

1 | 2014



## Bauen für die Landwirtschaft

- Planung von Biogasanlagen
- Biomassenutzung
- Fischtrepfen
- Fahrsiloentwässerung

# Bauen für die Landwirtschaft

Heft Nr. 1 (2014)  
ISSN 0171-7952

## Autoren

**Harald Feldmann**  
Drössler GmbH Umwelttechnik  
Marienhütte 6  
75080 Siegen

**Dr.-Ing. Steffen Henze**  
Hochschule Magdeburg-Stendal  
Fachbereich Bauwesen  
Breitscheidstr. 2  
39114 Magdeburg

**Tom Kionka**  
Büro für umwelTKommunikation  
Fichtenweg 9  
97528 Sulzdorf an der Lederhecke

**Prof. Dr.-Ing. Matthias Middel**  
BetonMarketing West GmbH  
Neustr. 1  
59269 Beckum

**Dr.-Ing. Thomas Richter**  
BetonMarketing Nordost  
Gesellschaft für Bauberatung  
und Marktförderung mbH  
Anderter Str. 99D  
30559 Hannover

**Dipl.-Ing. Wolfgang Schäfer**  
BetonMarketing Nordost  
Gesellschaft für Bauberatung  
und Marktförderung mbH  
Teltower Damm 155  
14167 Berlin

**Herausgeber:**  
BetonMarketing Deutschland GmbH  
Steinhof 39, 40601 Erkrath  
Geschäftsführer: Thomas Kaczmarek  
www.beton.org

Redaktion: Dr.-Ing. Thomas Richter (verantwortl.)  
c/o BetonMarketing Nordost  
Anderter Straße 99D, 30559 Hannover  
richter@betonmarketing.de  
Tel.: 03 41 / 6 01 02 01, Fax: 03 41 / 6 01 02 90

Dr. Kristina Krüger  
Verlag Bau+Technik GmbH  
Tel.: 02 11 / 9 24 99-53

Gesamtproduktion:  
Verlag Bau+Technik GmbH  
Postfach 12 01 10, 40601 Düsseldorf  
Telefon 02 11 / 9 24 99-0, Fax 02 11 / 9 24 99-55  
Verlagsleitung: Dipl.-Ing. Rainer Büchel

Anzeigen lt. Preisliste Nr. 6 vom 1. Januar 2002  
Bezugspreis: Einzelheft € 8.- inkl. MwSt. zzgl. Porto

Mit Namen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Unverlangte Einsendungen ohne Gewähr für die Rücksendung.

Druck: Druckerei Heinz Lautemann GmbH

## Themenheft: Planung von Biogasanlagen Biomassenutzung Fischtreppe Fahrsiloentwässerung

S. 3

### Bautechnische Planungshinweise für Biogasanlagen

Harald Feldmann, Matthias Middel und Thomas Richter

Behälter in Biogasanlagen werden heute oft in Stahlbeton- oder Spannbetonbauweise ausgeführt. Der Beitrag beschreibt ausgehend von den verfahrenstechnischen und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen die konstruktiven, tragwerksplanerischen und betontechnischen Anforderungen für die Planung und den Bau von Biogasanlagen aus Beton. Beispielhaft wird eine kombinierte Kompostier- und Biogasanlage in Spannbeton-Fertigteilbauweise vorgestellt.

S. 11

### Regionale und dezentrale Energieversorgung – Biomassenutzung am Beispiel Thüringen

Thomas Richter, Wolfgang Schäfer

Ohne Bioenergie kann die Umwandlung unserer Energieerzeugung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien kaum gelingen. Biomasse ist dabei jede organische Substanz pflanzlichen, tierischen oder menschlichen Ursprungs. Biomasse ist ein natürlicher Speicher der Sonne. Sie kann zur Energieerzeugung in Form von Strom, Wärme oder Treibstoffen eingesetzt werden. Am Beispiel Thüringen werden verschiedene Konzepte für die Energieerzeugung aus Biomasse im ländlichen Raum vorgestellt.

S. 19

### Fischtreppe Wolthausen – Eine Fischaufstiegsanlage mit besonderen Herausforderungen

Stefan Henze

Infolge der gesetzlichen Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ergibt sich für viele Betreiber von Wasserkraftanlagen die Anforderung zum Bau einer Fischaufstiegsanlage (FAA). Im Folgenden wird über den Bau der FAA Wolthausen berichtet, bei dem einige besondere Herausforderungen zu lösen waren.

S. 22

### Ausgegoren eingelagert – Sichere Fahrsilos im Einklang mit neuen Regelwerken

Tom Kionka

Für die wasserrechtlichen und bautechnischen Belange bei der Errichtung und dem Betrieb von Fahrsiloanlagen wird gerade der ordnungsrechtliche Rahmen neu verfasst. Betroffen sind landwirtschaftliche Betriebe und Biogasanlagen gleichermaßen. Am Markt gibt es bereits Produkte zur sicheren Lagerung von Silagen im Sinne künftiger Anforderungen. Silagesickersaft zählt zu den wassergefährdenden Flüssigkeiten. Ob dessen Herkunftsmaterial als Gärsubstrat in einer Biogasanlage bevorratet wird oder als Tierfutter im Fahrsilo eines Mastbetriebs, ist hinsichtlich des Wassergefährdungspotenzials unerheblich. Zwar werden beide Fälle in Zukunft wasserrechtlich getrennt geregelt, aber die bautechnischen Anforderungen an die Entwässerung der betreffenden Lagerflächen sind identisch.

### Titelbild:

Biogasanlage in Spannbeton-Fertigteilbauweise; im Hintergrund Fahrsilos; siehe Beitrag auf S. 3 (Foto: Drössler GmbH)

Die Ausgaben der letzten Jahre der Zeitschrift „Bauen für die Landwirtschaft“ als Download sowie weitere Informationen zum landwirtschaftlichen Bauen mit Beton unter [beton.org/landwirtschaft](http://beton.org/landwirtschaft)

# Bautechnische Planungshinweise für Biogasanlagen

Von Harald Feldmann, Siegen, Matthias Mittel, Beckum, Thomas Richter, Hannover

Behälter in Biogasanlagen werden heute oft in Stahlbeton- oder Spannbetonbauweise ausgeführt. Der Beitrag beschreibt ausgehend von den verfahrenstechnischen und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen die konstruktiven, tragwerksplanerischen und betontechnischen Anforderungen für die Planung und den Bau von Biogasanlagen aus Beton. Beispielhaft wird eine kombinierte Kompostier- und Biogasanlage in Spannbeton-Fertigteillbauweise vorgestellt.

## Einleitung

Der Neubau von Biogasanlagen ist in den vergangenen Jahren in Deutschland erheblich gestiegen. Von 2002 bis 2012 erhöhte sich die Anzahl von 1 650 auf rund 7 500 Anlagen. Die gesamte installierte elektrische Leistung stieg von rund 500 MW auf rund 3 350 MW (Bild 1). Der Anteil der in Biogasanlagen gewonnenen Strommenge am gesamten Stromverbrauch lag im Jahr 2012 in Deutschland bei 3,85 % [1]. Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in 2012, haben jedoch zu einem Rückgang der neu installierten Anlagen geführt. Dies betrifft insbesondere den Neubau von sogenannten Standardanlagen mit einer mittleren Leistungsklasse zwischen 75 und 500 kW, die in 2012 einen Anteil von 77 % der insgesamt installierten Anlagen ausmachten [2].

Dennoch wird allgemein die Produktion von Biogas als eine wichtige Säule der erneuerbaren Energien angesehen, da die Stromerzeugung aus Biomasse dezentral erfolgen kann und der gewonnene Energieträger gegenüber den meisten anderen erneuerbaren Energien speicherbar ist. Außerdem kann aufbereitetes Biogas ins Erdgasnetz eingespeist werden. Derzeit speisen bereits ca. 120 Anlagen Biomethan ins Erdgasnetz ein.

Für die Erzeugung von Biogas können Abfallprodukte aus dem Ackerbau und der Tierhaltung – wie zum Beispiel Gülle und Festmist – oder Gemüseabfälle, Grüngut und Bioabfall verwertet werden. Für den künftigen Anlagenzubau ist eine Bevorzugung derartiger Anlagen zu erwarten. Darüber hinaus werden bisher überwiegend nachwachsende Rohstoffe wie zum Beispiel Mais vergoren. Durch die Vergärung der verwendeten Materialien werden organische Stoffe wie Fette oder Eiweiße in niedermolekulare Bausteine abgebaut. Hierbei entsteht das methanhaltige Biogas, welches in Blockheizkraftwerken direkt in elektrische Energie und Wärmeenergie umgewandelt werden kann (Bild 2). Alternativ kann das gewonnene Gas nach einem entsprechenden Aufbereitungsprozess in das Erdgasnetz eingespeist oder als Treibstoff für gasbetriebene Fahrzeuge verwendet werden.

## Einsatzbereiche von Beton

Der Baustoff Beton wird für Biogasanlagen beim Bau der Betriebsgebäude, Gärfutter-Flachsilos und im Behälterbau verwendet. Dies können zum einen die Vorlagebehälter zum Sammeln von Gülle und zum Einmischen von Cofermentaten sein. Darüber hinaus wird Beton insbesondere für den Bau von Fermentern und Nachgärern sowie für die Gärrestlager eingesetzt. Für alle Größen von Biogasanlagen eignen sich sowohl Stahl-

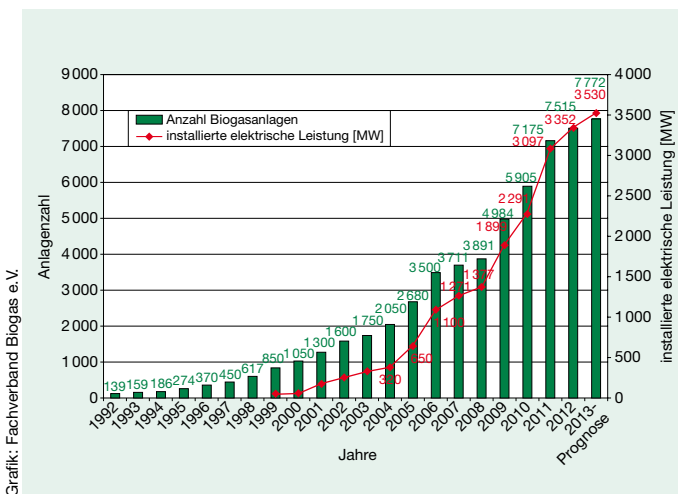


Bild 1: Entwicklung der Anzahl der Biogasanlagen und der gesamten installierten Leistung in MW (Stand 05/2013) [1]

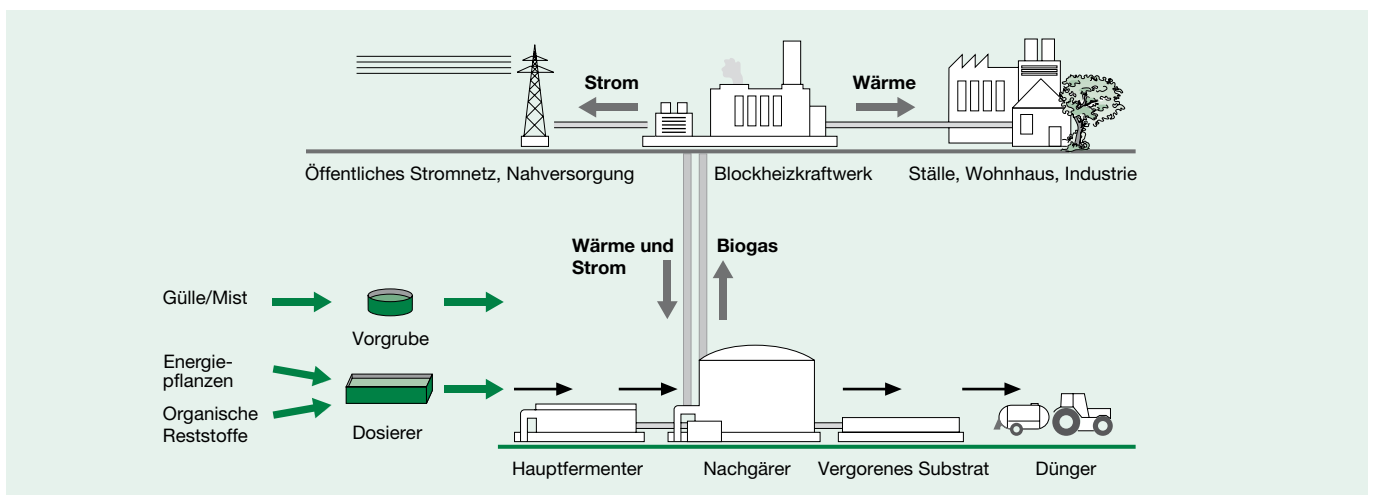


Bild 2: Schema der Biogaserzeugung und -verwertung [8]



Foto: Paschal

*Bild 3: Stahlbetonbehälter aus Ortbeton für eine Biogasanlage in der Bauphase*

betonbehälter in Ortbetonbauweise (Bild 3) als auch Spannbetonbehälter in Betonfertigteilebauweise (Bild 4). Möglich sind sowohl Hoch- als auch Tiefbehälter. Als offene Vor- und Nachlagerbehälter eignen sich auch Hochbehälter aus Betonform- oder Betonschalungssteinen.

