

Einsatz von Mess- und Automatisierungstechnik auf modernen Biogasanlagen – Ergebnisse großtechnischer Anwendungen

Regenerative Energien, allen voran die Erzeugung von Biogas aus anaeroben Vergärungsprozessen, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der überwiegende Teil der zurzeit existierenden Biogasanlagen ist allerdings nur zu einem geringen Umfang mit Mess-, Steuer- und Automatisierungstechnik ausgestattet. Dies ist einer der Gründe dafür, dass viele Biogasanlagen suboptimal funktionieren oder gar in kritischen Belastungsbereichen gefahren werden und ausfallen.

Unter den regenerativen Energien gewinnen Biogasanlagen auf Grund zahlreicher Vorteile weltweit immer mehr an Bedeutung: Der Biogasherstellungsprozess (dezentral) ist ein integriertes System aus Ressourcennutzung, Behandlung organischer Abfälle, nachwachsender Rohstoffe bzw. Wirtschaftsdünger, Nährstoffrecycling und einer nachhaltigen Energieerzeugung. In den Biogasanlagen kann Biogas aus Wirtschaftsdüngern (z. B. Gülle, Mist), nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Maissilage, Getreide) und organischen Reststoffen (z. B. Speisereste, Fette) hergestellt werden.

Als Folge der sich abzeichnenden Verknappung fossiler Ressourcen und der kontinuierlich steigenden Energie- und Rohstoffpreise wird die Biogaserzeugung ökonomisch immer sinnvoller und effektiver. Modernste Mess- und Automatisierungstechnik liefert hierbei Informationen, die eine kontinuierliche Biogasproduktion nahe des Betriebs-Optimums ermöglicht. Trotz dieser eindeutigen Vorteile sind die meisten der heutzutage existierenden Biogasanlagen nur sporadisch mit Messtechnik ausgestattet.

Online

Kontinuierlich werden nur sehr wenige Parameter, wie z. B. der Gasdurchfluss, erfasst. Wenn Betriebsdaten online erfasst werden, dann werden diese Daten zudem oft nicht dauerhaft elektronisch gespeichert oder einer Prüfung (z. B. Plausibilitätskontrollen, regelmäßige Vergleichsmessungen) unterzogen. Online-Informationen werden in der Regel nicht zur Steuerung und Regelung der Biogasanlage verwendet. Sie dienen nur der unmittelbaren Überwachung.

