



Biogasanlage Wambeln
Quelle: EnerCess

Gezielte Steuerung von Biogasanlagen mittels FOS/TAC

Die optimale Leistung einer → *Biogasanlage* erhält man durch eine gut dosierte, auf den → *Vergärungsprozess* abgestimmte Zugabe von Substraten. Dafür muss der Status der Vergärung im Fermenter genau bekannt und über einen längeren Zeitraum dokumentiert sein. Dies wird mit regelmäßigen, einfach durchführbaren Labor-Eigenanalysen des → *FOS/TAC-Wertes* erreicht: Der Betreiber erhält genaue Kenntnis über die Abbauleistung seines Fermenters und damit über die → *Biogasproduktion*. Potentielle Störungen können durch eine Änderung des Wertes schnell erkannt und gezielt beseitigt werden. Die Anlage wird effizienter und kostengünstiger gefahren.



Autoren:
Ulrich Lossie
- Biogasberatung
- DEULA-Nienburg

Petra Pütz
- Dipl.-Ing. Chemie
- Applikation Labor-Produkte
HACH LANGE



LANGE 

FOS/TAC: Einfache Bestimmung für eine sichere Beurteilung des Gärprozesses



Abb. 1: Der Titrator TIM 840 zur FOS/TAC-Bestimmung auf der Biogasanlage Wambeln

FOS/TAC

Gibt das Verhältnis der flüchtigen organischen Säuren zur alkalischen Pufferkapazität als Maß für die Versäuerungsgefahr der Biogasanlage an.

Berechnungsformel (empirisch)

Vorgaben der FAL: Substratmenge: 20 ml
Schwefelsäure: 0,1 N (= 0,05 mol/l)

TAC = H₂SO₄-Verbrauch vom Beginn bis pH 5 in ml × 250

FOS = (H₂SO₄-Verbrauch von pH 5 bis pH 4,4 in ml × 1,66 - 0,15) × 500

Wichtig: Bei Verwendung anderer Substratmengen oder einer anderen Säurestärke muss die Formel entsprechend angepasst werden!

Im HACH LANGE Titrator TIM 840/845 ist die richtige Formel bereits vorprogrammiert und die angezeigten Messwerte können ohne weitere Umrechnung übernommen werden.

Abb. 2: Berechnung des FOS/TAC-Wertes

Was sagt der FOS/TAC-Wert aus?

Die FOS/TAC-Bestimmung ist ein von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) adaptierter Titrationstest (Nordmann-Methode) zur Bestimmung des Quotienten aus Säurekonzentration und Pufferkapazität im Gärsubstrat. FOS steht dabei für **F**lüchtige **O**rganische **S**äuren, Einheit: mg/l Essigsäureäquivalente. TAC für **T**otales **A**norganisches **C**arbonat (alkalische Pufferkapazität), Einheit mg CaCO₃/l.

Der FOS/TAC 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, und Gegenmaßnahmen können umgehend eingeleitet werden.

Wie wird der FOS/TAC bestimmt?

Die Bestimmung erfolgt entweder über eine manuelle Titration oder noch einfacher und zeitsparender mit einem Titrator, wie z. B. dem TIM 840 (s. Abb. 1 u. 4). Dieser hat gegenüber der Titration per Hand den Vorteil einer höheren Genauigkeit plus einer Zeitersparnis von einigen Minuten pro Probe.

Durchführung einer FOS/TAC-Messung

- ➊ Repräsentative Gärsubstratprobe ziehen.
- ➋ Probe von groben Bestandteilen befreien. Hierbei unbedingt beachten, dass die Probenaufbereitung (Filter, Teesieb, Küchensieb oder Zentrifuge) immer gleich erfolgt.
- ➌ 20 ml Substrat abnehmen und ggf. mit destilliertem Wasser auffüllen bis die Elektrode in die Flüssigkeit eintaucht.
- ➍ Probe auf einen Magnetrührer stellen und während des Titrervorgangs permanent homogenisieren.
- ➎ Titration mit 0,1 N H₂SO₄ bis pH 5; ml verbrauchte Säure notieren.
- ➏ Titration mit 0,1 N H₂SO₄ bis pH 4,4; ml verbrauchte Säure notieren.
- ➐ Berechnung des FOS/TAC nach empirischer Formel (s. Abb. 2).