Textildächer oder Decken stellen bei Fermentern und Nachgärern sicher, dass das erzeugte Biogas nicht unkontrolliert entweichen kann. Häufigste Varianten sind Zelt- und Tragluftdächer sowie Stahlbetondecken (Bilder 5 und 6). Letztere sind zwar zunächst mit höheren Kosten verbunden und können nicht mit integriertem Gasspeicher ausgeführt werden. Die Vorteile liegen unter anderem in einer längeren Lebensdauer bei höherer Belastbarkeit. Darüber hinaus bieten Stahlbetondecken eine bessere Bedienbarkeit und Wartungsmöglichkeit für die Rührtechnik sowie bessere Möglichkeiten zur Wärmedämmung.

### Hinweise für die Tragwerksplanung

Bei der Tragwerksplanung der Behälter für Biogasanlagen nach DIN EN 1992-1-1 [3] mit DIN EN 1992-1-1/NA [4] sind Nachweise für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu führen. Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit beziehen sich bei Stahlbeton-Fermentern vor allem auf Rissbildungen sowie auf Verformungen und Verschiebungen, sofern diese die effektive Nutzung des Tragwerks beeinträchtigen oder zu Schäden führen können, wie beispielsweise Setzungsdifferenzen, die ein Abscheren von Leitungen zur Folge haben können.

Der Stahlbetonbau ist eine gerissene Bauweise. Bei Einhaltung der maximalen Rissbreite stellt die Rissbildung auch bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton keine Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit dar. Die Rissbildung innerhalb des Betonbauteils ist meist eine Auswirkung des sogenannten „frühen Zwangs“, der 3 bis 5 Tage nach dem Betonieren entstehen kann [7]. Dieser ist von der zeitlichen Entwicklung der Betonzugfestigkeit und dem zeitlichen Entstehen der Zwangsspannungen und Lastspannungen abhängig.

Eine frühe Rissbildung kann in der Erhärtungsphase durch Zwangsspannungen beim Abfließen der Hydratationswärme in Verbindung mit der noch geringen Betonzugfestigkeit auftreten. Eine spätere Rissbildung kann durch Zugspannungen auftreten, die aus einer Kombination von Last- und Zwangsbeanspruchung herrühren.

Wenn die resultierende Zwangdehnung  $0,8 ‰$  nicht überschreitet, ist es im Allgemeinen ausreichend, die Rissbreite für den größeren Wert der Spannung aus Last- oder Zwangsbeanspruchung zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass dann der Rissbreitenachweis für die Zwangsbeanspruchung und Lastbeanspruchung getrennt geführt werden kann [8].

Bei Fermentern ist der Rechenwert der Rissbreite  $w_k = 0,2 \text{ mm}$  bei einer quasi-ständigen Belastungssituation nicht zu überschreiten. In Bereichen, in denen keine direkte Ermittlung des Rechenwerts der Rissbreite erfolgt, ist eine Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1 anzuordnen. Ggf. ist zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens bei Lasteinwirkung eine Mindestbewehrung für das Rissmoment nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.3.2 vorzusehen [8].



Foto: Drössler GmbH

*Bild 4: Montage von angerundeten Wandelementen für eine Biogasanlage als Betonfertigteile*





Foto: Drössler GmbH

Bild 5: Fermenter mit Zelt Dach



Foto: Drössler GmbH

Bild 6: Abdeckung von Behältern mit Stahlbetonfertigteilen

Zwangspannungen können durch konstruktive und betontechnologische Maßnahmen vermindert werden. Zu den konstruktiven Maßnahmen zählen bei Stahlbeton-Fermentern vor allem:

- gleitfähige Auflagerung der Bodenplatte auf einer zweilagigen Folie (Bild 7)
- Trennung ausgedehnter Fermenterwände durch vertikale Fugen
- Vorspannung

Zu den betontechnologischen Maßnahmen zählen:

- Optimierung der Betonzusammensetzung bezüglich der freisetzbaren Wärmemenge und der Geschwindigkeit der Wärmefreisetzung (CEM II/CEM III-Zement, LH-Zement, Begrenzung des Zementgehalts auf das technisch Erforderliche, nur unbedingt erforderliche Festigkeitsklasse des Betons)
- Reduzierung der Frischbetontemperatur
- Berücksichtigung meteorologischer Bedingungen (Schutz vor hohen Temperaturen und direkter Sonneneinstrahlung)
- schachbrettartiges Betonieren der durch Fugen getrennten Wandsegmente
- Nachbehandlung und Schutz des erhärtenden Betons

### Betonanforderungen für Fermenter

Landwirtschaftliche Gärsubstrate und deren Abbauprodukte sowie Gülle sind für Betonbauteile im Allgemeinen nur schwach chemisch angreifend. Die Beanspruchung im Gasraum von Biogasbehältern hingegen ist verfahrens- und substratabhängig und meist muss hier mit einem starken chemischen Angriff gerechnet werden. Auf zusätzliche Schutzmaßnahmen kann verzichtet werden, wenn unter Berücksichtigung der konkreten Verfahrenstechnik und der eingesetzten Gärsubstrate ein starker chemischer Angriff auf den Beton ausgeschlossen ist und die Gasdichtheit des Gasraums sichergestellt ist. Dies kann auch nur bei einzelnen Bauteilen oder Bauwerken einer Anlage zutreffen, muss aber für die gesamte Nutzungsdauer des Bauwerks gegeben sein. Werden zur Biogaserzeugung organische Stoffe eingesetzt, die ihren Ursprung außerhalb des landwirtschaftlichen Produktionskreislaufs haben, ist im Einzelfall über den Betonangriff zu entscheiden.

Das sich im Gasraum über dem Substrat bildende Biogas enthält Schwefelwasserstoff  $H_2S$ . Die Bildung von Schwefelsäure und schwefliger Säure kann zur Korrosion von Bau- und Werkstoffen führen. Die Lebensdauer der Biogasgeneratoren zur Stromerzeugung sinkt bei höheren Schwefelwasserstoffgehalten im Brenngas deutlich. Hohe Schwefelwasserstoffgehalte führen zu erhöhten Wartungskosten für die Generatoren sowie im Abgas der Generatoren zu höherem Schwefeldioxidgehalt. Eine wirksame Entschwefelung des Biogases ist daher angeraten [8].

Wenn die Entschwefelung durch Luft- oder Sauerstoffeintrag im Gasraum erfolgt oder geringe Mengen Sauerstoff bei der Beschickung des Fermenters eingetragen werden, muss mit einem starken chemischen Angriff auf den Beton im Gasraum gerechnet werden, es können Sulfidprobleme und damit biogene Schwefelsäurekorrosion auftreten. Dabei verursacht aus dem Substrat entweichender Schwefelwasserstoff an den Oberflächen Ablagerungen von elementarem Schwefel, der ein



Foto: Drössler GmbH

Bild 7: Behältergründung mit zweilagiger Folie

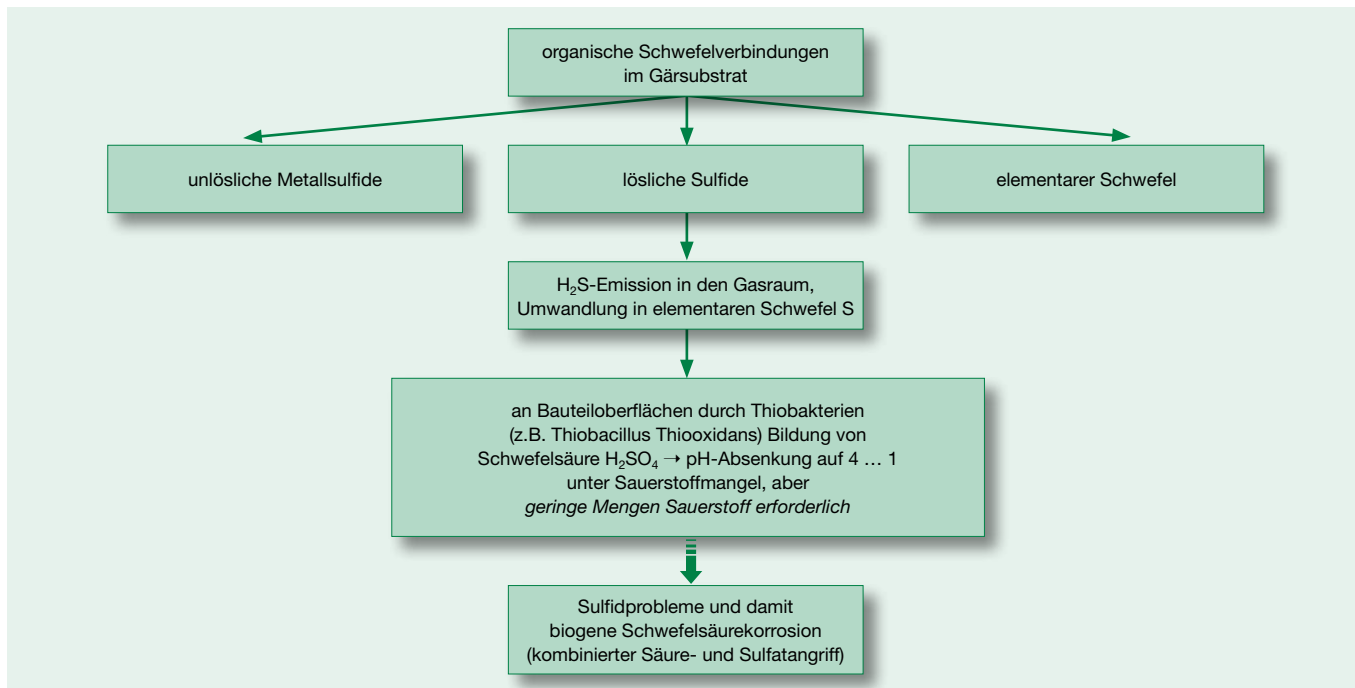


Bild 8: Chemische Prozesse beim Vergären, die zu Sulfidproblemen und damit zur biogenen Schwefelsäurekorrosion führen können [13]