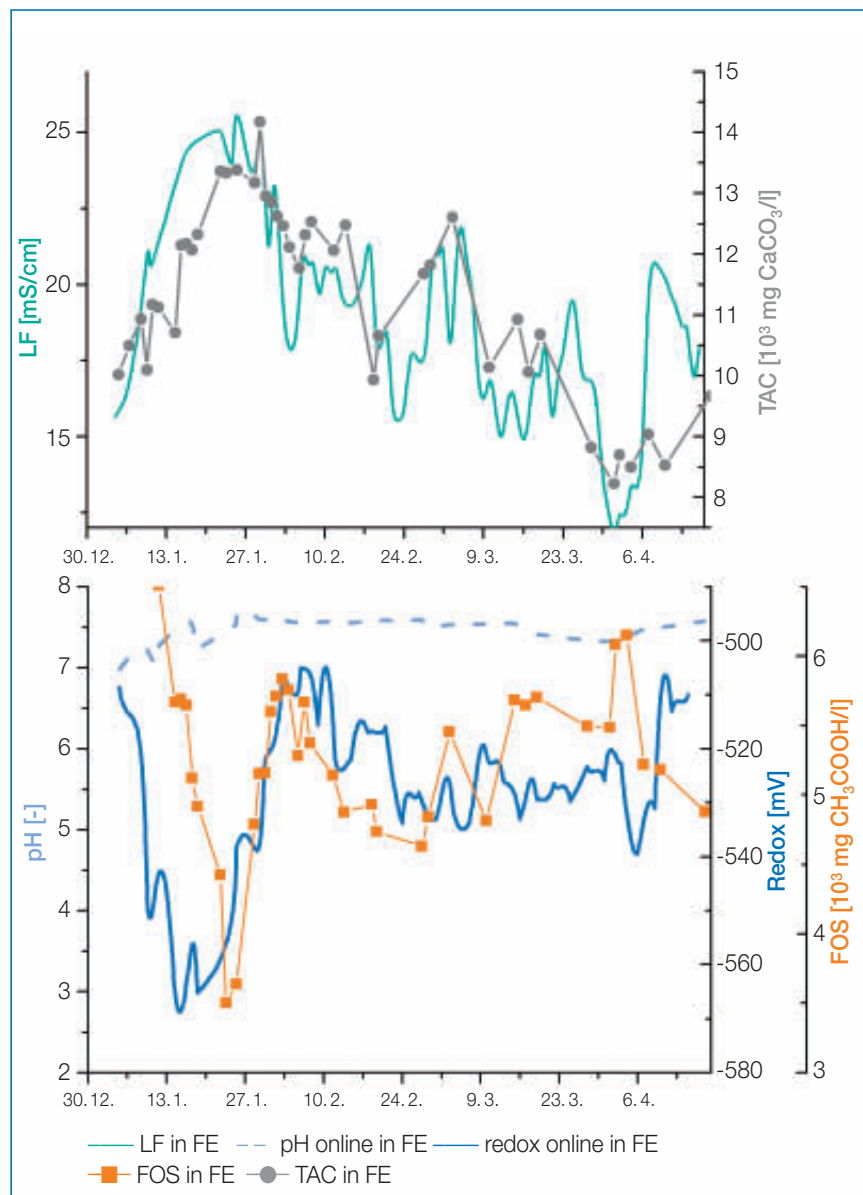


Abb. 1: Oben: Korrelation Leitfähigkeit mit Pufferkapazität im Fermenter; unten: Korrelation Redox-Wert mit FOS-Konzentration bei nahezu unverändertem pH-Wert

Quelle: Wiese et al. (2008)

Offline (Labor)

Zur Beurteilung der Stabilität des Anaerobprozesses ist die zeitnahe Untersuchung wichtiger Leitparameter in einem chemischen Labor ebenfalls von großer Bedeutung. Trotzdem werden auch diese Parameter, wie z. B. TS/oTS, pH, Redox, organische Säuren, Pufferkapazität des Reaktors oder Ammonium, nicht zuletzt wegen der erheblichen Analysenkosten und des oft erheblichen Zeitversatzes (Ergebnisübermittlung) nur unregelmäßig bestimmt. Auf wenigen Anlagen erfolgt eine Bestimmung in einem Analyserhythmus von weniger als 14 Tagen. Ähnliches gilt auch für die Bestimmung der Qualität und Zusammensetzung der Eingangsstoffe (z. B. Futterwertbestimmung). Kritisch ist ebenfalls, dass in vielen Fällen die Grundsätze einer analytischen Qualitätssicherung bei der Probennahme und im Labor nicht beachtet werden.

Mess- und Automationstechnik

Viele Biogasanlagen sind nicht oder nur im geringen Umfang automatisiert und werden daher oft „per Hand“ betrieben. Wenn Automationskonzepte zum Einsatz kommen, dann handelt es sich oft um sehr einfache Konzepte (z. B. zeitbasierte Ablaufsteuerungen). Der Einsatz von Visualisierungs- und Prozessleitsystemen setzt sich zwar immer mehr durch, oft handelt es sich aber um Systeme, die von Anlagenbauern selber entwickelt wurden und weit entfernt sind von den Möglichkeiten und Standards moderner Industrieleitsysteme.

Black-Box-System „Biogasanlage“

Aus Sicht der Mess- und Automationstechnik kann man viele Biogasanlagen als Black-Box-Systeme bezeichnen, da hier nur wenige Prozessdaten zeitnah erfasst werden. Ein Problem dieser Black-Box-Systeme ist jedoch, dass es auf Grund fehlender Informationen schwierig ist, diese Anlagen zu analysieren und zu optimieren. Die Folge ist, dass viele Biogasanlagen suboptimal arbeiten oder gar in kritischen Last- und Betriebsbereichen betrieben werden. Im letzteren Fall resultiert hieraus die Gefahr einer signifikanten Störung des Anlagenbetriebs bis hin zum Totalausfall, was für den Betreiber der Anlage zu erheblichen finanziellen Einbußen führen würde. Nachfolgend werden an bereits im Betrieb befindlichen Biogasanlagen der Einsatz der Mess-, Steuer- und Automationstechnik und die damit verbundenen Vorteile aufgezeigt.

Leitparameter

Bei der Vergärung organischer Masse handelt es sich um einen vierstufigen anaeroben Abbauprozess, der von verschiedenen Bakterienstämmen geleistet wird. Alle Prozesse laufen nahezu gleichzeitig ab und sind (teilweise) voneinander abhängig. Bereits geringe Veränderungen können den gesamten Prozess stören. Um den biologischen Abbauprozess optimal steuern zu können, ist es daher notwendig, Kenntnis über wichtige chemische und physikalische Parameter zu haben. Neben der Temperatur sind dies u. a. die Parameter: pH-Wert*, Redox-Potenzial*, Leitfähigkeit*, TS/oTS-Gehalt*, organi-

sche Säuren, Pufferkapazität (Fermenter), Ammonium, Gesamtstickstoff und der FOS/TAC Wert.

Bei einem simultanen Biogasentstehungsprozess sollte der pH-Wert in einem Bereich zwischen 7 und 7,8 liegen. Eine akute Störung des Biogasprozesses kann durch eine regelmäßige pH-Messung frühzeitig erkannt werden.

