



2. Göttinger Weiterbildung zum „Energiewirt - Fachbereich Biogas“

Die Mikrobiologie in der Biogasanlage

Dipl. Ing. (FH) Matthias Schriewer

www.biogas-advisor.com



Zur Person



- Matthias Schriewer, Jahrgang 1977
- Wohnort Ornbau, Bayern
- Ausbildung zum Bankkaufmann
- Studium Bioingenieurwesen, Verfahrenstechnik in Jülich
- Diplomarbeit: Vergärung von Zuckerrübenpressschnitzel
- 2006 - 2010 bei MT-Energie (Prozessbiologische Betreuung)
- 2010 Gründung Schriewer Biogas Consulting

1. Grundlagen der Gärbiologie
 - Allgemein
 - Modell Biogasbildung Schritt für Schritt
 - unterschiedliche Ansprüche der Bakterien

2. Biogaspotential und Substrateigenschaften
 - Theorie
 - Praxiswerte
 - Gasbildungsverlauf
 - Unterschiedlich schnelle Biogasbildung

3. Prozessparameter und Kontrollgrößen

- Faulraumbelastung
- Mittlere hydraulische Verweilzeit
- pH-Wert
- Puffer
- Schwefelwasserstoff
- Trockensubstanz
- Organische Trockensubstanz
- Stickstoff
- Chemischer Sauerstoffbedarf

3. Prozessparameter und Kontrollgrößen
 - Redox-Potential
 - Säurespektrum
 - FOS/TAC
4. Hemmung des biologischen Prozesses
5. Kurze Zusammenfassung

Grundlagen der Gärbiologie

Organisches
Material

Bakterien

Wärme, kein
Sauerstoff

Biogas bei Luftzusatz:

CH₄: 46 – 68 Vol-%

CO₂: 30 – 50 Vol-%

O₂: 0 – 3 Vol-%

N₂: 0 – 5 Vol-%

H₂, NH₃, H₂S im ppm-Bereich

Grundlagen der Gärbiologie

<u>Abbauprozess</u>	<u>Voraussetzungen</u>	<u>durch wen</u>
Verbrennen	Sauerstoff, genügend Trockensubstanz	
Kompostieren	Sauerstoff	Hefen, Bakterien, Pilze, Mehrzeller (Tiere wie Würmer etc.)
Verfaulen	Luftabschluss, Feuchtigkeit	Bakterien, Hefen
Verdauen	Höhere Lebewesen	Bakterien, biochemische Prozesse
Vergärung	Abwesenheit von Luft	Bakterien

Organisches Material, das Bakterien umsetzen können:

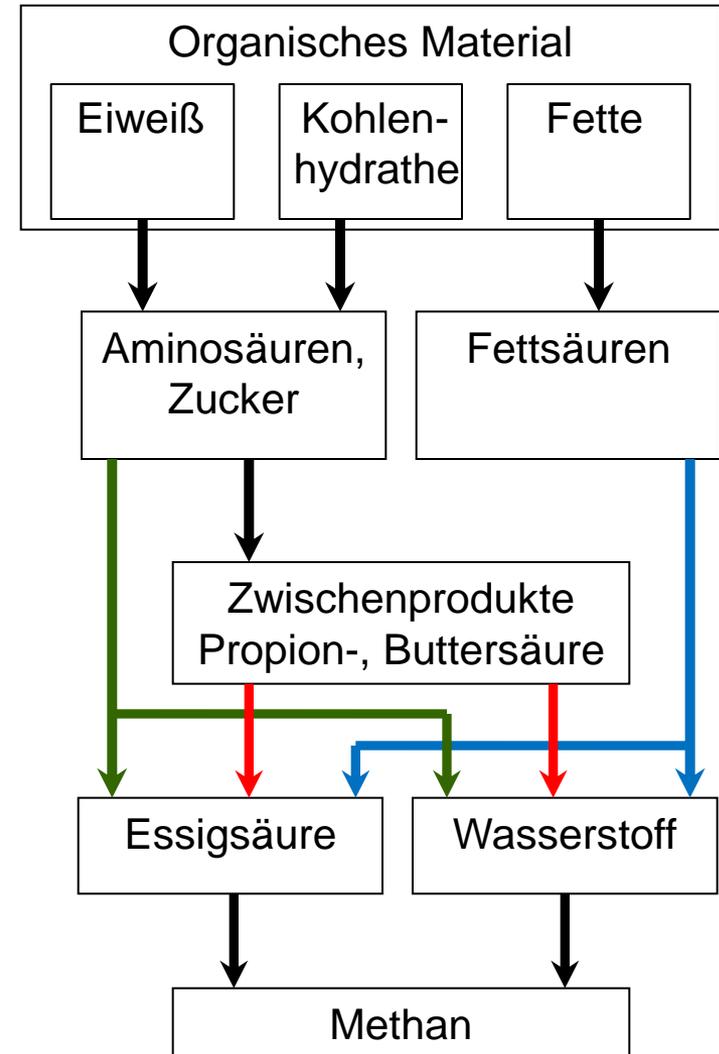
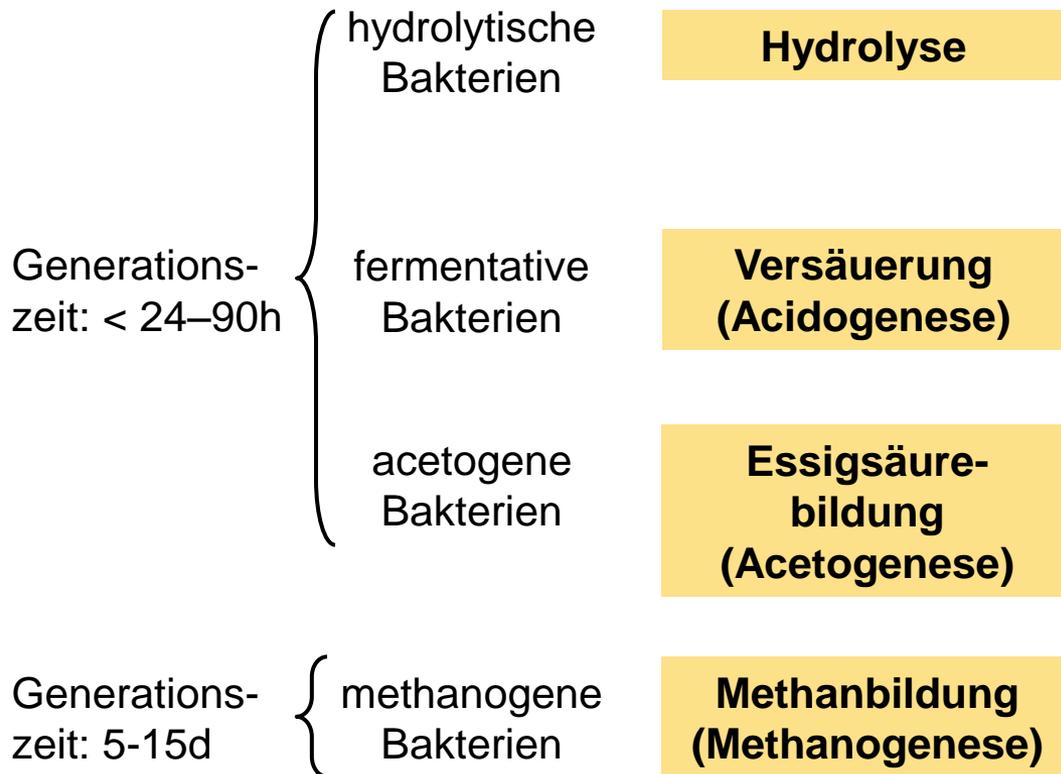
- Kohlenhydrate
- Fette
- Eiweisse

Ausnahmen:

- Holz (Lignin)
- Einige Antibiotika
- Einige wenige Pflanzenstoffe wie Polyphenole