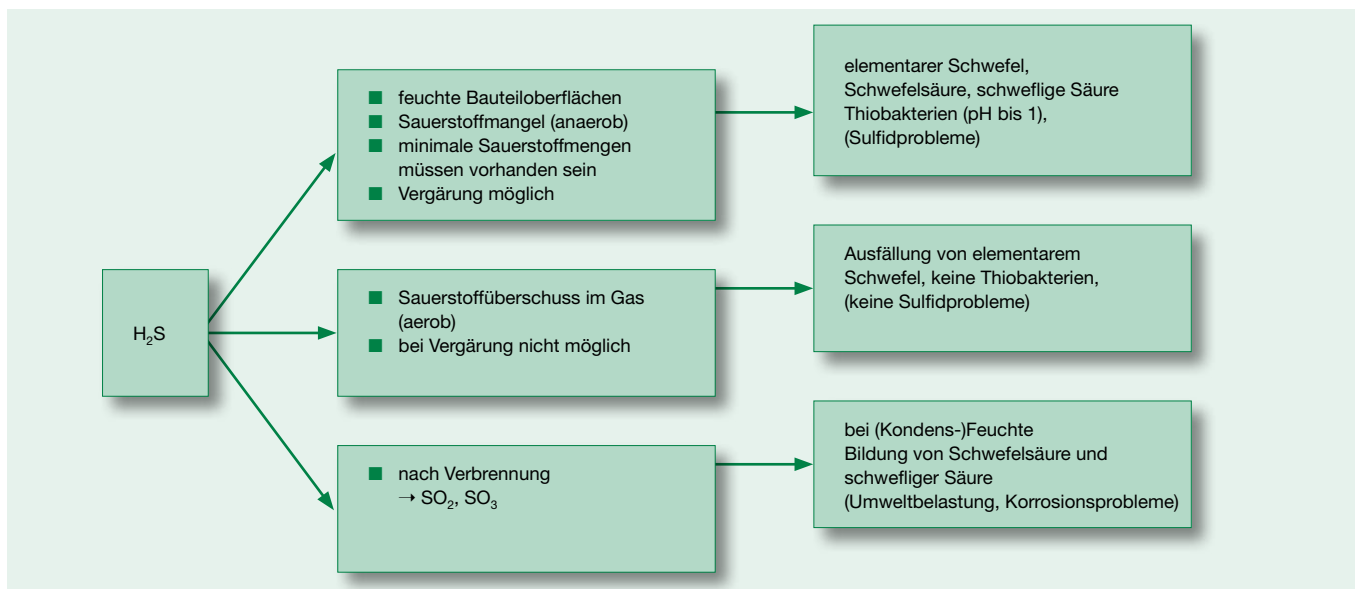


Bild 9: Verhalten von Schwefelwasserstoff im Gasraum bei unterschiedlichen Randbedingungen [13]

Tafel 1: Anforderungen an den Beton in Biogasfermentern und Gärrestlagern

Bauteil	Expositionsklassen	Feuchtigkeitsklasse	Mindestdruckfestigkeitsklasse	$c_{min}$ [cm]	ÜK
Biogasfermenter, wärmegeklämt flüssigkeitsberührter Bereich; bewehrt	XC4, XA1	WA	C25/30	25	2
Biogasfermenter, wärmegeklämt gasberührter Bereich mit Beschichtung; bewehrt	XC4, XA3	WA	C35/45	25	2
Biogasfermenter, wärmegeklämt gasberührter Bereich mit Auskleidung; bewehrt	XC3, XA1	WA	C25/30	25	2
Gärrestlager; ungedämmt	XC4, XF3, XA1	WA	C25/30(LP) C35/45	25	2

willkommenes Substrat für Schwefelbakterien ist, die im Gasraum auf feuchten Oberflächen anzutreffen sind.

Der Thiobazillus Thiooxidans kann durch seinen Stoffwechsel den pH-Wert bis unter pH 1 fallen lassen. Damit ist die Voraus-

setzung für einen sehr starken Schwefelsäureangriff auf zementgebundene und auf metallische Bau- und Werkstoffe wie Stahl, Gusseisen, Zink, Kupfer, Nickel, Chrom und Aluminium gegeben (Bilder 8 und 9) [9]. Der Beton ist dann der Expositionsklasse XA3 zuzuordnen, die einen Schutz des Betons

(z. B. in Form von Auskleidungen oder Oberflächenbeschichtungen) und/oder einen hochwertigen Beton erforderlich macht. Nach DIN 1045-2 [10] gilt: „Bei chemischem Angriff der Expositionsklasse XA3 oder stärker sind Schutzmaßnahmen für den Beton erforderlich – wie Schutzschichten oder dauerhafte Bekleidungen –, wenn nicht ein Gutachten eine andere Lösung vorschlägt.“

Die Mindestanforderungen für Beton in Biogasfermentern, die sich aus dem oben Genannten ergeben, sind in Tafel 1 aufgeführt. Darüber hinaus sind noch folgende Hinweise wichtig: Im flüssigkeitsberührten Bereich von Ortbetonbehältern wird die Rissbreitenbeschränkung häufig unter Nutzung der sogenannten Selbstheilung des Betons festgelegt. Diese betontypische Eigenschaft bedeutet, dass sich Risse geringer Breite beim Durchfließen mit Wasser oder Gülle selbsttätig abdichten und verstopfen [11]. Die Selbstheilung kann je nach Randbedingungen (vorhandene Rissbreiten, Wanddicke, Wasserdruck, Temperatur) bei Wasser- oder Güllenvollfüllung des Behälters bis zu sechs Wochen benötigen. Nach dieser Zeit noch flüssigkeitsführende Risse müssen durch Injektion abgedichtet werden [11, 12].

Mit Hochleistungsbetonen mit erhöhtem Säurewiderstand ist eine deutliche Verbesserung des Säure- und Sulfatwiderstands möglich. Betontechnologisch bestehen verschiedene Wege, den Säurewiderstand zu erhöhen, z.B. durch:

- hohe Betondruckfestigkeiten
- geringe Wasserzementwerte
- hüttensandhaltige Zemente
- Zusatz von Steinkohlenflugasche bzw. Mikrosilika
- Optimierung der Packungsdichte von Gesteinskörnungen, Bindemittel und Zusatzstoffen

Die Leistungskriterien des Betons mit erhöhtem Säurewiderstand (z.B. Widerstand gegen geringe pH-Werte und Sulfatwiderstand) sind im Einzelfall zu vereinbaren [10].

Bei Biogasbehältern ist grundsätzlich ein Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2, Abschnitt 5.5.3 erforderlich (Bild 10). Beim gasberührten Bereich mit Beschichtung im bewehrten, wärmegeprägten Biogasfermenter kann die Expositionsklasse XA3 im Einzelfall abgemindert werden, wenn kein Sauerstoffeintrag in den Gasraum erfolgt. Bei zweistufig betriebenen Anlagen mit räumlicher Trennung von Hydrolyse/Versäuerung und Essigsäure-/Methanbildung ist für die Hydrolyse/Versäuerung die Expositionsklasse XA2 maßgebend. Im Gründungsbereich des Fermenters (ohne Berührung mit Gärsubstrat) ist eine nasse, selten trockene Umgebung vorhanden, die durch die Expositionsklasse XC2 beschrieben wird und eine Mindestdruckfestigkeitsklasse C16/20 erfordert.

### **Betonanforderungen für Eintragsbunker und Vorratsbehälter**

Für Eintragsbunker und Vorratsbehälter gelten besondere Beanspruchungen, die bei der Betonauswahl beachtet werden müssen. Feste Gärsubstrate (z. B. Silage) können über Eintragsbunker, Vorratsbehälter und Schiebeböden in den Fermenter dosiert werden. In den oben offenen Bunkern ist die Silage der Witterung ausgesetzt (Bild 11). Bei Regen werden Gärsäuren aus der Silage ausgewaschen und beanspruchen chemisch die Betonoberfläche. Dabei ist zu beachten, dass bei organischen Säuren die Aggressivität bei Verdünnung wächst. Zusätzlich verschärfen verdünnte Gärsäuren den Frostangriff.

Für die Bunkerwände in Kontakt mit Silage ergeben sich die folgenden Mindestanforderungen an den Beton:

- XA3 chemisch stark angreifende Umgebung (mit Schutz des Betons)
- XC4 Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung
- XF1 Frostangriff mit mäßiger Wassersättigung
- WF Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäure-Reaktion
- Betondruckfestigkeitsklasse C35/45
- Überwachungskategorie ÜK2



Foto: Paschal

Bild 10: Anschluss Bodenplatte/Behälterwand mit Fugenblech und Anschlussbewehrung





Bild 11: Offener Eintragsbunker

Bei Dosierung von Natriumchlorid (Siedesalz) zur Verbesserung der Homogenisierung im Fermenter sind zusätzlich zu beachten:

- XF2 Frost-Tausalz-Angriff mit mäßiger Wassersättigung (statt XF1)
- XD2 Bewehrungskorrosion durch Chloride
- WA Betonkorrosion infolge von Alkali-Kieselsäure-Reaktion (statt WF)
- Betondruckfestigkeitsklasse C35/45 bzw. C30/37 (LP)

### Weiterentwicklung des bau- und wasserrechtlichen Regelwerks für Biogasanlagen

2014 ist mit dem Inkrafttreten der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten (AwSV) zu rechnen. Die Verordnung löst die bisherigen Länderregelungen ab und betrifft auch Biogasanlagen. Grundsätzlich gilt für Biogasanlagen der sogenannte Besorgnisgrundsatz, d.h., eine Verunreinigung von Grundwasser und Oberflächengewässern darf nach menschlichem Ermessen nicht auftreten. Das bedeutet zum Beispiel die Ausbildung von Sekundärbarrieren (Auffangwannen), die im Schadensfall auslaufende wassergefährdende Stoffe aufnehmen können, oder aber die Pflicht, Fachbetriebe nach Wasserhaushaltsgesetz mit der Anlagenerichtung zu betrauen. Auch eine Abnahme und regelmäßige Kontrolle der Bauwerke durch Sachverständige ist vorgesehen.

Für Biogasanlagen mit ausschließlicher Verwendung von Gärsubstraten aus landwirtschaftlicher Herkunft werden einige Erleichterungen geschaffen, da landwirtschaftliche Gärsubstrate eine geringere Wassergefährdung aufweisen als andere industrielle Stoffe. So kann anstelle von Auffangwannen eine Leckageerkennung und eine Umwallung der Biogasanlage treten. Die technischen Details wird eine Technische Regel wassergefährdender Flüssigkeiten TRwS 793 [5] regeln, die zzt. erarbeitet wird.

Die bautechnischen Anforderungen an Betonbehälter in Biogasanlagen werden zukünftig in DIN 11622 [6] geregelt, deren Überarbeitung neben Güllebehältern, Gärfutter-Flachsilos und Flachsilos auch erstmalig Betonbehälter in Biogasanlagen berücksichtigt.



Bild 12: Rechteckiger Betonfertigteilfermenter in der Bauphase

### Ausgeführtes Projekt mit Spannbetonfertigteilen

Beim Bau einer kombinierten Kompostier- und Biogasanlage in Mörrum in Süd-Schweden wurden Spannbetonbehälter als Reaktoren und Lagerbehälter eingesetzt. Bei dem schlüsselfertigen und genau auf die Kundenanforderung abgestimmten Anlagensystem werden Bioabfälle vergoren. Das entstehende Biogas wird in einer Aufbereitungsanlage zu Biomethan konzentriert und als umweltschonender Alternativtreibstoff verkauft. Zwei kombinierte rechteckige Pfropfenstromfermenter mit einem Gesamtvolumen von ca. 2.000 m<sup>3</sup> bilden die Hauptkomponente des Systems (Bild 12).