Das Redox-Potenzial eines Fermenters stellt ein Maß für die Oxidier- bzw. Reduktionsfähigkeit der Inhaltsstoffe dar. Die Biogasproduktion läuft effektiv nur im anaeroben Milieu ab, d. h. das Redox-Potenzial sollte kleiner sein als ca. -330 mV. In einigen Fällen korreliert der Verlauf des Redox-Potenzials mit dem Verlauf der organischen Säuren (Abb. 1 unten).

Die Leitfähigkeit gewinnt bei der Überwachung der Fütterung zunehmend an Bedeutung und korreliert auf manchen Anlagen sehr gut mit einer Veränderung der Pufferkapazität (TAC). Bei einem intakten Gärprozess werden Leitfähigkeitswerte von 15 bis 25 mS/cm gemessen.

Die Bestimmung der Trockensubstanz (TS) dient u. a. der Abschätzung der aktuellen Raumbelastung bzw. deren zeitlicher Veränderung. Ferner kann der TS-Gehalt bei der Bilanzierung der Anlage hilfreich sein. Die organische TS-Konzentration (oTS) ist für den Anlagenbetrieb eine wichtige Kenngröße, da zu hohe

* Parameter, die einer kontinuierlichen Onlinemessung zugänglich sind

THIELMANN ENERGIETECHNIK

Zellen-Gas-Filter

Für höchste Anforderungen in der Erdgasfiltration

THIELMANN-Zellengasfilter aus GGG 40 oder G-AISi 12:

- kompakte Bauweise
- wartungsfreundlich
- hohe Abscheideleistung
- langlebig
- mit DVGW-Registrierung und CE-Kennzeichnung
- auch für einen Temperaturbereich von -40° bis +70° C

NEU sind unsere Filter in HTB-Ausführung bis 5 bar.

GTS

GAS TECHNISCHE SYSTEME



THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH
Dormannweg 48, D-34123 Kassel
Tel.: 05 61 / 507 85 0, Fax: 05 61 / 507 85 20
e-mail: gts-info@kassel.actaris.com

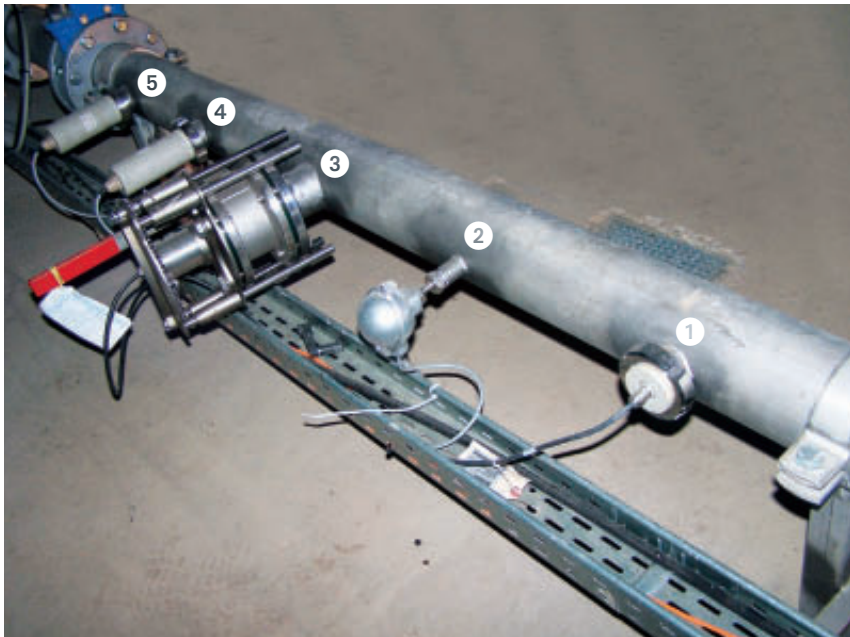


Abb. 2: Einbau elektrochemischer, thermischer und optischer Sensoren in die Druckleitung der zentralen Pumpstation: 1 Leitfähigkeits-Elektrode, 2 Temperatursensor, 3 TS-Sonde (Solitax sc mit Einbauwechselarmatur), 4 Redox-Sonde (pHD sc ORP) und 5 pHD sc

Quelle: J. Wiese

Raumbelastungen (z. B. > 3 bis 4 kg oTS/m³d) zu einer Überlastung des Fermenters führen können. Weiterhin kann eine Online-TS-Messung zur energieoptimierten Ansteuerung der Rührwerke eingesetzt werden.