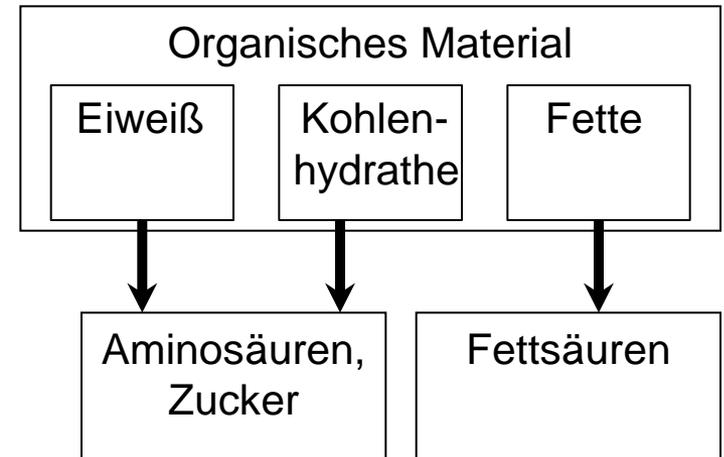
Grundlagen der Gärbiologie

Schema der Biogasbildung



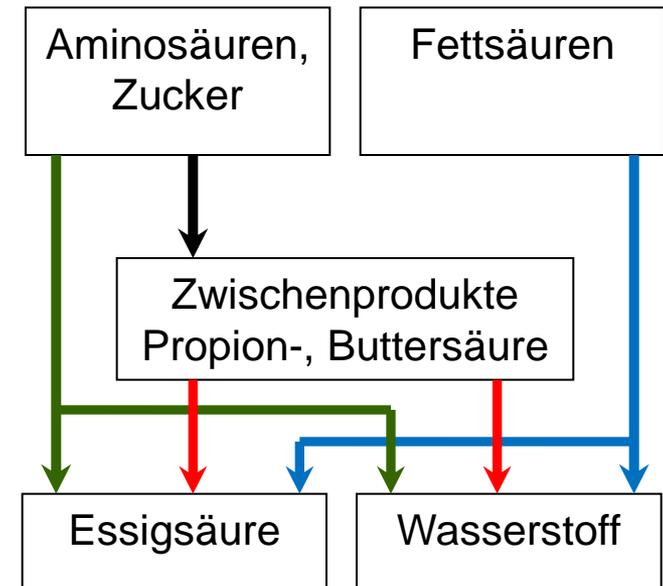
Hydrolyse

- Erster Prozessschritt bei der Biogasbildung
- Eiweisse, Kohlenhydrate und Fette werden zu Aminosäuren, Zuckern und Fettsäuren abgebaut.
- Abbau erfolgt durch Exoenzyme der Bakterien
- Der am schnellsten ablaufende Prozessschritt der Biogasbildung
- Optimaler pH-Bereich: 4 - 5



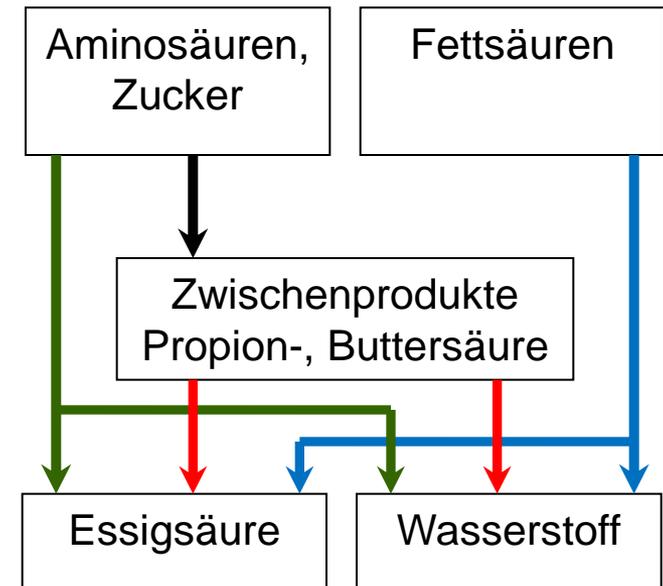
Versäuerung (Acidogenese)