Die Fermenter sind in Sandwichbauweise (mit integrierter Wärmedämmung und Stahlbetonvorsatzschale) ausgeführt und mit einem speziell für die Bearbeitung von Bioabfall konzipiertem, horizontal laufenden Rührwerk ausgestattet. Bei einer Temperatur von ca. 55 °C werden die Abfälle nahezu komplett vergoren und gleichzeitig potenzielle Krankheitserreger abgetötet. In einem zweiten Verfahrensschritt werden Fest- und Flüssigphase des vergorenen Materials getrennt, die flüssigen Gärreste werden in einem ebenfalls in Spannbetonfertigteilbauweise ausgeführten Gärrestlager mit einer Speicherkapazität von ca. 4.000 m<sup>3</sup> gelagert (Bild 13) und als sinnvolle Alternative zum Kunstdünger der Landwirtschaft zugeführt.

Bei Spannbetonfertigteilbehältern bilden angerundete Wandelemente eine Kreiszyinderschale. Die Lastabtragung der vorwiegend horizontalen Beanspruchung aus Füllgut- und Gasdruck erfolgt primär durch Membranspannung in Ringrichtung. Diese Ringzugkräfte werden durch Vorspannkabel aufgenommen, welche in die Behälterwände integriert werden. Dadurch ist bei allen Lastfällen sichergestellt, dass die Behälterwand und die mit Zementmörtel aus injezierten Fugen jederzeit verstärkt unter Druck stehen und dass Rissfreiheit und Dichtigkeit gewährleistet sind. Das Prinzip der aus injezierten und rissfrei überdrückten Fugen wird auch in der Ausführung von Rechteckbauwerken, wie beispielsweise Pfropfenstromfermentern angewandt.

Die Bemessung der Spannbetonbehälter erfolgt in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ [14] mit der Beanspruchungsklasse 1 (für drückendes und nicht drückendes Wasser) und Nutzungsklasse A (kei-





Bild 13: Gärrestlager

ne Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche). Eine Rissbreitenbeschränkung  $w_k = 0,15$  mm gewährleistet die erforderliche technische Wasser- und Gasdichtigkeit der Behälter sowie der Stahlbetonabdeckung. Insgesamt wurden ca. 150 Spannbetonfertigteile mit einem Einzelgewicht von bis zu 24 t und einem Gesamtgewicht von über 900 t verbaut. Hinzu kamen ca. 300 m<sup>3</sup> Ortbeton.

Die Festigkeitsklasse des Fertigteilbetons lag bei C35/45 für die Pfropfenstromfermenter (gleich bleibender Füllstand, zusätzlicher Schutzüberzug der Betonflächen im Gasraum) bzw. C55/67 für das Gärrestlager (wechselnder Füllstand) unter Verwendung von CEM II/A 52,5N. Durch den gewählten hochwertigen Zement wird bei einer optimierten Packungsdichte von Gesteinskörnung, Bindemittel und Zusatzstoffen eine verfeiner-

te Porenstruktur des Betons bei gleichzeitig verarbeitungsfreundlichen und praxismgerechten Frischbetoneigenschaften erzielt. Dadurch wird ein erhöhter Widerstand gegen chemischen Angriff, beispielsweise durch biogene Schwefelsäure (zulässiger pH-Wert = 3,5) erreicht.

Labortechnische Untersuchungen bescheinigen dem verwendeten Fertigteilbeton – zusätzlich bedingt durch sehr niedrige Wasserzementwerte sowie das optimale Herstellungsverfahren – eine sehr niedrige Kapillarporosität und somit eine außergewöhnlich hohe Wasser- und Gasdichtigkeit. Die Behälter werden unter anderem für Vollfüllung unter Berücksichtigung der Mediendichte und des zulässigen Gasüberdrucks sowie der Temperaturgradienten im Bauteilquerschnitt bemessen (Medientemperatur bis ca. 55°C).



Bild 14: Rechteckiger Betonfertigteilvermenter nach der Fertigstellung

## Bautafel

Projekt	Bau einer kombinierten Kompostier- und Biogasanlage in Mörrum/Schweden
Bauherr	Västblekinge Miljö AB, Schweden
Gesamtplanung und Ausführung	Eisenmann AG, Böblingen
Bautechnische Planung und Fertigteilterstellung	Drössler GmbH Umwelttechnik, Siegen

Nach einer Bauzeit von ca. 8 Wochen für die Reaktoren und den Lagerbehälter wurde die Anlage Ende 2012 fertiggestellt und in Betrieb genommen (Bilder 14 und 15). Sie zeichnet sich durch eine hohe Zuverlässigkeit und Prozesssicherheit aus.

## Literatur

- [1] Fachverband Biogas e.V.: Branchenzahlen 2012 und Prognose der Branchenentwicklung 2013, [www.biogas.org](http://www.biogas.org)
- [2] Biogas-Betreiberdatenbank NRW 2012, [www.landwirtschaftskammer.de](http://www.landwirtschaftskammer.de)
- [3] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau. Deutsches Institut für Normung, Berlin
- [4] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau. Deutsches Institut für Normung, Berlin
- [5] TRWS 793: Technische Regel wassergefährdender Flüssigkeiten 793 – Anlagen zur Gewinnung von Biogas. Deutsche Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (in Erarbeitung)
- [6] DIN 11622: Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrtilos (zzt. in Überarbeitung)
- [7] DAfStb-Heft 600 – Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 2012
- [8] Middel, M. (Hrsg.) u.a.: Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton. Planung, Bemessung, Ausführung. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2013
- [9] Kampen, R.; Bose, T.; Klose, N.: Betonbauwerke in Abwasseranlagen. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2011
- [10] DIN 1045-2:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [11] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Weiße Wannen – einfach und sicher. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2009
- [12] DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2001
- [13] Zement-Merkblatt LB 14 „Beton für Behälter in Biogasanlagen“ <http://www.beton.org/fileadmin/pdfpool/Zementmerkmale/LB14.pdf>
- [14] DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2003



Foto: Eisenmann AG

Bild 15: Seitenansicht der Anlage in Mörrum/Süd-Schweden

# Regionale und dezentrale Energieversorgung – Biomassenutzung am Beispiel Thüringen

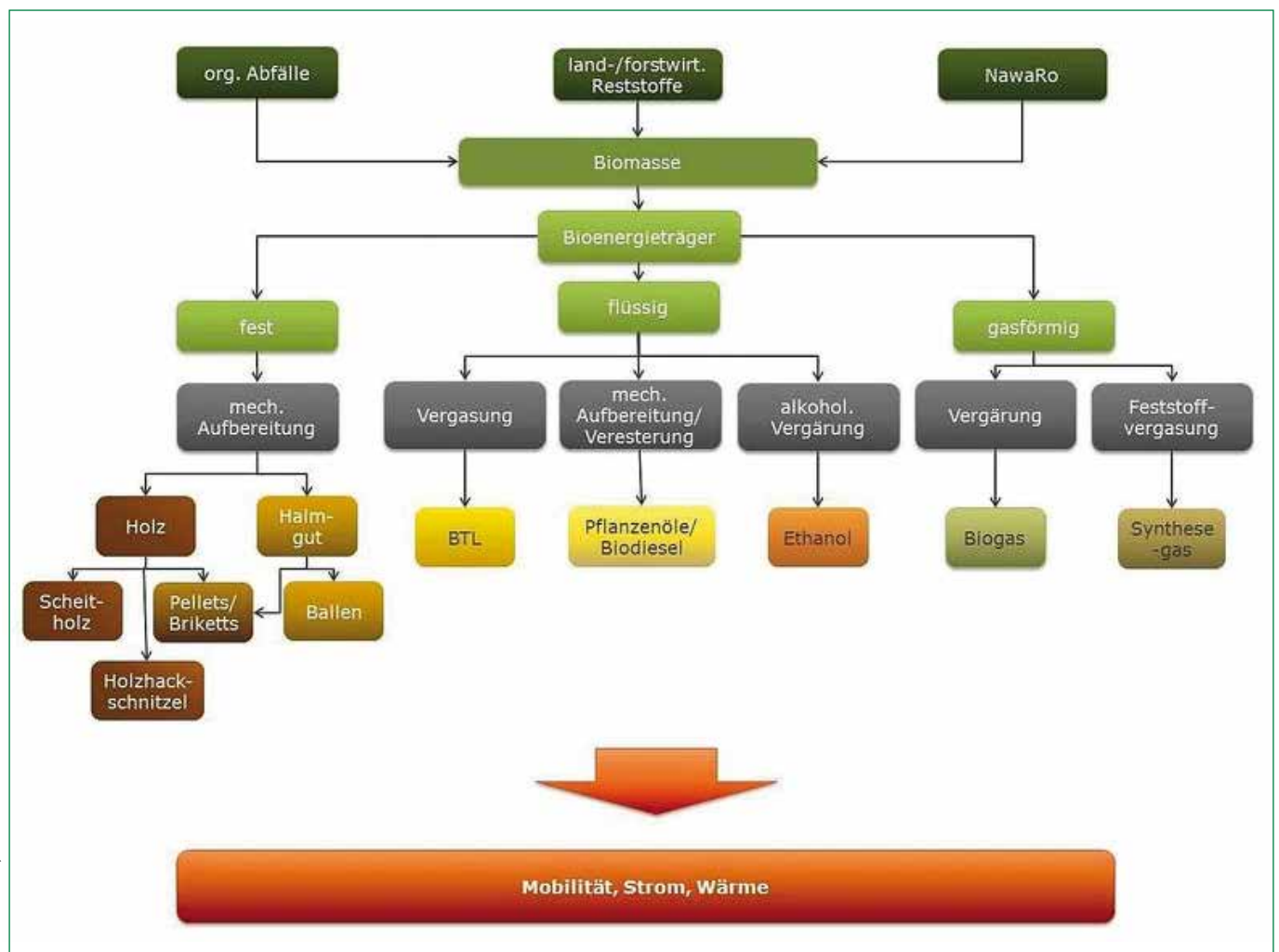
Von Thomas Richter, Hannover, und Wolfgang Schäfer, Berlin

Ohne Bioenergie kann die Umwandlung unserer Energieerzeugung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien kaum gelingen. Biomasse ist dabei jede organische Substanz pflanzlichen, tierischen oder menschlichen Ursprungs. Biomasse ist ein natürlicher Speicher der Sonne. Sie kann zur Energieerzeugung in Form von Strom, Wärme oder Treibstoffen eingesetzt werden. 2012 betrug der Anteil der Biomasse am Endenergieverbrauch in Deutschland 8,2% (7,2% des Stromverbrauchs, 9,2% des Wärmebedarfs und 5,7% des Kraftstoffverbrauchs). Über 60% der Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen erfolgte durch die verschieden energetisch genutzten Biomassen. Beim Einsatz von Biomassen kann zwischen nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo), land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen und organischem Abfall unterschieden werden, Bild 1 [1].

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und die Thüringer Landesgesellschaft mbH führen regelmäßig Besichtigungen und Rundfahrten zu innovativen Unternehmen der Biomasseverwertung durch, um die Biomassenutzung in Thüringen weiter voran zu bringen. Im Folgenden wird von einigen interessanten Stationen dieser Rundfahrten berichtet. Thüringen will 2020 ca. 30% des Endenergieverbrauchs aus regenerativen Energien decken, Biomasse soll dazu einen wesentlichen Anteil beitragen. Derzeit stellt Biomasse in Thüringen mit 80% den größten Teil der Energieerzeugung aus regenerativen Energien. Die Thüringer Landesregierung hat dazu ein Eckpunktepapier „Neue Energie für Thüringen“ als Handlungsanleitung verabschiedet [2].