Organische Säuren entstehen im 2. und 3. Schritt des anaeroben Fermentationsprozesses. Eine zu hohe Konzentration der organischen Säuren kann während der Methanogenese (4. Schritt) nicht schnell genug in Methan umgewandelt werden, wodurch der pH-Wert im Fermenter stark abnehmen und im Extremfall der biologische

Vergärungsprozess zum Erliegen kommen kann. Bei einem intakten Gärprozess liegen die Werte für diese als Essigsäureäquivalente erfassten Verbindungen meist zwischen 500 und 3.000 mg/l. In diesem Fall befindet sich die Biologie im Fermenter im Gleichgewicht. Bestimmt werden die organischen Säuren photometrisch mittels Küvetten-Test oder über die FOS/TAC-Titration.

Die **Säurekapazität** ist ein Maß für die Pufferung des Fermenters. Wenn die Säurekapazität zu niedrig liegt, ist die Pufferkapazität nicht mehr ausreichend hoch und der

pH-Wert kann im Fermenter schnell absinken. Typische Werte liegen bei ca. 5.000 bis 8.000 mg/l.

Der **FOS/TAC-Wert** stellt das Verhältnis aus leichtflüchtigen organischen Substanzen (FOS) im Fermenter und der Säurekapazität (englisch: Total Acid Capacity TAC) dar. Dieser Parameter wird über eine Labor-Eigenanalyse vor Ort täglich bestimmt. Ein FOS/TAC-Wert bis ca. 0,35 (Kofermente) bzw. ca. 0,60 (NawaRo) signalisiert einen gut funktionierenden Prozess.

Instrumentierung

Auf verschiedenen Biogasanlagen wurden die Einsatzfähigkeit kontinuierlich messender Prozessmessgeräte (TS, Leitfähigkeit, pH und Redox) und die Einbindung der erhaltenen Ergebnisse in zentrale Steuerungssysteme getestet. Installiert wurden die Sensoren nicht im Fermenter selbst, sondern in der Druckleitung der zentralen Pumpstation (Abb. 2), von wo aus jeder Behälter und Reaktor der Biogasanlage separat angesteuert werden kann. Bedingt durch diese Installation ist eine separate Überwachung eines jeden Fermenters oder Nachgärers mit nur einem Instrumentensatz möglich. Ein weiterer Vorteil dieser Messanordnung besteht darin, dass in dieser Umgebung, anders als in direkter Umgebung des Fermenters, keine EX1-Zonen-Klassifizierung mehr besteht, was die Installation, den Betrieb und die Wartung der Elektroden stark vereinfacht. Außerdem ermöglicht das Pumpen während jeder Messung eine wesentlich stärkere Durchmischung des Schlammes, wodurch die Messungen deutlich repräsentativer werden als bei direkten, fermentergestützten Installationen. Die ermittelten Daten wurden direkt in das Prozessleitsystem WinCC eingebunden, wodurch ein nahezu automatischer Anlagenbetrieb möglich ist.

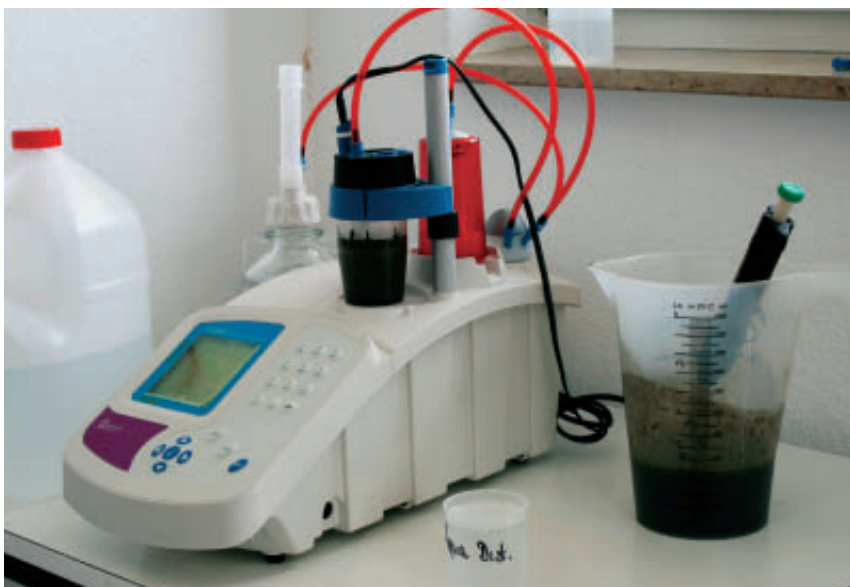


Abb. 3: Automatische FOS/TAC-Titration mittels Biogas-Titrator

Quelle: Hech LANGE GmbH

Die für die pH-Wert- und Redox-Messungen verwendeten Differenzial-Elektroden sind für den Betrieb in einer Biogasanlage besonders geeignet. Sie arbeiten mit einer speziellen Salzbrücke, die den für die Messung notwendigen Ionentransfer übernimmt. Die eigentliche Messelektrode steht daher mit dem aggressiven Medium nicht in direktem Kontakt, wodurch die Elektroden relativ unempfindlich gegenüber äußeren Einwirkungen wie z. B. Partikeln (setzen Diaphragma zu) oder Schwefelwasserstoff aus der Gülle (Elektrodenvergiftung) sind. Hieraus resultieren besonders lange Betriebszeiten. Die optische Sonde zur Er-