Bei der Messung des FOS/TAC mit dem Titrator TIM 840 werden 5 ml aufbereitete Probe in einen Titrierbecher gegeben und mit dest. Wasser auf ca. 50 ml aufgefüllt.

Mit einem Magnetrührfisch versehen wird die Probe dann unter die Messelektrode des TIM gestellt und die Messung gestartet. Die folgenden, in der Praxis meist etwas kniffligen Arbeitsschritte (➌, ➍, ➎) übernimmt jetzt das Gerät: Nach etwa 5 Minuten ist die (automatische) Titration beendet und die ermittelten Daten werden angezeigt. TAC-Wert und FOS-Wert sind hierbei über eine vorprogrammierte Formel direkt richtig berechnet.

Alle Messwerte können im Titrationsautomaten abgespeichert und/oder an Drucker oder PC übertragen werden.

Beurteilung und Nutzung von FOS/TAC-Werten

Ein FOS/TAC-Verhältnis von 0,3 bis 0,4 gilt in der Praxis als normal, allerdings hat jede Anlage ihren eigenen Optimalwert. Dieser lässt sich nur durch längerfristiges Beobachten und regelmäßige Kontrollen ermitteln, da eine starke Abhängigkeit von der Substratzusammensetzung besteht. Bei so genannten NawaRo-Anlagen liegt z. B. bei FOS/TAC-Werten von 0,4 bis 0,6 meist noch ein stabiler Betrieb vor.

Nur durch Austesten verschiedener Möglichkeiten kann die optimale Anlagenleistung ermittelt werden. D. h. maximale Gasproduktion ohne einen Prozessabsturz befürchten zu müssen. Denn ein Absturz ist äußerst kostenintensiv: Mehrere Wochen Gasausfall und der enorme Arbeitsaufwand (Umpumpen, Fermenter-Leerung etc.), um die Anlage wieder ans Laufen zu bringen, können die Wirtschaftlichkeit eines ganzen Betriebsjahres gefährden.



„Faustregeln“ für die Beurteilung von FOS/TAC-Werten (Erfahrungswerte der DEULA-Nienburg)

FOS/TAC-Wert	Hintergrund	Maßnahme
>0,6	Anlage stark überfüttert	Fütterung einstellen
0,5–0,6	Anlage überfüttert	Fütterung drosseln
0,4–0,5	Anlage stark belastet	Beobachtung erhöhen
0,3–0,4	Anlage ausgelastet	Fütterung so beibehalten
0,2–0,3	Anlage hungrig	Fütterung langsam steigern
<0,2	Anlage sehr hungrig	Fütterung zügig steigern