- Produkte der Hydrolyse werden durch säurebildende Bakterien weiter abgebaut
- Es entstehen überwiegend Essig-, Propion-, und Buttersäure, sowie Kohlendioxid und Wasserstoff
- Geringe Bildung von Milchsäure und Alkoholen
- Ebenfalls schnell ablaufender Prozess → Gefahr der Übersäuerung
- Optimaler pH-Bereich: 5,5 – 6,7



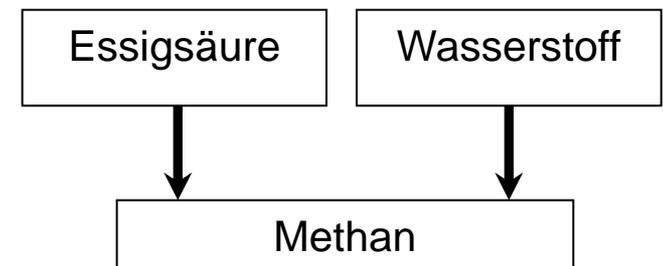
Essigsäurebildung (Acetogenese)

- Produkte der Acidogenese werden zu den „Vorläufern“ des Biogases umgesetzt: Essigsäure, Wasserstoff, Kohlendioxid
- Zu hoher Wasserstoffgehalt schädlich für die Bakterien der Essigsäurebildung
- Wichtig: Wasserstoff wird dem System durch Methanogenese entzogen
- Optimaler pH-Bereich: 5,5 – 6,7



Methanbildung (Methanogenese)

- Methanbildung aus den Produkten der Acetogenese
- Langsamster Reaktionsschritt bei der Biogasbildung
- Methanbakterien am empfindlichsten gegenüber Störungen und vermehren sich nur langsam
- Optimaler pH-Bereich 6,6 – 8,0
- Milieubedingungen z.B. Temperatur werden an die optimalen Lebensbedingungen der Methanbakterien angepasst



Wichtigste Reaktionen:

- Essigsäurebildung aus Propionsäure:



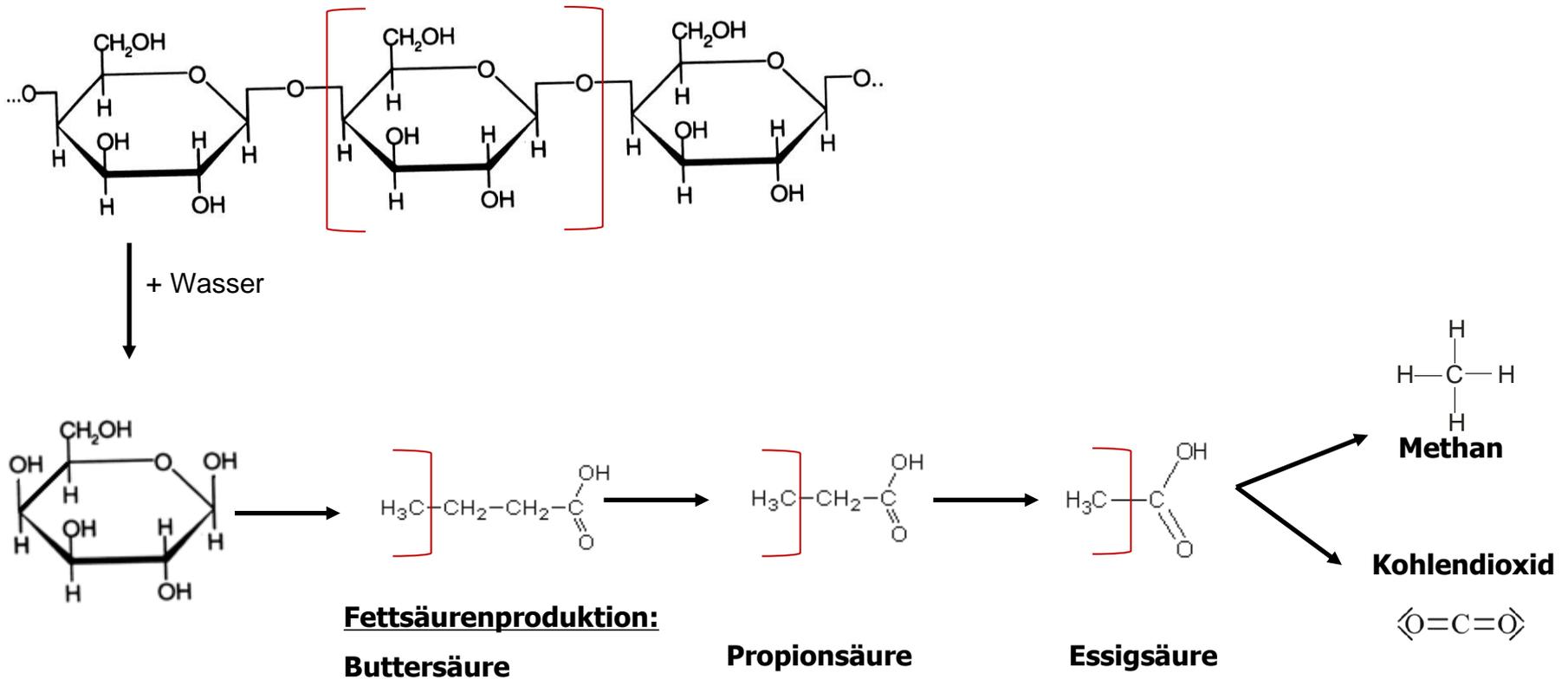
- Methanbildung aus Essigsäure



Unterschiedliche Wohlfühlbedingungen der einzelnen Bakterien:

Bedingungen	Hydrolyse und Versäuerung	Methanbildung
Temperatur	25 - 35 ° C	32 - 40 ° C 50 - 57 ° C
pH	4,0 - 6,7	6,6 - 8,0
C:N-Verhältnis	10 - 45	20 - 30
Nährstoffe C:N:P:S	500 : 15 : 5 : 3	600 : 15 : 5 : 3
Spurenelemente	keine besonderen Ansprüche	Co, Se, Ni, Mo

Abbau eines Polysaccharids (Mehrfachzucker)



Die Komplexibilität der Biogasbildung:

- Die einzelnen Prozessschritte sind unterschiedlich und haben eigene Optimalbedingungen
- Bauen aufeinander auf, können sich aber auch behindern
- Werden zum Prozessende immer langsamer und anfälliger
- Die Biogasbildung ist nicht komplett aufgeklärt

Biogaspotential und Substrateigenschaften



Biogaspotential (Theorie)

- Kohlenhydrate 780 m³ / t oTS ca. 50 % Methan
- Proteine 700 m³ / t oTS ca. 70 % Methan
- Fette 1200 m³ / t oTS ca. 70 % Methan