mittlung der TS-Konzentration im Fermenter ist mit einem Infrarot-Duo-Streulichtmessverfahren ausgestattet, wodurch farbumabhängige Messungen möglich sind. Das ist bei optischen Messungen im Fermentationsschlamm besonders wichtig. Außerdem verhindert ein pneumatischer Wischer das Zusetzen des optischen Sichtfensters.

Die Konzentration der im Verlauf des Gärprozesses gebildeten organischen Säuren ist bislang nur mit Labormethoden zu bestimmen. Hierfür existieren verschiedene Möglichkeiten, wobei die chromatographischen Verfahren (GC, IC oder HPLC) nur in speziell ausgestatteten Untersuchungslaboren mit entsprechenden Kosten und einem entsprechenden Zeitversatz zwischen Probenahme und Ergebnisübermittlung möglich sind.

Für eine schnelle vor Ort durchzuführende Trendanalyse stehen photometrische Küvettentests (org. Säuren, Säurekapazität, Ammonium, N-ges. oder CSB) zur Verfügung, die bereits seit vielen Jahren für die Eigenüberwachung kommunaler und auch industrieller Kläranlagen sowie

von Trinkwasserwerken anerkannt sind. Ein weiterer Parameter zur Kontrolle und Bewertung der Fermentationsprozesse ist der FOS/TAC-Wert. Entwickelt wurde die FOS/TAC-Bestimmung von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Er wird heute auf vielen Biogasanlagen als adaptierter Titrationstest (nach Nordmann) zur Bestimmung des Quotienten aus Säurekonzentration und Pufferkapazität im Gärsubstrat eingesetzt. Hierfür stehen automatisch arbeitende Titratoren (Abb. 3) zur Verfügung, deren einfache Bedienung auch für analytisch nicht ausgebildete Personen erlernbar ist. Der FOS/TAC-Wert ist seit geraumer Zeit als Leitwert zur Beurteilung des Gärprozesses anerkannt. Mit seiner Hilfe lassen sich Prozess-Störungen bis hin zum drohenden Umkippen der Fermenter-Biologie frühzeitig erkennen, sodass rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

Erkennung von Prozessstörungen – Praxisbeispiele

Eine Biogasanlage in Nordhessen (Nawaro, 530 kWel, Baujahr 2006) wurde mit umfangreicher Mess- und Automations-

technik ausgestattet. Die Anlage arbeitet seit Erreichen des Volllastbetriebs im August 2006 permanent am Betriebsoptimum. So liegt z. B. die durchschnittliche Auslastung der Anlage im 2-Jahres-Schnitt bei 511 kWel. Dies ist jedoch nur möglich, wenn eine Messwertüberwachung vor Ort vorhanden ist, die drohende Prozess-Störungen rechtzeitig anzeigt, sodass Gegenmaßnahmen zeitnah eingeleitet werden können.

Verdeutlichen soll dies das nachfolgend aufgeführte Beispiel einer ernststen Prozess-Störung im Jahre 2006, die aus einer Dosierung mit stark belasteten Silage-Sickerwässern resultierte. Die vor der Anlage lagernde Maissilage war anstelle einer Plane nur unzureichend mit Einsaat aus Grünroggen abgedeckt. Die Einsaat der Oberfläche reichte jedoch nicht aus, um das Silo komplett wasserdicht zu halten. Als Folge kam es im Dezember 2006 nach lang anhaltenden Niederschlägen zu einem erheblichen Anfall stark saurer und stark belasteter Silagesickersäfte (Stichprobe vom 21.12.2006: pH 3,7, organische Säuren 17.430 mg/l). Um dieses Energiepotenzial nicht zu ver- ▶

Zustandsüberwachung in Bestform

Das Kamstrup Inspektionssystem für Gas-Druckregelanlagen

- Überwachung von GDR-Anlagen bis PN 100.
- Senkung der Instandhaltungskosten.
- Passt in allen Instandhaltungsstrategien.
- Unterstützt DVGW Arbeitsblatt G 495 und G 1000 (TSM).



