

Energieneutrale Anlage zur Klärschlammverbrennung

Eine der weltweit größten Verbrennungsanlagen für Klärschlamm läuft dank umfassender Sanierung nahezu energieneutral. Nachgerüstet mit zwei Dampfkesseln und einer Dampfturbine von NEM Industrial & Utility Boilers, Hengelo/Niederlande, und der Siemens AG, München, deckt sie 95 Prozent ihres Strombedarfs selbst – aus der Abwärme der Schlammverbrennung. Die Betreiber sparen dadurch rund zehn Prozent Betriebskosten. Eine zweite Turbine soll für Energieneutralität sorgen.



Nach der Modernisierung wird die Klärschlammverbrennungsanlage mehr Strom, als zur Deckung ihres Bedarfs benötigt wird, produzieren können.

In Deutschland fallen jährlich etwa 2 Mio. t Klärschlamm trockensubstanz aus kommunalen Kläranlagen an. Etwa ein Drittel davon wird landwirtschaftlich genutzt. Dieser Anteil stagniert jedoch seit Jahren, dies liegt an den erhöhten Qualitätsanforderungen für Klärschlämme. Daher wird die Verbrennung immer attraktiver, entweder in spezialisierten Anlagen oder als zusätzlicher Brennstoff in Zementwerken, Kohlekraftwerken und Müllverbrennungsanlagen. Der Anteil von thermisch entsorgten Klärschlämmen stieg dabei von 31,5 % im Jahr 2004 auf 60 % in 2014 an. Die Herausforderung der Entsorgungswirtschaft besteht darin, die Schadstoffe aus dem Kreislauf zu entfernen und gleichzeitig die Nährstoffe zu erhalten – und das möglichst energieeffizient.

Wertvolle Rohstoffe abspalten

Wie sich das bei älteren Anlagen erreichen lässt, zeigt die modernisierte Monoklärschlamm-Verbrennungsanlage von N.V. Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) in Moerdijk/Niederlande. Monoanlagen, die nur Klärschlamm verbrennen, ermöglichen es, wertvolle Rohstoffe abzuspalten. Zu den wichtigsten Produkten zählt dabei Phosphor, der als

Dünger wiederverwendet werden kann. SNB betreibt die europaweit größte Klärschlammverbrennungsanlage und verarbeitet im Jahr etwa 450 000 t mechanisch entwässerten Klärschlamm. Mit Hilfe einer Wirbelschichtfeuerung verbrennt der getrocknete Schlamm bei einer Temperatur von etwa 900 °C. Dieses Verfahren eignet sich besonders gut für ballastreiche Brennstoffe mit relativ niedrigen Heizwerten.

Abwärme effizient nutzen

Die Anlage verfügt über vier Verbrennungslinien mit bisher je einem 10-bar-Niederdruckkessel. Lange Zeit wurde in der 1997 in Betrieb genommenen Einrichtung aus der Abwärme nur Dampf auf einem niedrigen Druckniveau erzeugt. Dieser wurde in verschiedenen Verarbeitungsprozessen sowie in geringem Maß zur Stromerzeugung genutzt. Der Dampf reichte für den so genannten Stripper und Entgaser sowie die Trocknung des Schlammes aus. Der Überschuss wurde gekühlt und an die Umwelt abgegeben. Im Jahr 2002 installierte SNB einen kleinen, mit 180 °C heißem Sattdampf und 10 bar betrieb-

nen Dampfmotor, der über einen Generator etwa 500 kW Strom erzeugte.

2014 ersetzte NEM zwei der vier Niederdruckdampfkessel durch Hochdruckabhitzekeessel. Zusätzlich installierte der zu Siemens gehörende Kesselspezialist eine Dampfturbine, die über einen Generator Strom erzeugt. Dadurch kann der Betreiber die anfallende Abwärme viel effizienter nutzen und neun Mal soviel Strom wie bisher erzeugen. Die Energie wird direkt in der Anlage genutzt.

Im laufenden Betrieb modernisiert

Die Montage der Kessel begann 2014 nach einer einjährigen Vorbereitung. In dieser Zeit entwickelte Siemens gemeinsam mit dem Kunden eine maßgeschneiderte Lösung. Bei der Nachrüstung mit zwei Hochdruckdampfkesseln zur Stromerzeugung standen die NEM-Ingenieure vor zwei Herausforderungen: Sie mussten die Kessel so konzipieren, dass sie in die bestehende Anlage hineinpassen, und diese bei teilweise laufendem Betrieb so schnell wie möglich installieren, damit der angelieferte



Einbau des Hochdruckdampfkessels in die Verbrennungsanlage.



Die zweite Dampfturbine soll Mitte 2016 installiert werden.

Klärschlamm weiterhin verarbeitet werden konnte.

