

## Bestimmung des FOS/TAC-Wertes in Fermenterproben aus Biogasanlagen

### Prinzip

Der FOS/TAC-Wert ermöglicht eine schnelle und einfache Bewertung des Zustandes der Biologie eines Fermenters und der Abbauleistung der Mikroorganismen. Bei dieser Analyse wird das Verhältnis von der Kalkreserve zu den leicht flüchtigen organischen Säuren bestimmt. Die Bestimmung der FOS- und TAC-Werte erfolgt durch Titration mit Schwefelsäure. Zunächst wird auf pH 5,0 und anschließend wird auf pH 4,4 weiter titriert. Es wird davon ausgegangen, dass bis zu einem pH-Wert von 5,0 der Schwefelsäureverbrauch nur auf die Carbonate zurückzuführen ist. Aus diesem Verbrauch wird der TAC-Wert berechnet. Der Verbrauch zwischen pH 5,0 und 4,4 wird auf die Anwesenheit leicht flüchtiger Säuren zurückgeführt und als FOS-Wert bezeichnet.

### Probenmatrix

Fermenterproben

### Geräte und Elektroden

Titrimo plus 848	2.848.0010
Rührer 801	2.800.0040
Wechseleinheit	6.3026.220
USB-Drucker	2.141.0100
Nummernblock	COM.91.0710
USB-Mini HUB	COM.61.0710
Ecotrode Plus	6.0262.100
Elektrodenkabel	6.2104.020
Temperaturfühler	6.1110.100
Kabel Temperaturfühler	6.2104.140

### Systembild



### Reagenzien

Schwefelsäure c = 0,05 mol/L	
VE-Wasser	
Puffer pH 4	6.2307.100
Puffer pH 7	6.2307.110
Elektrolytlösung für die pH-Elektrode	6.2308.020
Aufbewahrungslösung für die pH-Elektrode	6.2323.000

## Mess- und Titrationsparameter

### CAL pH:

Messwertdrift:	2 mV/min
min. Wartezeit:	10 s
max. Wartezeit:	180 s
Rührgeschwindigkeit:	4

### DET pH:

Rührgeschwindigkeit:	8
Startvolumen:	0 mL
Messpunktdichte:	4
min. Inkrement:	20 µL
max. Inkrement:	200 µL
Signaldrift:	20 mV/min
min. Wartezeit:	0 s
max. Wartezeit:	38 s
Dosiergeschwindigkeit:	max. mL/min
Stoppvolumen:	30 mL
EP-Kriterium:	10
Stoppkriterium:	EP 1
Volumen nach EP:	4 mL
Fix-Endpunkt-Auswertung:	FP1 bei pH 5,0 und FP2 bei pH 4,4

## Durchführung

- pH-Elektrode vor jeder Messserie kalibrieren.
- Probe zentrifugieren.
- 10 mL Zentrifugat in ein 100 mL-Becherglas vorlegen und mit Rührfisch versehen.
- Becherglas auf den Rührer stellen.
- Probe mit VE-Wasser soweit verdünnen, dass die Elektrode bis über das Diaphragma eintaucht.
- Titration mit Schwefelsäure starten.
- Die Titration stoppt automatisch. Messwert erscheint am Display bzw. wird ausgedruckt.

## Berechnungsformeln (empirisch)

$$TAC - \text{Wert} = \frac{20 \text{ mL}}{\text{Probenvolumen}} \times \text{Verbrauch A} \times 250$$

$$FOS - \text{Wert} = \left[ \frac{20 \text{ mL}}{\text{Probenvolumen}} \times (\text{Verbrauch B} - \text{Verbrauch A}) \times 1,66 - 0,15 \right] \times 500$$

Verbrauch A = Verbrauch an H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bis zum pH-Wert 5,0

Verbrauch B = Verbrauch an H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bis zum pH-Wert 4,4

Da die empirischen Faktoren für eine Probenvorlage von 20 mL entwickelt wurden, muss bei abweichenden Probenvolumina der Quotient (20 mL / Probenvolumen) berücksichtigt werden.

$$FOS/TAC = \frac{FOS - \text{Wert}}{TAC - \text{Wert}}$$

bei intaktem Abbau < 0,3

### Titrationenkurven

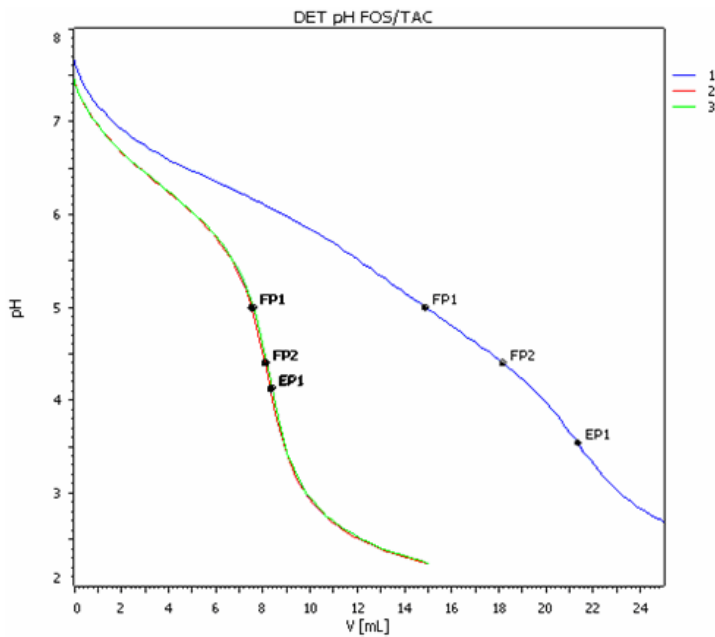


Abbildung 1: Titrationsverlauf  
 rote und grüne Kurven: FOS/TAC < 0,3, intakter Abbau  
 blaue Kurve : FOS/TAC > 0,3, Abbau gestört

### Beispielwerte

Messung	Verbrauch FP1 (pH 5,0)	Verbrauch FP2 (pH 4,4)	TAC-Wert	FOS-Wert	FOS/TAC- Wert
274/2.2-1	7,754	8,346	3877	908	<b>0,234</b>
274/2.2-2	7,567	8,145	3784	884	<b>0,234</b>
274/2.2-3	7,677	8,250	3839	876	<b>0,228</b>
274/2.2-4	7,709	8,303	3855	911	<b>0,236</b>
274/2.2-5	7,571	8,155	3786	894	<b>0,236</b>
274/2.2-6	7,605	8,198	3803	909	<b>0,239</b>
274/2.2-7	7,529	8,110	3765	889	<b>0,236</b>
274/2.2-8	7,562	8,159	3781	916	<b>0,242</b>
274/2.2-9	7,615	8,213	3808	918	<b>0,241</b>
274/2.2-10	7,637	8,226	3819	903	<b>0,236</b>
<b>Anzahl</b>					<b>10</b>
<b>Mittelwert</b>			<b>3811</b>	<b>901</b>	<b>0,236</b>
<b>s (abs.)</b>			<b>36</b>	<b>14</b>	<b>0,0040</b>
<b>s (rel.)</b>			<b>0,94%</b>	<b>1,6%</b>	<b>1,68%</b>

Tabelle 1: Beispiel einer Messreihe, intakter Abbau