- Umfangreiche Software mit integrierten Funktionen für Trendanalysen.
- Personenunabhängige, objektive, reproduzierbare und standardisierte Inspektionen und Funktionsprüfungen.
- Menüführung für Inspektionen und Funktionsprüfungen.
- Drahtloser Datenaustausch für optimale Bewegungsfreiheit.
- Systemintegration in Betriebsmanagementsysteme.
- Einstellungen der GDR-Anlage müssen nicht verändert werden.
- Explosionssichere Ausführung für ATEX Zone 2.
- Bewährte Technologie vom Marktführer für intelligente Inspektionssysteme für Gas-Druckregelanlagen.

Kamstrup

Kamstrup
Werderstrasse 23-25
D-68165 Mannheim
TEL: +49 (0) 621 321 689 60
FAX: +49 (0) 621 321 689 61
info@kamstrup.de
www.kamstrup.de

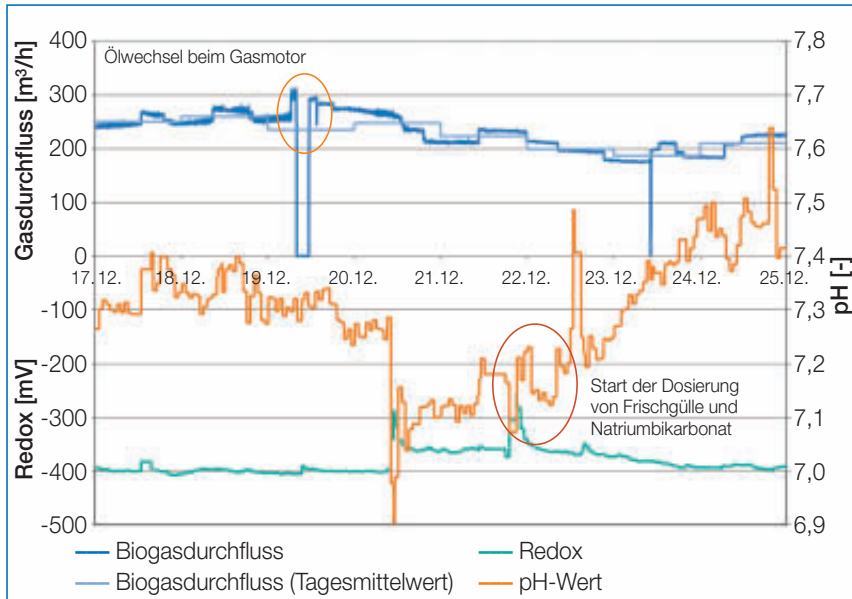


Abb. 4: Beispiel einer Prozessstörung, hervorgerufen durch eine übermäßige Zuführung von Silage-Sickersäften

Quelle: Wiese et al. (2008)

schwenden, d. h. direkt in das Gärrestlager abzuleiten, wurden große Mengen dieser Sickersäfte durch die Betreiber im Handmodus an der automatischen Anlagensteuerung vorbei direkt in den Fermenter gepumpt. Dies führte zu einem schnellen und gefährlichen Anstieg der Konzentration organischer Säuren (Abfall des pH-Wertes, rote Linie) bei gleichzeitiger Abnahme der Pufferkapazität. Diese Störung wurde vom Prozessleitsystem direkt registriert, u. a. auf Grund eines Anstiegs des Redox-Potenzials von -400 mV auf größer -330 mV bzw. eines Abfalls des pH-Wertes von 7,3 auf kleiner pH 7 (Abb. 4). Dank der rechtzeitigen Registrierung dieser Störung konnte sofort reagiert werden und der Prozess durch die Reduzierung der Fütterung gestoppt werden. Jedoch reichte diese Maßnahme nicht aus, da zwei Tage später, am 22. Dezember, der Redox-Wert erneut stark anstieg. Erst durch die Zugabe von Frischgülle und Natriumbicarbonat konnte der Prozess so weit stabilisiert werden, dass von nun an keine Gefahr einer Anlagen-Havarie mehr bestand. Ohne die Prozess- und Fernüberwachung wäre die Störung der Anlage, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Havarie geführt hätte, nicht rechtzeitig registriert worden, zumal begleitende Laboranalysen in externen Untersuchungslaboratorien über die Weihnachtsfeiertage ebenfalls nicht zur Verfügung standen.