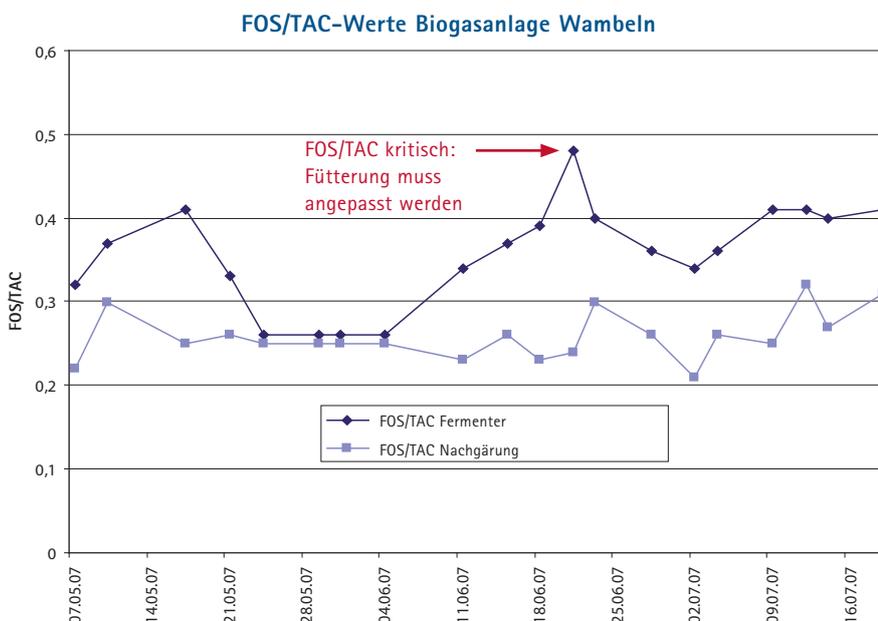


Abb. 3: FOS/TAC-Kurve der Biogasanlage Wambeln über einen Zeitraum von 3 Monaten

„Ende 2006 haben wir unsere kofermentierte Biogasanlage in Betrieb genommen. Das vergärbare Material setzt sich aus einer gezielten Mischung von Speiseresten, Schweinegülle und Hähnchenmist zusammen. Den Vergärungsprozess kontrollieren wir durch regelmäßige FOS/TAC-Messungen mit dem TIM 840 von HACH LANGE. Üblicherweise liegt der Wert zwischen 0,3 und 0,4 im Fermenter und zwischen 0,2 und 0,3 in der Nachgärung. Eine drohende Übersäuerung können wir sofort durch einen Anstieg der Werte erkennen und abwenden. Wir ändern dann unsere Futterzusammensetzung, indem wir z. B. mehr Schweinegülle oder Hähnchenmist zudosieren, was eine Erhöhung der Pufferkapazität (TAC) zur Folge hat. Vor einem teuren und arbeitsaufwändigen Prozessabsturz brauchen wir dank dieser einfachen Überwachungsmethode keine Angst zu haben.“

Dipl.-Ing. Christian Nölle
Qualitätsverantwortlicher
Wambelner Bioenergiegesellschaft mbH

Technische Daten

TITRALAB Modell	TIM 840/845
Büretten	
Bürettenanzahl	1/2
Bürettenerweiterung	Bis max. 6 Büretten
Techniken	
pH/mV-Messungen	•
Endpunkt-Titration	•
Wendepunkt-Titration	•
FOS/TAC-Messungen	•
Dosiertechniken	
Kontinuierlich dynamisch	•
Inkrementell monoton/dynamisch	•
Peripherie	Probenwechsler, Waage, Drucker, PC-Software
Elektrodeingänge für	
Indikatorelektroden	1
Referenzelektroden	1
Polarisierte Elektrode	1

Tabelle: Technische Daten TIM 840/845

Literatur

- Prof. Dr. Peter Weiland, Christa Rieger, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Abt. Technologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL): „Prozessstörungen frühzeitig erkennen“, BIOGAS Journal 4/06
- Dr. Jürgen Wiese EnerCess GmbH, Ralf König HACH LANGE GmbH: „Prozessbegleitende Fermenterüberwachung auf Biogasanlagen“, DVGW energie|wasser-praxis 09/2006
- HACH LANGE Information „Routine-Analytik für Biogas“, Art.Nr. DOC032.72.20007.APR07
- Kurzbedienungsanleitung: FOS/TAC-Messung mit dem HACH LANGE TITRALAB



Abb. 4: Der HACH LANGE Titratör TIM 840 für die Bestimmung von FOS/TAC, pH-Wert und Redoxpotential

HACH LANGE Services



Der kurze Draht für Bestellungen, Informationen und Beratung: Rufen Sie uns einfach an!



Unterstützung vor Ort durch technisch versierten Außendienst.



Qualitätssicherung komplett mit Standards, Geräte-Checks und Prüflösungen.



www.hach-lange.com
Aktuell und sicher mit Downloads, Informationen und Shop.



Rechtssicherheit und Umweltschutz durch Rücknahme verbrauchter Reagenzien.