Biogaspotential und Substrateigenschaften

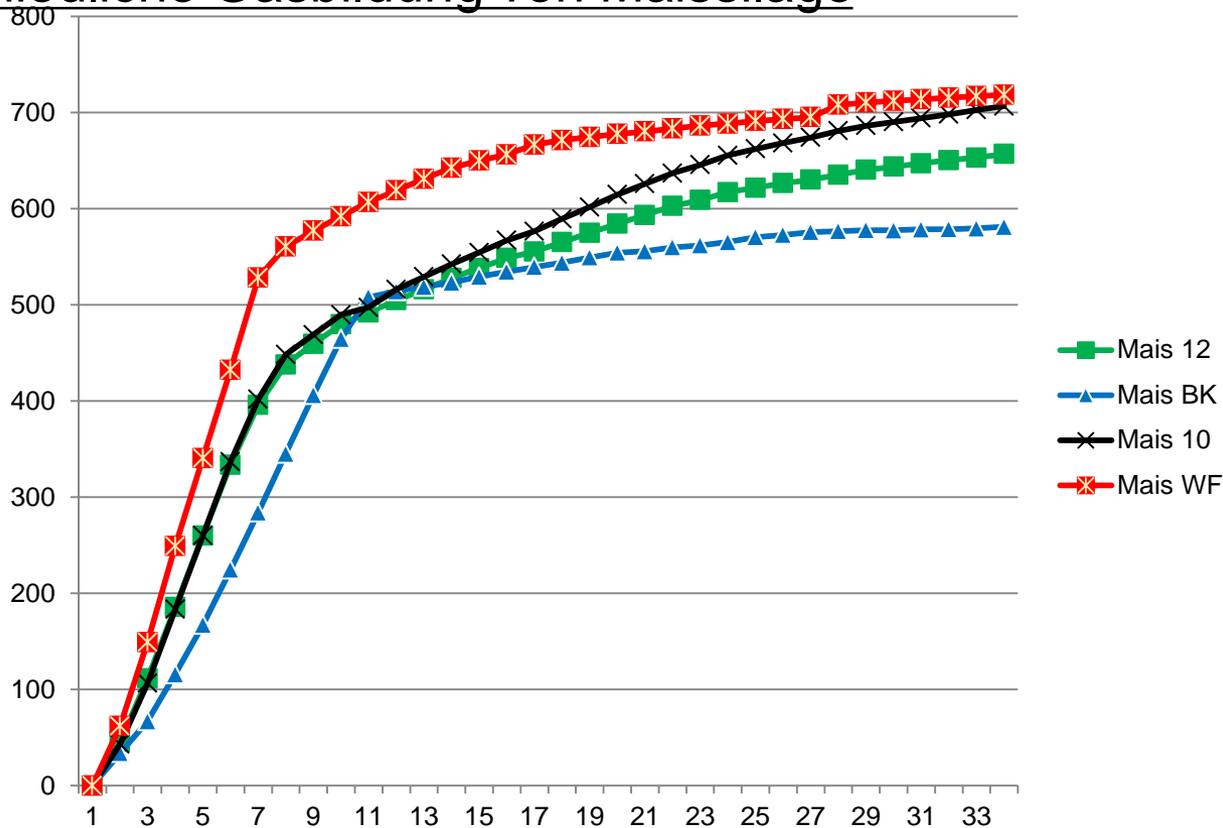


Biogaspotential (Praxiswerte)

- Maissilage 720-740 m³ / t oTS ca. 52 % Methan
- Zuckerrübe 680-695 m³ / t oTS ca. 51 % Methan
- Biertreber 500-550 m³ / t oTS ca. 59 % Methan
- Quark 660-680 m³ / t oTS ca. 50 % Methan
- Frittierfett 980-1000 m³ / t oTS ca. 68 % Methan
- Schlachtabfälle 770-790 m³ / t oTS ca. 59 % Methan

Biogaspotential und Substrateigenschaften

Unterschiedliche Gasbildung von Maissilage



Biogaspotential und Substrateigenschaften



90% des Biogaspotentials nach...

• Maissilage	20-22	Tage
• Zuckerrübe	12-14	Tage
• Gülle	9-12	Tage
• Stroh	40-60	Tage
• Glycerin	8-9	Tage
• Getreide-GPS	20-24	Tage

Dies ist bei der Auslegung der Faulraumbelastung und der Verweilzeit zu beachten!

Faulraumbelastung

Definition: $\frac{\text{kg organische Trockensubstanz}}{\text{m}^3 \text{ Fermentervolumen und Tag}}$

- Nur relative Aussage über die Fütterung
- Vergleichbar nur bei ähnlichen Substraten
- Oft nicht vergleichbar angegeben (nur Fermenter, Fermenter und Nachgärer, Umbenennung von Anlagenteilen)

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Faulraumbelastung Praxiswerte (Volumen vor dem Gärrestlager)

- Gülleanlagen: 1-2 kg oTS/m³*d
- Maismonoanlagen: 2-4 kg oTS/m³*d
- Abfallvergärer: 4-8 kg oTS/m³*d

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Mittlere hydraulische Verweilzeit