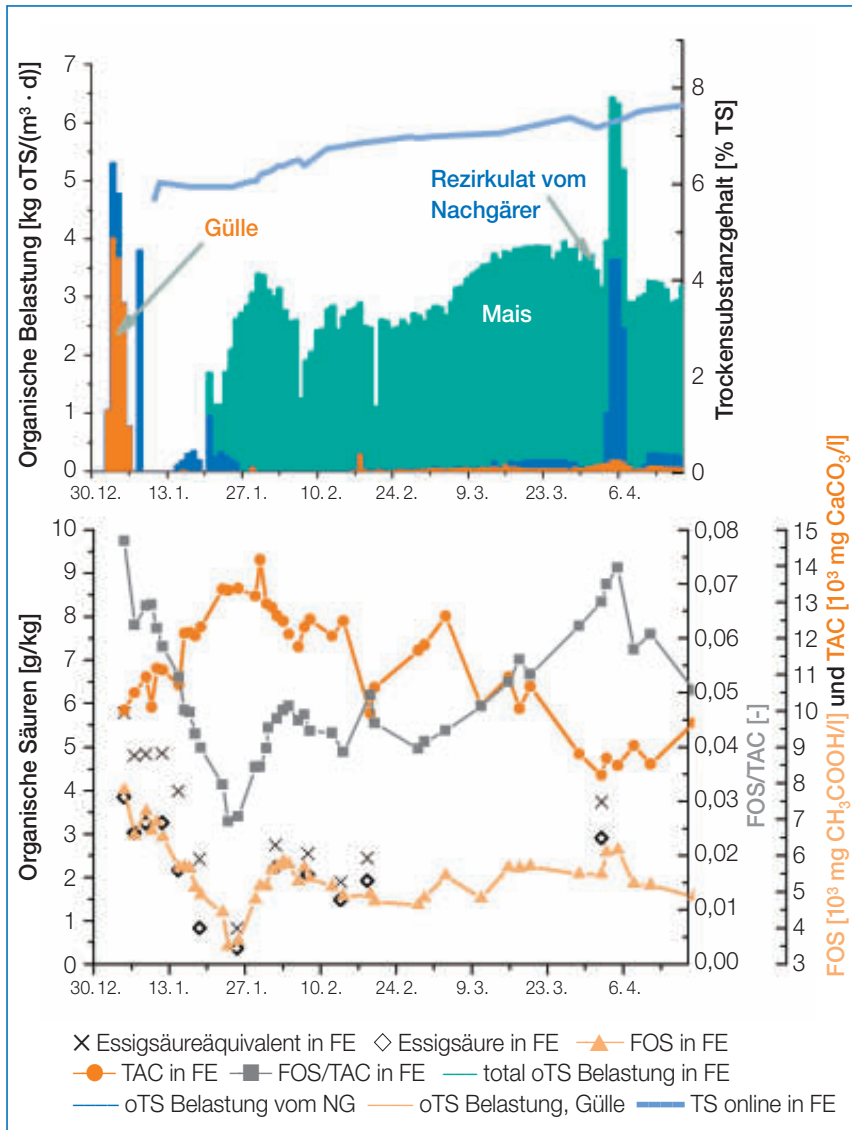


Abb. 5: Oben: TS online Fermenter vs. oTS, oTS Gülle und Mais; unten: Zeitlicher Verlauf FOS, TAC sowie FOS/TAC-Konzentration im Fermenter

Prozessüberwachung während der Inbetriebnahme-Phase

Das nachfolgende Beispiel einer Inbetriebnahme mittels Prozessinstrumentierung stammt von einer Biogasanlage in Nordrhein-Westfalen (NawaRo, 537 kWel, Baujahr 2007). In der zentralen Pumpstation wurden erneut Sensoren zur Echtzeitmessung installiert (Abb. 2). Die Abbildungen 5 und 1 verdeutlichen die reibungslose Inbetriebnahme durch Erfassung der wichtigsten Prozessgrößen während der ersten vier Monate des Anlagenbetriebs. Der Fermenter wurde zunächst mit etwas Frischgülle und dem Biogassubstrat einer benachbarten Trockenfermentationsanlage aufgefüllt. Ferner wurde etwas Gärsubstrat aus dem Nachgärer, welcher auf Grund der Bauablaufplanung bereits ca. zwei Wochen zuvor in Betrieb genommen wurde, in den Fermenter zurückgepumpt. Auf Grund der hohen Konzentration organischer Säuren (ca. 10.000 mg/l) des Animpfmaterials aus der Trockenfermentationsanlage wurde beschlossen, mit der Zugabe der Maissilage erst dann zu beginnen,

Quelle: Wiese et al. (2008)

wenn die Konzentration an organischen Säuren signifikant abgenommen hat. Bis zum 20. Januar 2008 resultierte aus dieser Vorgehensweise ein deutlicher Rückgang der Essigsäurekonzentration und des FOS-Wertes bzw. ein Anstieg des TAC-Wertes (Abb. 5 unten). Besonders interessant ist, dass die Konzentration des FOS-Wertes gut mit dem Redox-Wert bzw. der Verlauf des TAC-Wertes gut mit dem Verlauf der Leitfähigkeit korreliert (Abb. 5); dies gilt mit leichten Abweichungen für die gesamte Dauer des betrachteten Auswertzeitraums.