## Agrargenossenschaft Wöllmisse in Schlöben – energetische Wirtschaftskreisläufe

Matthias Klippel von der Agrargenossenschaft Wöllmisse in Stadtroda-Gernewitz (Saale-Holzland-Kreis) erläuterte die landwirtschaftlichen und energetischen Wirtschaftskreisläufe in seinem Betrieb. Dazu gehört auch die eigene Herstellung von Rapsölkraftstoff, mit dem sich besonders die meist unter Vollast laufenden Schlepper betreiben lassen, was für den ganzen Betrieb einem Gesamttreibstoffersatz von 30% bis max. 50% entspricht. Derzeit werden jährlich ca. 600 t Raps zu 200 t Rapsöl und 400 t Presskuchen verarbeitet.



Grafik: Biobeth, Erfurt

Bild 1: Energetische Biomassenutzung





Bild 2: Zwei „flüsterleise“ Blockheizkraftwerke in Schlöben

Auf rund 2000 ha Ackerland sowie 90 ha Grünland werden Marktfrüchte (Weizen, Braugerste, Futtergerste, Roggen und Körnermais) angebaut sowie eine Milchproduktion und die eigene Aufzucht von Färsen und Mastrindern betrieben. Die Rinder sind dankbare Abnehmer des Rapsölpresskuchens. Öffentlichkeitswirksam vermarktet die Genossenschaft auch Stroh und Heu in verschiedenen Ballengrößen und -formen, organisiert das „Strohfest“ der Gemeinde Schlöben und einen Strofigurenwettbewerb.

Seit 2009 ist die Agrargenossenschaft gemeinsam mit der Gemeinde und Bürgern Mitglied in der „Bioenergiedorf Schlöben eG“, die regional Strom und Wärme aus Biomasse erzeugt. Das Agrarunternehmen ist dabei vor allem für die Bereitstellung der

Gärsubstrate für die Biogasanlage und die Verwertung der Gärreste zuständig. Hierzu wurden Neubauten mit Stahlbetonfertigteilen für große Silagesilos vorgenommen.

### Bioenergiedorf Schlöben

Schlöben ist Thüringens erstes und bereits mehrfach ausgezeichnetes Bioenergiedorf. Dort stellte Hans-Peter Perschke, Bürgermeister der Gemeinde Schlöben und Vorstandsmitglied der Bioenergiegenossenschaft, das Konzept vor. Klimafreundliche, regional erzeugte Elektrizität und Wärme werden bereitgestellt durch eine Biogasanlage mit drei über eine Gasleitung angeschlossenen Satelliten-Blockheizkraftwerken (Zündstrahl-BHKW, je 265 kW<sub>el</sub> elektrische Leistung) und einen Holzhackschnitzelkessel, der aber nur gelegentlich bei Temperaturen unter -5 °C angeworfen wird, Bilder 2 bis 4. Das 6 km lange Nahwärmenetz wurde zusammen mit einem förderungswürdigen Leerrohrsystem eines NGA-Netzes (next generation access network) für die leitungsbasierte Breitbandvernetzung jedes Haushaltes der Gemeinde gebaut. Die dadurch kostengünstig ermöglichte Anbindung ans schnelle Datennetz ist ein wichtiger Standortvorteil.

Gleich neben der Heizzentrale stehen zwei Container mit baugleichen BHKWs in flüsterleiser Bauweise, die bei der Stromerzeugung das Nahwärmenetz in Schlöben speisen und auch die Getreidetrocknungsanlagen der Agrargenossenschaft versorgen. Mit Wärme und Strom werden dann noch ca. 80 Häuser sowie Schule, Kindergarten und Tierpension versorgt, was die Gemeinde durch die genossenschaftliche Einbindung der Haushalte und Betriebe wirtschaftlich stabilisiert und letztlich



Bild 3: Zündstrahl-BHKW (265 kW<sub>el</sub>) im schalldichten Container



Foto 4: Holzhackschnitzel-Kessel



Bild 5: Fermenter und Nachgärer am Standort Mennewitz

die Umwelt entlasten hilft. Das entfeuchtete Gas kommt aus der 1,6 km entfernten Biogasanlage auf der anderen Talseite oben, am Standort Mennewitz, über eine 2,1 km lange Gasleitung in den Ort.

Dort oben, in der Nähe des Milchviehstalls, stehen die aus monolithischem Stahlbeton 6 m hoch errichteten Fermenter (Ø 25 m, 2 945 m<sup>3</sup>) und Nachgärer (Ø 28 m, 3 694 m<sup>3</sup>) beide mit Wand- und Bodenheizung, Holzdecke, biologischer Entschwefelung sowie Tragluftdach. Daneben befinden sich zwei ebenso große unverkleidete Gärrestlager aus makellosem „Sichtbeton“, Bilder 5 und 6. Hier arbeitet seit der Inbetriebnahme 2011 auch das dritte Zündstrahl-BHKW zur konstanten Temperierung der Fermenter auf 40 °C über die einbetonierten Heizungsrohre in Boden und Wänden der Fermenter und zur Versorgung der Ställe und nahen Gebäude mit Strom. Eine Molchstation ermöglicht die Reinigung der nach Schlöben zu den BHKWs führenden Gasleitung. In der Biogasanlage werden vor allem Gülle und Festmist aus dem benachbarten Kuhstall eingesetzt sowie Mais- und Silphiesilage. Die Beschickung erfolgt über eine automatische Dosier- und Fördereinrichtung; eine Überlaufleitung befüllt den Nachgärer.

Mit dem robust ausgelegten Holzhackschnitzel-Heizkessel, der auch Waldrestholz und Holz aus der Feldrandberäumung ver-



Bild 7: Hackschnitzel-Lager



Bild 6: Blick in den Fermentergasraum

trägt, kann der zusätzliche Wärmebedarf selbst bei klirrender Kälte voll abgedeckt werden, so dass der für Notfälle in der Heizzentrale installierte Biogaseisheizkessel wohl weiterhin ungenutzt bleiben wird, Bild 7. Durch den hohen Wärmebedarfsdeckungsgrad der Gemeinde können die öffentlichen Fördermittel optimal ausgenutzt werden, und das ermöglichte einen günstigen Einstandspreis für die Genossenschaftsmitglieder und eine niedrige Grundgebühr für die Anschlussleistung, zu der natürlich noch der tatsächliche Verbrauch an Strom und Wärme kommt. Das ist einer der Gründe für viele Anfragen zugewilliger Haushalte.

### Gewächshausheizung mit Biogasabwärme in Großaga

In einem Bio-Gewächshaus wachsen in Großaga bei Gera Gurken und Tomaten auf Erdbeeten, die mit Kompost aus der Feststoffseparierung eines Biogas-Nachgärers und Mist gedüngt und mit Regenwasser bewässert werden, Bilder 8 und 9. Für eine nahezu ganzjährige Produktion liefert die benachbarte Biogasanlage die benötigte (Ab-)Wärme. Die Gewächshausanlage wird von der Lebenshilfe in Gera betrieben, die dort über 40 Arbeitsplätze für Menschen geschaffen hat, die im täglichen Leben auf Unterstützung angewiesen sind. Unter 10 000 m<sup>2</sup> Glasdach werden in einem der modernsten Gewächshäuser Europas rund 2 t Gurken und Tomaten am Tag geerntet.

Zur besseren Nutzung schwieriger Substrate, wie Stallmist und Grassilage ist die Biogasanlage mit einer unterirdischen Hydrolysevorstufe (200 m<sup>3</sup>) ausgerüstet, die einen Fermenter mit 20 m Durchmesser (1 570 m<sup>3</sup>) beschickt, Bild 10. Dazu gehört ein Gärrestlager/Nachgärer mit 1 727 m<sup>3</sup> mit Separierung für den Biodünger. Eine technische Besonderheit ist die Hydroschleuse mit Wiegebalken zum Beschicken der Vorstufe durch einen Radlader, wobei die Anlagensteuerung die aufzubehaltenden Anteile Silage bzw. Mist über ein Wiegedisplay anzeigt. Durch diese Schleuse und einen Bioabluftfilter wird eine Geruchsbelästigung minimiert. Die 2011 in Betrieb genommene Anlage hat eine elektrische Leistung von 250 kW<sub>el</sub> und ist für die Erweiterung um ein weiteres BHKW ausgelegt, wenn das Gewächshaus vergrößert wird.





Bild 8: Gewächshaus des Biohofes Aga

### Biomethaneinspeisung Grabsleben

Die GraNott Gas GmbH betreibt seit 2010 in Grabsleben bei Erfurt eine Biogasanlage und versorgt eine Biogasaufbereitungsanlage der Ohra Energie GmbH mit Biogas und Wärme aus einem Blockheizkraftwerk. Die etwa 700 Nm<sup>3</sup>/h Rohbiogas werden zu 350 Nm<sup>3</sup>/h Biomethan aufbereitet und in das Hochdrucknetz der Erdgasversorgungsgesellschaft Thüringen-Sachsen (EVG) eingespeist. Damit werden mehr als 30 Mio. kWh regenerative Energie im Erdgasnetz zur Verfügung gestellt. Die Anlage gehört zu den kleineren in Deutschland (die größte Anlage in Güstrow speist 5 000 Nm<sup>3</sup>/h ein). Nm<sup>3</sup> bedeutet Normalkubikmeter und ist die Gasmenge, die unter festgelegten Bedingungen ein Volumen von 1 m<sup>3</sup> einnimmt. Seit 2012 nimmt die Anlage am Regelenergiemarkt teil. Vorgestellt



Bild 9: Tomaten im Gewächshaus mit Bodenheizung



Bild 10: Hydrolyseschleuse der Biogasanlage, im Hintergrund Silagelager



wurde die Anlage vom Geschäftsführer der GraNott, Thomas Balling und Michael Frank von der Ohra Energie. Die Entscheidung für eine Einspeiseanlage fiel, weil große Wärmeabnehmer vor Ort fehlen. Die Aufgabenteilung wird von den Partnern als win-win-Situation eingeschätzt. Die GraNott kann sich auf die Biogasanlage konzentrieren, der örtliche Energieerzeuger bringt seine Spezialkenntnisse des Gasmarkts und der Gas-einspeisung ein. Die Versorgung mit Gärsubstrat übernehmen zwei Landwirte aus der Umgebung. Täglich werden ca. 45 t Substrat in die sechs Fermenter gefüllt, Bild 11. Neben Ganzfruchtsilage (Mais) wird Zuchtsauengülle und Hühner trockenkot eingesetzt. Der Gülleanteil liegt bei über 30 %, der Feststoffanteil in den Fermentern bei ca. 8 %. Die Silagelagerkapazität auf dem Gelände beträgt ein bis zwei Jahre, die Substratversorgung ist vertraglich auf 20 Jahre gesichert, Bild 12. Die Silagesickersäfte werden der Anlage zugeführt, Regenwasser der Fahrflächen und der abgedeckten bzw. leeren, gereinigten Silos wird über drei Versickerungsbecken mit insgesamt 600 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen entwässert.

Das Rohgas wird in zwei Stufen über Aktivkohle entschwefelt. Die Aufbereitung zu Biomethan erfolgt in einem drucklosen Aminwäscher auf unter 1 % Kohlendioxid, anschließend wird das Gas getrocknet, Bild 13. Die erforderliche Wärme für die Aminwäsche liefert das Blockheizkraftwerk der Biogasanlage (625 kW<sub>el</sub> + 670 kW<sub>thermisch</sub>). Das Blockheizkraftwerk beheizt außerdem das Betriebsgebäude und die Biogasanlage selbst. Eine Konditionierung des Biomethans (mit Butan oder Propan) zur Brennwertangleichung mit dem Erdgas ist nicht erforderlich. Die Einspeisung ins Hochdrucknetz wird als vorteilhaft betrachtet, da eine kontinuierliche Abnahme erfolgt, auch wenn eine höhere Verdichtung des Gases erforderlich ist.