Definition: $\frac{\text{m}^3 \text{ Gär volumen}}{\text{Fütterung m}^3/\text{d}}$

- Wichtige Kenngröße bei der biologischen Auslegung von Biogasanlagen
- Notwendige Verweilzeit ist substratabhängig

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Mittlere hydraulische Verweilzeit

Empfohlene substratabhängige Mindestverweilzeit

- | | | |
|----------------|-----|------|
| • Maissilage | 80 | Tage |
| • Zuckerrübe | 60 | Tage |
| • Gülle | 35 | Tage |
| • Stroh | 160 | Tage |
| • Glycerin | 35 | Tage |
| • Getreide-GPS | 80 | Tage |

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Mittlere hydraulische Verweilzeit

Gefahr bei zu geringer Verweilzeit

- Keine maximale Biogasausbeute der Substrate
- Ausschwemmen von Bakterien
- Zu hohe Belastung der Biologie
- Schnelle Prozessstörungen
- Umweltschäden beim Ausbringen von unausgegorenem Gärrest

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Temperatur (Theorie)

Literaturwerte (Handreichung Biogas):

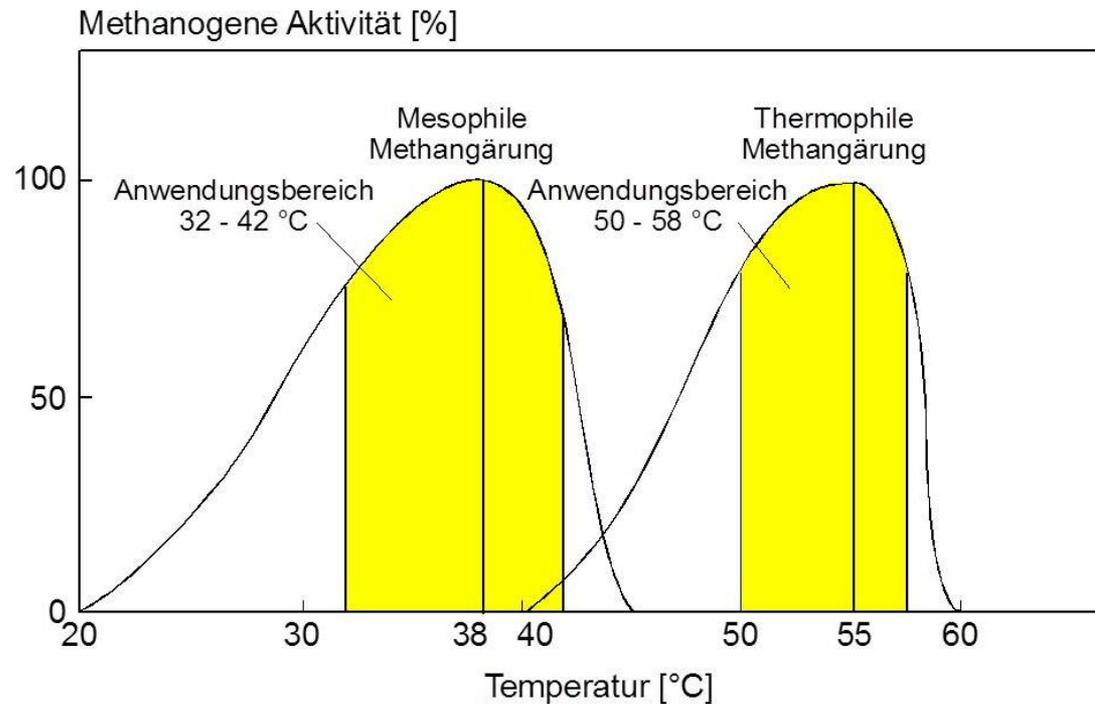
Mesophile Fahrweise: 32° - 42° C

Termophile Fahrweise: 50° - 57° C

Biologische Faustformel:

Pro Temperatursteigerung um 10° verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit

Temperatur (Theorie)