Ab dem 20. Januar wurde mit der Fütterung der Maissilage in den Fermenter begonnen. Hierbei ist beachtenswert, dass die online gemessene TS-Konzentration im Verlauf der vier Monate kontinuierlich bis zum Erreichen des Zielwertes von ca. 8 Prozent TS ansteigt. Ein jeweils kurzfristiges (d. h. 3 bis 6 Tage) Absinken des TS-Wertes kann mit der Zugabe von Frischgülle, einer Rezirkulation aus dem Nachgärer oder einer Rücknahme der Feststofffütterung plausibel erklärt werden. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass ein TS-Sensor nicht nur zur kontinuierlichen Überwachung der Fermenterfütterung, sondern auch zur TS-abhängigen Ansteuerung der Rührwerke eingesetzt werden kann, da bei niedrigen TS-Werten die energieintensive Rührleistung entsprechend angepasst werden kann.

Interessant ist auch der Zeitraum zwischen Ende März und Anfang April: Die dauerhaft hohe Fermenter-Belastung führte zu einem sehr starken Anstieg des

FOS/TAC-Wertes auf Werte von bis zu 0,75, primär hervorgerufen durch ein Absinken der Pufferkapazität (TAC-Wert) im Fermenter. Durch Erhöhung der Frischgülle- bzw. Rezirkulatmenge konnte der bevorstehenden Störung sehr frühzeitig entgegengewirkt werden. Dieser Trend wurde auch durch die Leitfähigkeitsmessung rechtzeitig detektiert (Abb. 5 und Abb. 1).

Zusammenfassung und Fazit

Der Stand der Mess- und Automationstechnik ist auf vielen Biogasanlagen – nicht nur auf den kleinen Anlagen – nach wie vor gering und oft weit entfernt von den Standards im Bereich der Industrie- und Kläranlagenautomation. Die mangelnde Arbeitsleistung zahlreicher Biogasanlagen – u. a. hervorgerufen durch Prozessstörungen und den suboptimalen Einsatz von Rohstoffen – spricht jedoch für einen stärkeren Einsatz von Mess- und Automationstechnik auf Biogasanlagen. Dies gilt besonders für die heutigen modernen Biogasanlagen, bei denen die Anforderungen zunehmend komplex werden (z. B. Energieproduktion hoch, Eigenenergieverbrauch runter, Stoffeinsatz runter, Prozessstabilität hoch, Nutzung von Marktchancen durch Einsatz verschiedenster Eingangsstoffe) und sich vielfach nicht mehr nur durch den Einsatz „gesunden Menschenverstands“ lösen lassen. Die vorgestellten Beispiele belegen, dass dem Anlagenbetreiber bereits mit einem überschaubaren finanziellen Aufwand ausreichend Betriebsinformationen zur Verfügung gestellt werden können, damit dieser Stö-

rungen rechtzeitig erkennen bzw. den Anlagenbetrieb optimieren kann.

Literatur:

- J. Wiese, O. Kujawski, R. König, K. Dickmann and H. Andree [2008]: Applying Instrumentation, Control and Automation for Biogas Plants – Results of Full-scale Applications. Proceedings, World Bioenergy Congress, Schweden
- J. Wiese, R. König [2006]: Online-Messungen auf Biogasanlagen: Kostengünstig, zeitnah und genau. Biogas Journal, Deutschland
- J. Wiese, R. König [2006]: Prozessbegleitende Fermenterüberwachung auf Biogasanlagen. Energie und Wasserpraxis, Deutschland

Autoren:

Dr.-Ing. Jürgen Wiese
 GKU Gesellschaft für kommunale
 Umwelttechnik GmbH
 Heinrichstr. 17/19
 36037 Fulda
 Tel.: 0661 12-408
 Fax: 0661 12-409
 E-Mail: juergen.wiese@uewag.de
 Internet: www.gku-fulda.de

Ralf König
 Hach Lange GmbH
 Willstätterstr. 11
 40549 Düsseldorf
 Tel.: 0211 5288-129
 Fax: 0211 5288-175
 E-Mail: ralf.koenig@hach-lange.de
 Internet: www.hach-lange.de



GASSTRÖMUNGSWÄCHTER SENTRY GS

DIE NEUE GENERATION

impulsstabil
Messungen und Wirkung durch Gasversorger bestätigt

auch für
Kunststoffleitungen
mit thermisch auslösender Absperrreinrichtung wie gefordert nach TRGI

Software
Mertik Maxitrol bietet zusätzlich Software zur Leitungsdimensionierung und Auswahl der Gasströmungswächter

Gasströmungswächter der neuen Generation erfüllen alle Anforderungen für einen Einsatz entsprechend der TRGI 2008!
 Weitere Informationen auf www.mertikmaxitrol.de.

MERTIK MAXITROL

Mertik Maxitrol GmbH & Co. KG
Warnstedter Str. 3, 06502 Thale

Tel.: 03947-400 0
www.mertikmaxitrol.com