Ballinger schätzt ein, dass der Hype auf erneuerbare Energien vorbei ist und hofft auf „ruhigeres Fahrwasser“. Perspektivisch wird eine zweite Einspeiseanlage bei Sangerhausen sowie die Erweiterung der Gärsubstrate auf weitere Feststoffe geplant.

### Heizhaus Gierstädt – Erdgas-BHKW und Biomassekessel

Ab 1979 wurde in Gierstedt (Landkreis Gotha) ein Heizhaus zur Heißdampf-Wärmeversorgung mit vier Kesseln auf Rohbraunkohle-Basis betrieben (Kohlebedarf ca. 10 000 t/a). Gleichzeitig wurde ein ca. 5 km langes, unterirdisches Verteilernetz aufgebaut. Diese unter den ökonomischen Bedingungen der DDR typische Lösung wurde 1991/92 durch zwei Ölkessel ersetzt. 2000 übernahm der heutige Geschäftsführer der Energieverbund Gierstedt GmbH und der Energiewald Thüringen GmbH das Heizhaus und stellte auf einen 835 kW-Biomassekessel mit Holzkackschnitzeln um. Der Kessel eines heute nicht mehr auf dem Markt aktiven Anbieters erwies sich als wenig zuverlässig, so dass 2012 auf einen neuen 700 kW-Biomassekessel umgestellt wurde. Außerdem ist ein Erdgas-Blockheizkraftwerk mit 140 kW<sub>el</sub> und 210 kW<sub>thermisch</sub> installiert, Bild 14. Das Nahwärmenetz wurde grundlegend erneuert und an die aktuelle Abnehmerstruktur angepasst (Länge 1,1 km). Durch das Nahwärmenetz wird Wärme vom BHKW und vom Biomassekessel an Unternehmen im naheliegenden Gewerbegebiet, an den Kindergarten, das Einkaufszentrum sowie ein Wohngebäude mit 24 Wohnungen verteilt, Bild 15. Weitere Wohnungen und ein Neubaugebiet sollen noch an das Wärmenetz angeschlossen werden. Die benötigten Holzhackschnitzel stammen vom Ro-



Foto: Thomas Richter

Bild 11: Fermenter der Biogasanlage Grabsleben



Foto: Thomas Richter

Bild 12: Fahrsiloanlage



Foto: Thomas Richter

Bild 13: Biogasaufbereitung zu Biomethan



Foto: Thomas Richter

Bild 14: Heizhaus mit BHKW (Vordergrund), Pufferspeicher und Hackschnitzelkessel



Bild 15: Verteilung für das Nahwärmenetz

deholz der landschaftsprägenden Obstplantagen, die mehrere Agrarbetriebe auf der Fahner Höhe, einem Höhenzug zwischen Erfurt, Gotha und Bad Langensalza, auf ca. 1 300 ha betreiben (hauptsächlich Äpfel, aber auch Süß- und Sauerkirschen, Pflaumen, Holunder und Birnen). Jährlich werden 40 ha bis 60 ha gerodet. 1 m<sup>3</sup> Hackschnitzel wiegt ca. 200 kg und entspricht etwa 70 l Heizöl. Außerdem kommt Holz von regionalen Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden zur Verbrennung. Die Stromvermarktung des Blockheizkraftwerks erfolgt über den regionalen Stromversorger Energieverbund Gierstädt. Im Sommer wird nur das Blockheizkraftwerk modulierend je nach Stromabnahme betrieben.

Eine Nutzung des Hackschnitzelkessels im Sommer nur zur Warmwasserversorgung wäre unwirtschaftlich. Zur Pufferung im Wärmenetz dient ein 20 000 l großer Speichertank. Unter 3 °C reicht die Wärmeerzeugung des BHKW nicht mehr aus, der Hackschnitzelkessel kommt zum Einsatz. Die relativ träge Hackschnitzelheizung mit einer hydraulisch angetriebenen Rostfeuerung benötigt 3 h bis 4 h aus dem kalten Zustand zum Aufheizen. Die Hackschnitzel sowie der Aschebehälter werden mittels Lader transportiert, Bild 16. Für die Hackschnitzel dient eine überdachte Betonfläche zur Lagerung. Das Blockheizkraft-



Bild 16: Aufgabebereich für die Hackschnitzel

werk wurde vom Stromgroßabnehmer, dem regionalen Obstabsatzunternehmen finanziert. Für Hackschnitzelheizung und Nahwärmenetz betragen die Investitionskosten rund 400 000 €, davon 93 000 € Fördermittel für das Wärmeverteilungsnetz. Die Heiz- und Steuerungstechnik ist in einer großzügig dimensionierten Halle aus Stahlbetonfertigteilen untergebracht, was die Umbauten vereinfacht hat. Bei der Kostenkalkulation wird davon ausgegangen, dass die Hackschnitzel nur ca. 30 % der Kosten gegenüber Heizöl bei gleichem Heizwert verursachen.

### Biomasseheizung für die Schweinehaltung in Großvargula

Die Agrar GmbH Unstruttal in Großvargula (Landkreis Unstrut-Hainich) nutzt seit fast 10 Jahren eine Holzhackschnitzelheizung zur Wärmeversorgung der rund 3 000 Schweine, Bild 17.



Bild 17: Stallanlage in Großvargula





Bild 18: Biomasseheizkessel mit redundantem Ölbrenner

Die Schweine werden mit 27 kg Masse eingestallt (dänische Genetik). Das Landwirtschaftsunternehmen, das Eckhard Hunstock vorstellte, bewirtschaftet 1200 ha Land im Mitteldeutschen Trockengebiet und ist der größte Senfesaatenbauer Thüringens. Als optimal sieht Hunstock eine Betriebsgröße mit 15000 Schweinen an, allerdings hat der Standort Großvargula durch Unstrut und Wohnbebauung keine Ausdehnungsmöglichkeiten.

Die Entscheidung für die Hackschnitzelheizung fiel 2004 in einer Zeit, als sich Flüssiggas deutlich verteuerte. Als vorteilhaft wird auch eine gleichmäßigere Temperaturverteilung in den Ställen gegenüber der Beheizung mit Gaskanonen angesehen.

In dem langjährigen Betrieb der 540 kW-Hackschnitzelheizung zeigten sich aber auch Probleme:

- zu feuchtes Heizmaterial, („Heizen mit frischem Material macht keinen Spaß“)



Bild 20: Hackschnitzel im Aufgabebereich



Bild 19: Aufgabebereich für Hackschnitzel

- zu klein dimensionierter Pufferspeicher
- Ausfall von Sensoren
- unterschätzter Aufwand für Ersatzteilversorgung und Wartung

Als redundante Heizmöglichkeit lässt sich ein 350 kW-Ölbrenner in den Heizraum einschwenken, Bild 18. 1000 l Heizöl werden vorgehalten. Allerdings kann der Ölbrenner nicht arbeiten, wenn der Fehler durch die Schalt- und Steuerelektronik verursacht wird (erfahrungsgemäß dauert die Ersatzteillieferung ca. 10 Tage). Die (alten) Gaskanonen sind aber in den Ställen für Havariefälle verblieben. Die Aufgabe der Hackschnitzel erfolgt über Metallrechen und läuft sehr störungsfrei, allerdings würde Hunstock heute den Aufgabebereich dämmen, um Kondensation zu verhindern, Bilder 19 und 20. Bei der Beschickung stellt die Zellradschleuse ein Nadelöhr dar, sie reagiert empfindlich auf Störholz und benötigt ein hohes Drehmoment, Bild 21. Pro Jahr werden etwa 1000 m<sup>3</sup> Hackschnitzel benötigt und etwa zwei Jahre durch natürliche Belüftung vorgetrocknet. Verwen-



Bild 21: Kesselbeschickung über Zellradschleuse





Bild 22: Getreidetrocknung und -lagerung

det werden Hackschnitzel bis 10 cm Länge, evtl. auch 15 cm, wobei immer mit Störholz zu rechnen ist. Eine in der Anlage vorgesehene Trocknung der Hackschnitzel durch Wärme der Heizung wird nicht benutzt, da sie zu viel Wärmeenergie verbraucht. Die Heizungsanlage wird einmal im Jahr gespült, um Verstopfungen in den Rohrleitungen zu verhindern.

Bei einer Neuinvestition würde Hunstock neben Hackschnitzeln auch Stroh in Erwägung ziehen, bei dem ein Überangebot existiert. Allerdings müssen die Themen Abgas und Asche bei der Strohheizung gelöst werden.

Am Standort wird noch eine Getreidetrocknungs- und -lageranlage mit 4 x 500 m<sup>3</sup> Silozellen und 2 x 3000 m<sup>3</sup> Silozellen betrieben, die auf Wiegezellen stehen, Bild 22. Allerdings wird die versprochene Genauigkeit der Verwiegung von unter 1 kg nicht erreicht.

### Pelletheizung in Udestedt

Die Landwirte Matthias und Michael Winzer betreiben in Udestedt (Landkreis Sömmerda) einen Marktfruchtbetrieb mit 270 ha Land. Spezialisiert haben sie sich auf die Vermehrung von Blumensamen (80 ha, Ringelblumen, Wicken, Kornblumen). Außerdem werden z.B. Speiseerbsen angebaut. Für die Beheizung von fünf Wohneinheiten des Hofes mit 600 m<sup>2</sup> Wohnfläche setzen die Winzers seit 2008 einen 40-kW-Pelletkessel ein, der auch Strohpellets verbrennt, Bild 23. Jährlich werden etwa 3 t bis 4 t selbstgepresste Strohpellets verbrannt. Über dem Heizkessel ist im Gebäude eine Betondecke eingezogen, auf der bis zu 8 t Pellets lagern können. Bis auf den Austausch von Verschleißteilen gibt es keine Probleme mit der Heizung.

### Literatur

- [1] [www.biobeth.de](http://www.biobeth.de), 22.11.2013
- [2] Neue Energie für Thüringen. Eckpunkte der Landesregierung. Thüringer Landesregierung, Erfurt, 31.05.2011



Bild 23: Pelletheizkessel

# Fischtreppe Wolthausen – Eine Fischaufstiegsanlage mit besonderen Herausforderungen

Von Stefan Henze, Magdeburg

Infolge der gesetzlichen Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ergibt sich für viele Betreiber von Wasserkraftanlagen die Anforderung zum Bau einer Fischaufstiegsanlage (FAA). Im Folgenden wird über den Bau der FAA Wolthausen berichtet, bei dem einige besondere Herausforderungen zu lösen waren.

## Ausgangssituation

Die Wasserrahmenrichtlinie fordert die Herstellung eines „guten Gewässerzustands“ bis zum Jahr 2015. Zur Erreichung dieses Ziels ist bei Flussgebieten insbesondere die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für die Fischfauna von Bedeutung.

In Wolthausen, einer Ortschaft 10 km nordwestlich von Celle in Niedersachsen, betreibt der Eigentümer der historischen Mühle, Berthold von Limburg, eine Wasserkraftanlage. Die Anlage besteht aus einer Turbine und dem Mühlrad, das einen Generator antreibt. Der Mühlgraben wird von der Örtze, einem Gewässer II. Ordnung, gespeist. Historisch bedingt verfügte der Mühlgraben nicht über eine Fischaufstiegsanlage, so dass die Tiere des aquatischen Lebensraums keine Möglichkeit hatten, den Mühlgraben flussaufwärts zu durchwandern. Eine Absenkung des Mühlgrabens als Alternative zur FAA kam nicht in Frage, da diese neben der Stilllegung der Wasserkraftanlage auch eine Absenkung des Grundwasserspiegels mit negativen Folgen für die Fauna und Flora zur Folge gehabt hätte.

