessgas.

E&amp;M

Dieser Sonderdruck ist urheberrechtlich geschützt. Ohne Zustimmung des Verlages und der Autoren sind Übersetzungen, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigungen auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendungen sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – verboten.  
 © Energie & Management Verlagsgesellschaft mbH, Herrsching