Marcel Lefferts, Geschäftsführer von SNB sagt dazu: „Man kann es mit einer Operation am offenen Herz vergleichen. Während die Anlage größtenteils in Betrieb blieb, ist es NEM beziehungsweise Siemens gelungen, nacheinander zwei alte Kessel zu entfernen und durch die neuen Kessel zu ersetzen. Die Durchlaufzeit des Projekts musste auf ein Minimum begrenzt bleiben.“ Während der Installation wurden die beiden zu modernisierenden Verbrennungslinien der Anlage jeweils für 71 Tage teilweise stillgelegt. In der Spitzenzeit waren 250 Personen mit den Arbeiten vor Ort beschäftigt. Die modernisierte Anlage läuft seit Februar 2015.

Maßgeschneiderter Kessel

Die Ingenieure entwarfen und realisierten einen Kessel, der die Spezifikationen für die Turbine – 450 °C Dampftemperatur bei 60 bar Druck – erfüllte sowie die vorgegebenen Maße für Größe und Gewicht einhielt. Erreicht haben sie dies unter anderem durch einen kleineren Durchmesser der Rohre im Kessel. Dadurch konnte die Wandstärke reduziert und somit Gewicht gespart werden. Zusätzlich wurde der Abstand der Rohre der vorgegebenen Höhe angepasst. Dabei sind diese so konstruiert, dass sich keine Blockierungen durch Ascheablagerungen, so genannte Aschebrücken, bilden können. Damit die Kessel in das schon bestehende Gebäude eingebaut werden konnten, wurden sie in jeweils drei Teilen geliefert. Das erste wog rund 60 t, das zweite zirka 50 t und die Nachverbrennungskam-

mer aus Stahl und feuerfestem Beton etwa 70 t. Für den Einbau wurden Teile des Daches entfernt.

Angepasste Dampftemperatur

Entscheidend war auch die Höhe der Dampftemperatur. Klärschlamm enthält eine große Anzahl chemischer Elemente, von denen manche bei sehr hohen Temperaturen Metall angreifen. Daher wird die Dampftemperatur auf 450 °C beschränkt, obwohl sowohl Kessel als auch Turbine mit höheren Temperaturen arbeiten könnten. Der Dampf treibt eine neue Siemens-Industriedampfturbine vom Typ SST-110 an. Die Turbine hat zwei seriell geschaltete Module. Das Hochdruckmodul wird mit 60 bar Dampfdruck betrieben. Danach stellt das Niederdruckmodul den verbleibenden Dampf mit 2,5 bar als Prozessdampf bereit. Der Betreiber nutzt diesen beispielsweise für das Vortrocknen des Klärschlammes, der bei der Anlieferung etwa 75 % Wasser enthält, und für die Rückgewinnung von Rohstoffen. Durch die Nachrüstung mit den Hochdruckkesseln entfiel der bisher eingesetzte Motor, der mit Niederdruckdampf betrieben wurde. „Stattdessen deckt die Anlage nun mit einem 3,5-MW-Generator 95 % ihres gesamten Strombedarfs. Das entspricht dem Stromverbrauch von bis zu 8 000 Haushalten“, so Christoph Frey, Vertriebsingenieur Dampfturbinen bei Siemens Power and Gas. Dadurch läuft SNB nahezu energieneutral und reduziert seine Betriebskosten um fast 10 %. Der verbleibende Energiebedarf für das Aufheizen der Wirbelschichtöfen nach einem Stillstand wird mit Erdgas gedeckt.

Mit zweiter Dampfturbine energieneutral

„Neue Klärschlammverbrennungsanlagen laufen stets sehr energieeffizient. Doch wenn eine in die Jahre gekommene Anlage durch Modernisierung in einem einzigen Schritt nahezu energieneutral wird, ist das branchenweit einzigartig“, sagt Erwin Aalbers, NEM-Gesamtprojektleiter bei Siemens Power and Gas.

Für die innovative Modernisierung ihres anlageneigenen Energiesystems erhielt SNB im Juni 2015 auf der PowerGen Europe den Power Engineering International Award. „Der gesamte Projektentwurf ist eine besonders gelungene Lösung von NEM und Siemens. Die Realisierung verlief reibungslos. Die Turbine leistet sogar mehr als erwartet“, so Lefferts.

Im Dezember 2015 fiel die Entscheidung, eine weitere etwas kleinere Dampfturbine von Siemens für einen der beiden älteren Niederdruckkessel zu installieren. Es wurde eine passgenaue Lösung entwickelt, die den Parametern des Kessels gerecht wird. Eine Turbine vom Typ SST-060 wird nun so dimensioniert, dass sie den für SNB bestmöglichen Nutzen erzielen kann. Nach der Inbetriebnahme Mitte 2016 wird die Klärschlammverbrennungsanlage 10 % mehr Strom produzieren, als sie zur Deckung ihres Eigenbedarfs benötigt, und energetisch gesehen vollständig energieneutral laufen.

Erwin Aalbers, NEM-Gesamtprojektleiter bei Siemens Power and Gas, Hengelo/Niederlande, erwin.aalbers@siemens.com