Als passioniertem Fischzüchter war für den Eigentümer der Wasserkraftanlage die Herstellung der Durchgängigkeit des Mühlgrabens durch den Bau einer Fischaufstiegsanlage von besonderer Bedeutung. Hierbei waren folgende Randbedingungen zu beachten:

- Fallhöhe zwischen den bestehenden Wasserständen 1,20 m
- Gesamtlänge der Fischaufstiegsanlage 26 m
- Mindestwassertiefe 0,50 m
- Wassermenge 130 l/s bis 300 l/s
- Leitströmung bei mittlerer Abflussmenge MQ 0,023 m/s bis 1,16 m/s (nur geringe Wasserspiegelschwankungen)

Neben den geometrischen und hydraulischen Eckdaten waren bei Planung und Ausführung der Fischtreppe örtliche Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Grundwasserspiegel zum Bauzeitpunkt nur 1,0 m bis 1,25 m unter GOK
- Verlauf des Mühlgrabens auf einer Länge von ca. 5,5 m unter einem denkmalgeschützten Gebäude
- Überquerbarkeit des Mühlgrabens auf einer Länge von 4,50 m mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen

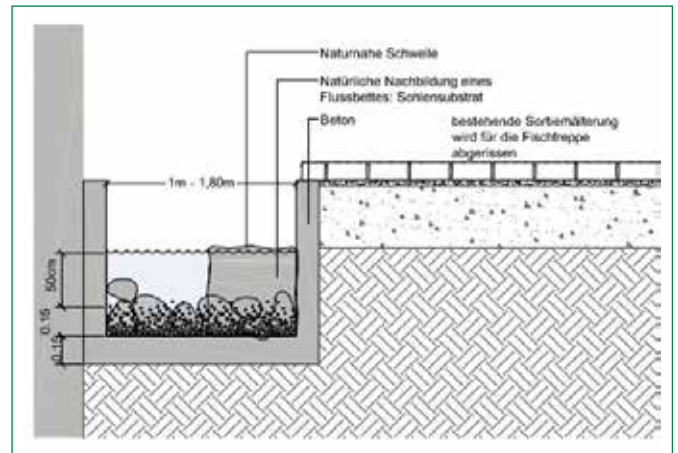


Bild 2: Querschnitt der FAA

## Hydraulische Auslegung

Die Geometrie der Fischaufstiegsanlage wurde mit Hilfe einer hydraulischen Berechnung festgelegt, um die Funktionsfähigkeit der FAA an mindestens 300 Tagen im Jahr zu gewährleisten. Die FAA wurde als Raugerinne mit Beckenstruktur geplant. Insgesamt wurden 10 Becken angeordnet, wodurch sich eine Wasserfallhöhe von 12 cm ergibt (Bilder 1 und 2). Die Beckenbreite beträgt 1,0 m. In der Ruhezone wurde die Beckenbreite auf 1,4 m vergrößert. Zur Vermeidung einer Verklauung (teilweiser/vollständiger Verschluss eines Fließgewässerquerschnitts durch Treibgut) wurde die Schlitzweite auf mindestens 30 cm festgelegt. Die Sohle der FAA wurde als natürliches Flussbett mit Steinschüttung und einem der Örtze entsprechendem Sohlschubstrat ausgeführt. Am Ein- und Ausgang der FAA kann der Wasserdurchfluss durch das Einlegen von Holzbohlen reguliert bzw. für Wartungsarbeiten vollständig unterbunden werden.

## Bautechnische Planung

Zum vorgesehenen Ausführungszeitraum war mit einem Grundwassersstand von 1,0 m bis 1,25 m unterhalb der Geländeoberkante zu rechnen. Da eine Absenkung des Grundwassers aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage kam, wurde die FAA von Beginn an als Stahlbeton-Fer-

Grafik: B.T.Innovation, Magdeburg



Bild 1: Längsschnitt der FAA

Grafik: B.T.Innovation, Magdeburg

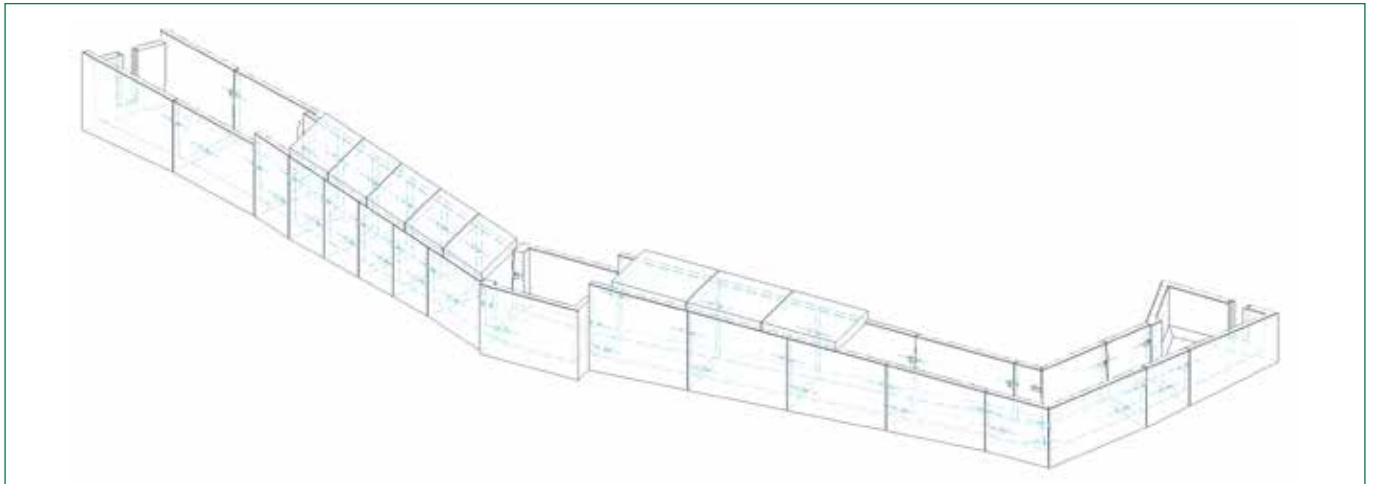


Bild 3: 3D-Modell zur Elementierung der FAA

tigteilkonstruktion geplant. Bei der Planung der FAA standen folgende Aspekte im Vordergrund:

- Minimierung des Eingriffs in die Umgebung während der Bauphase
- kurze Bauzeit
- maximale Elementeigenlast von 2 t

Zur Einhaltung der maximalen Elementeigenlast wurde die FAA in insgesamt 17 Elemente aufgeteilt. Für die Ausführungsplanung wurde ein 3D-Modell der gesamten Konstruktion erstellt. Mit Hilfe des 3D-Modells konnten die Informationen an der Schnittstelle hydraulische Planung/bautechnische Planung in kürzester Zeit abgestimmt und fehlerfrei zusammengeführt werden. Hierbei erwies sich das 3D-Modell (Bild 3) neben der integrierten Erstellung der Schal- und Bewehrungspläne insbesondere auch bei der korrekten Positionierung der Elementanker zur Verbindung der Fertigteillemente als äußerst vorteilhaft. Zur Verbindung der Fertigteillemente wurde aufgrund der positiven Erfahrungen bei anderen Objekten bewusst das BT-Spannschloss in Verbindung mit dem Abdichtband RubberElast von B.T.innovation gewählt. Die Kombination der Systeme ermöglicht es – auch bei ungünstigen Montageverhältnissen wie geringen Außentemperaturen, Regen oder erhöhten Bauteiltoleranzen – schnell und zuverlässig kraftschlüssige und wasserdichte Elementverbindungen herzustellen. Das verwendete Spannschloss kann eine Zugkraft von bis zu 43 kN und

eine Querkraft von bis zu 26 kN aufnehmen. Die Elementverbindung ist ohne Beachtung von Aushärtezeiten sofort voll belastbar und dauerhaft druckwasserdicht. Abdichtband und Spannschloss besitzen ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis bzw. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

### Vorfertigung

Alle Betonelemente der FAA wurden in Magdeburg vorgefertigt. Aufgrund der konstanten Breite und des konstanten Gefälles der U-förmigen Normalelemente konnte für die Produktion eine universell einsetzbare Kernschalung zur Anwendung kommen. Nur die unterschiedlichen Elementlängen und -höhen wurden mit geringem Aufwand individuell angepasst. Als äußere Schalung konnte eine konventionelle Rahmenschalung eingesetzt werden. Die Aussparungen und Wellenanker zur Montage des BT-Spannschlusses konnten mit Hilfe der zugehörigen Aussparungskörper präzise und schnell an den hierfür vorgesehenen Positionen befestigt werden. Für das Ein- und Auslaufelement sowie das Ruhezonenelement war jeweils ein individueller Schalungsbau erforderlich (Bild 4). Hierbei stellte die Herstellung der Kernschalung aufgrund des unregelmäßigen Elementgrundrisses in Verbindung mit dem Gefälle des Elementbodens eine hohe schalungstechnische Herausforderung dar. Die Herstellung der Elementdeckel erfolgte mit Hilfe eines Magnet-Schalungssystems. Für die Vorfertigung der Elemente standen aufgrund des festgesetzten Verlade- und Montagetermins nur 15 Tage zur Verfügung.

### Montage

Alle Elemente der FAA wurden mit zwei Transporten innerhalb von zwei Tagen zum Aufstellort gebracht. Bei der Montage der FAA wurde mit den innenliegenden Elementen begonnen. Das Ein- und das Auslaufelement zur Anbindung der FAA an den Mühlgraben wurden zur Vermeidung bzw. Reduzierung einer Wasserhaltung zum Schluss montiert. Eine besondere Herausforderung stellte die Montage der innerhalb des denkmalgeschützten Gebäudes liegenden sechs Elemente dar. Zur Montage der Elemente erfolgte zunächst der Bodenaushub unterhalb der Außenwand, die temporär abgefangen wurde. Anschließend wurden Bereiche der Dacheindeckung entfernt und die Elemente durch die Öffnung im Dach eingehoben (Bild 5).



Bild 4: Kernschalung „Auslaufelement“





Bild 5: Montage der Elemente innerhalb des denkmalgeschützten Gebäudes

Die insgesamt 16 Stoßfugen der Elemente ließen sich mit Hilfe des Spannschlusses und des Abdichtbands auch bei einem Wasserstand von bis zu 40 cm in der Baugrube problemlos kraftschlüssig und wasserdicht ausführen (Bild 6). Das Setzen der Elemente erfolgte mit vier Arbeitskräften in nur fünf Tagen.

### Fazit

Durch die „maßgeschneiderte“ Planung und Ausführung der FAA Wolthausen als Stahlbeton-Fertigteilkonstruktion war es nicht nur möglich, die Anlage innerhalb von sechs Wochen nach Auftragsvergabe zu realisieren, sondern auch den knap-



Bild 6: FAA während der Bauphase

pen Kostenrahmen des Auftraggebers einzuhalten. „Die ersten Meerforellen und Flußneunaugen haben die Fischtreppe bereits durchschwommen“, freut sich der Bauherr. Die fertiggestellte Fischtreppe zeigt das Bild 7.

### Bautafel

Bauherr	Berthold von Limburg, Wolthausen
Planung	Klaus Wiederkehr, Freier Landschaftsarchitekt, Nürtingen
Bauausführung	Gerling & Rausch Bauunternehmung GmbH, Magdeburg
Verbindung / Abdichtung der Betonfertigteile	B.T.innovation GmbH, Magdeburg



Bild 7: FAA nach der Fertigstellung

# Ausgegoren eingelagert – Sichere Fahrsilos im Einklang mit neuen Regelwerken

Von Tom Kionka, Sulzdorf

*Für die wasserrechtlichen und bautechnischen Belange bei der Errichtung und dem Betrieb von Fahrsiloanlagen wird gerade der ordnungsrechtliche Rahmen neu verfasst. Betroffen sind landwirtschaftliche Betriebe und Biogasanlagen gleichermaßen. Am Markt gibt es bereits Produkte zur sicheren Lagerung von Silagen im Sinne künftiger Anforderungen. Silagesickersaft zählt zu den wassergefährdenden Flüssigkeiten. Ob dessen Herkunftsmaterial als Gärsubstrat in einer Biogasanlage bevorratet wird oder als Tierfutter im Fahrsilo eines Mastbetriebs, ist hinsichtlich des Wassergefährdungspotenzials unerheblich. Zwar werden beide Fälle in Zukunft wasserrechtlich getrennt geregelt, aber die bautechnischen Anforderungen an die Entwässerung der betreffenden Lagerflächen sind identisch.*

## Regelwerk

In Umsetzung des § 19 g, Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) alter Fassung waren Gewässerschutzanforderungen für JGS-Anlagen – Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften – bislang auf Länderebene geregelt. Mit Inkrafttreten der WHG-Novelle im März 2010 hat jedoch der Bund die Regelkompetenz für JGS-Anlagen übernommen. Die Neufassung des WHG enthält nun in § 62, Absatz 1, Satz 3 die für JGS-Anlagen maßgeblichen Bestimmungen. Federführend beim Bundesumweltministerium erfolgt momentan deren Umsetzung in eine „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (AwSV). Auf untergesetzlicher Ebene erstellen Arbeitsgruppen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA, Hennef) die „Technische Regel wassergefährdende Stoffe TRwS 792 – JGS-Anlagen“ sowie die „TRwS 793 – Biogasanlagen“. AwSV und beide TRwS werden voraussichtlich 2014 fertiggestellt. In Überarbeitung befindet sich die DIN 11622 „Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos“, die in Teil 5 bautechnische Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Fahrsilos regeln wird.

Nach Maßgabe des WHG müssen JGS-Anlagen so errichtet, betrieben und stillgelegt werden, dass Gewässer bestmöglich vor nachteiligen Veränderungen geschützt sind. Der bestmögliche Schutz gilt als gegeben, wenn wassergefährdende Stoffe nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik dicht umschlossen sind und wenn das Austreten aus einer Anlage zuverlässig und schnell erkannt werden kann. Dabei definiert die AwSV nicht Jauche, Gülle und Silagesickersaft allein als wassergefährdend, sondern generell auch das Silagegut selbst. Mit dieser Klassifizierung jeglicher eingelagerter Biomasse als

wassergefährdend, fallen neben den landwirtschaftlichen Silos zwangsläufig auch Biogasanlagen mit ihren Lagerflächen und -behältern für Gärsubstrate und Gärreste unter die Beregelung.

Für betroffene Betriebe und die Hersteller entsprechender Anlagen wirkt derzeit verunsichernd, dass es nach aktuellem Stand der Verordnungsgebung noch unklar ist, ob der JGS-Bereich in Zukunft tatsächlich bundesrechtlich oder – wie bisher – durch Ländervorschriften geregelt sein wird. Zwar sind Unterschiede hinsichtlich der materiellen Anforderungen an JGS-Anlagen einerseits und Gärsubstratlager andererseits laut Verordnungsgeber weder so noch so zu erwarten. Aber der momentan quasi rechtsunsichere Übergangszustand verhindert mangels belastbarer Normen die daran zu orientierende bauaufsichtliche Zulassung der erforderlichen Anlagenkomponenten. Zwar ist die Technik für morgen heute schon verfügbar. Jedoch blockiert der Gesetzgeber mit seiner Zögerlichkeit deren Weg in eine regelkonforme Vermarktung und Anwendung.

## Anforderungen

In der praktischen Umsetzung entstehen bei der Entwässerung von Silageflächen unterschiedliche Aufgaben mit zyklischer Abfolge: Im Verlauf eines Betriebsjahres kann auf der gleichen Fläche zunächst Gärssaft anfallen. Er tritt bei Nasssilagen und unter hohem Press- oder Walzdruck während der Beschickungsphase auf. Silos, die abgearbeitet werden, geben dann Sickersaft ab, der entsteht, indem Regenwasser mit der Silage in Kontakt kommt und dadurch in hohem Maß organisch belastet wird. Ist ein Silo nach der Befüllung abgedeckt oder im späteren Jahresverlauf schließlich geräumt und gereinigt, läuft aus dem Silo sauberes Niederschlagswasser ab.

Gärssaft und Sickersaft sind wertvolle Nährstoff- und Energielieferanten und werden deshalb zur Düngung oder als Einsatzmaterial in Biogasanlagen verwendet. Hierzu müssen sie in gesonderten Behältern gesammelt werden. Da beide Flüssigkeiten als wassergefährdend gelten, ergeben sich für Beschaffenheit und Betrieb der Vorratsbehälter Anforderungen hinsichtlich der Standsicherheit, der Dichtigkeit und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Inhaltsstoffen wie beispielsweise Säuren. Ganz anders verhält es sich bei unbelastetem Niederschlagswasser, das nach der Reinigung in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt werden soll. Je nach örtlichen Gegebenheiten geschieht das durch Versickerung oder Einleiten in ein Gewässer.



Foto: Mail

Bild 1: Im Kommen: neue wasserrechtliche Vorgaben für den Betrieb landwirtschaftlicher Fahrsilos





Bild 2: Ebenfalls von den rechtlichen Neuregelungen betroffen: die Einlagerung der Gärsubstrate und Gärreste von Biogasanlagen

Somit ergeben sich bei der Entwässerung von Silageflächen aus Sicht des Gewässerschutzes zwei Aufgaben, die im Sinn des Regelwerks zuverlässig zu lösen sind: Zum einen gilt es, organisch stark belastete Abläufe und Regenabläufe getrennt zu erfassen. Und zum anderen sind die belasteten Abläufe in geeigneter Weise zu behandeln oder in Behältern zu sammeln.

### Lösungen

Systembausteine, die schon heute den Anforderungen der kommenden Regelwerksarchitektur entsprechen, werden bereits von der Industrie angeboten. Beispielsweise sind dies das Ablaufelement ThermoDuo sowie der Sickersaftbehälter ThermoSil des Herstellers Mall. Beide Produkte sind vorgefertigte und geprüfte Bauteile, deren Einbau sich mittels genormter und werkseitig vorbereiteter Verbindungstechnik ausgesprochen einfach gestaltet. Für dauerhafte Dichtigkeit sorgt die rissüberbrückende Epoxidharzbeschichtung ThermoSave. Sie schützt die Betonbauteile vor chemischen Angriffen und ist vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt, Berlin) für die Verwendung in JGS-Anlagen zugelassen (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung).

ThermoDuo löst die Ablaufsteuerung auf sichere Weise. Das Entwässerungselement verfügt über zwei Abläufe: einen für Regenwasser sowie einen für Gär- oder Sickersaft. Vor der Befüllung des Silos wird der Regenwasserablauf mit einem einfachen Stopfen wasserdicht verschlossen. Alle nun anfallenden Flüssigkeiten gelangen über den Schmutzwasserablauf in den Sickersaftbehälter. Sobald das Silo abgewirtschaftet und gereinigt ist, wird der Stopfen umgesetzt, so dass der Regenwasserablauf jetzt das gering belastete Niederschlagswasser erfasst und der dezentralen Behandlungsanlage zuführt. ThermoDuo wird als monolithisch gegossenes Betonelement gefertigt. Der Zulauf trägt eine Gitterrostabdeckung, die neben Gussstahl auch in GFK und Edelstahl erhältlich ist. Die beiden Abläufe sind mit dem Durchmesser DN 150 ausgeführt.

Der Stahlbetonbehälter ThermoSil dient speziell zum Sammeln von Gär- und Sickersaft. Wie ThermoDuo ist er ebenfalls fugenfrei gegossen und mit der bauaufsichtlich zugelassenen ThermoSave-Beschichtung ausgekleidet. In Verbindung mit seiner geprüften Typenstatik genügt er schon heute den Anforderungen, die morgen gelten werden. ThermoSil ist in unterschiedlichen Größenvarianten mit Volumina von 3,6 m<sup>3</sup> bis 19,0 m<sup>3</sup> erhältlich. Rohreinführungen werden werkseitig mit dauerhaft dichten, elastischen und medienbeständigen Materialien vorbereitet, soweit die hierfür erforderlichen Daten vor der Auslieferung bekannt sind. Das gewährleistet den einfachen

und schnellen Einbau bei gleichzeitig sicherer Ausführung der Anschlüsse. Mit den Behälterdurchmessern 2,00 m und 2,50 m ist ThermoSil sowohl mit konischer als auch mit flacher Abdeckung in LKW-befahrbarer Ausführung lieferbar; bei der Bauvariante mit 3,00 m Durchmesser können die flachen Abdeckplatten mit LKW, die Konen jedoch nur mit PKW befahren werden.

### Anwendungsbeispiel

Das Schweinezuchtunternehmen SKS Schulze König im münsterländischen Steinfurt züchtet Jungsaunen aus der Anpaarung von Yorkshire- und Landrasse-Reinzuchtsauen und vermarktet direkt an die aufnehmenden Ferkelerzeugerbetriebe in ganz Deutschland. 2011 hat SKS seinen Betrieb um eine Biogasanlage erweitert. Dadurch ergab sich die Notwendigkeit, anfallenden Silagesickersaft im Rahmen der ordnungsrechtlichen Vorgaben umweltsicher aufzufangen und zu verwerten. Die von Mall entworfene und in allen Anlagenkomponenten gelieferte Lösung bestand aus der Kombination eines Sickersaftbehälters ThermoSil mit einer Sedimentationsanlage vom Typ Via-Sedi. ThermoSil sammelt die von gefüllten Silageflächen ablaufenden Sickersäfte, die dann zur energetischen Verwertung in den Nachgärer der Biogasanlage gepumpt werden. Regenwasserabflüsse aus geräumten Silos sowie auch von mitunter verschmutzten betriebseigenen Verkehrsflächen gelangen in die Sedimentationsanlage. Hier setzen sich mitgeführte Verunreinigungen ab, was die nachgeordnete Versickerungsmulde vor Verschmutzung schützt.



Bild 3: Je nach Bewirtschaftungsphase leitet das Entwässerungselement ThermoDuo über den RW-Ablauf den Regen oder über den SW-Ablauf Sickersaft bzw. verschmutztes Regenwasser aus dem Silo.



Bild 4: Ausgegoren eingelagert: Der Stahlbetonbehälter ThermoSil speichert Sickersaft schon heute nach den Normen von morgen.



## BetonMarketing Deutschland

BetonMarketing Deutschland GmbH  
Steinhof 39, 40699 Erkrath  
bmd@beton.org

## Kontakt und Beratung vor Ort

### BetonMarketing Nordost

BetonMarketing Nordost  
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH  
Anderter Straße 99D  
30559 Hannover  
Telefon 0511 554707-0  
hannover@betonmarketing.de

Teltower Damm 155  
14167 Berlin  
Telefon 030 3087778-0  
berlin@betonmarketing.de

### BetonMarketing Süd

BetonMarketing Süd GmbH  
Gerhard-Koch-Straße 2+4  
73760 Ostfildern  
Telefon 0711 32732-200  
info@betonmarketingsued.de

Beethovenstraße 8  
80336 München  
Telefon 089 450984-0  
info@betonmarketingsued.de

### BetonMarketing West

BetonMarketing West  
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH  
Neustraße 1  
59269 Beckum  
Telefon 02521 8730-0  
info@bmwest.de