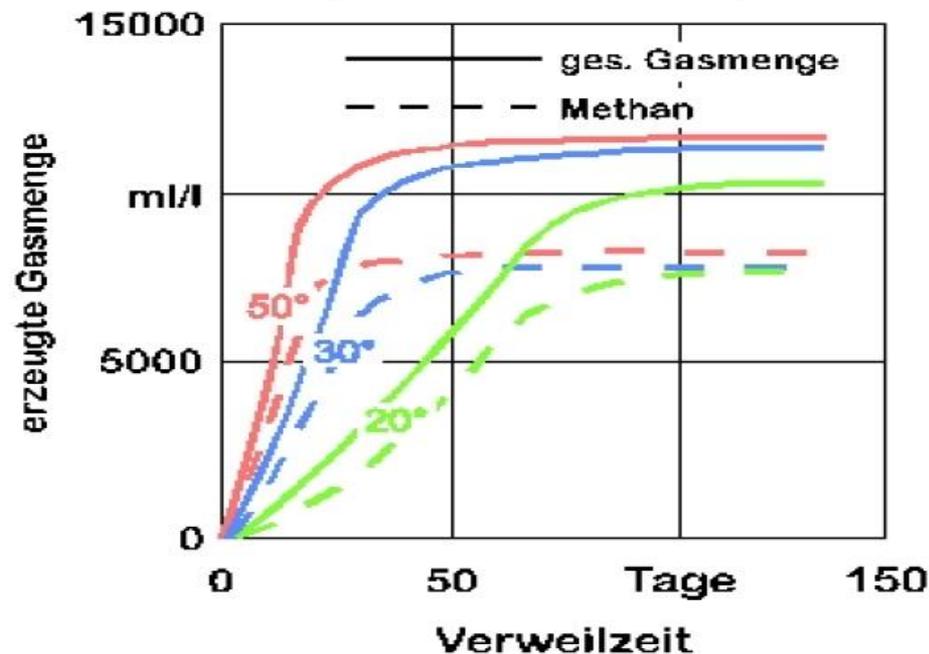


Quelle: FAL

Prozessparameter und Kontrollgrößen

Temperatur (Theorie)

Verhältnis von Temperatur und Verweilzeit zur erzeugbaren Gasmenge



Prozessparameter und Kontrollgrößen



Temperatur (Praxis):

Gängigste Fahrweise von Biogasanlagen: **40° - 42° C**

Vorteile:

- Leicht zu beherrschender Prozess
- Mehr Wärmenutzung / Wärmeverkauf möglich

Hauptsache konstant, dann sind auch andere Temperaturen möglich!

Prozessparameter und Kontrollgrößen



pH-Wert (Theorie):

Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der H⁺-Konzentration.

$$\text{pH} = -\log_{10}(a_{\text{H}}) \approx -\log_{10} \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{mol/L}} \right)$$

Gibt an, wie viele freie Wasserstoffionen in einer Flüssigkeit vorhanden sind.

Beeinflusst maßgeblich chemische und biologische Prozesse

Prozessparameter und Kontrollgrößen



pH-Wert (Theorie):

Der pH-Wert...

- ist eine Kennzahl des Säuregehalts einer Lösung.
- sollte laut Literatur zwischen 6,8 und 7,8 liegen.
- ist eine wichtige Kenngröße für das „Wohlbefinden“ der Bakterien.
- in der Biogasanlage ist niedriger als in der Probe außerhalb

Prozessparameter und Kontrollgrößen



pH-Wert (Theorie) Differenz innerhalb und außerhalb:

Chemisches Gleichgewicht:



Eingependeltes Gleichgewicht in der Biogasanlage bei ca. 48% CO₂

Henry-Konstante: Übergang von Gasen aus Flüssigkeiten

Bei Umgebungsluft (0,3 % CO₂) entweicht CO₂ und die Wasserstoffionen werden gebunden

Prozessparameter und Kontrollgrößen



pH-Wert (Praxis):

Der pH-Wert ist ein wichtiger Wert, die Biogasanlage sollte aber nicht nur danach gefahren werden!

„Der pH-Wert ist die Feuerwehr und die kommt meist zu spät.“

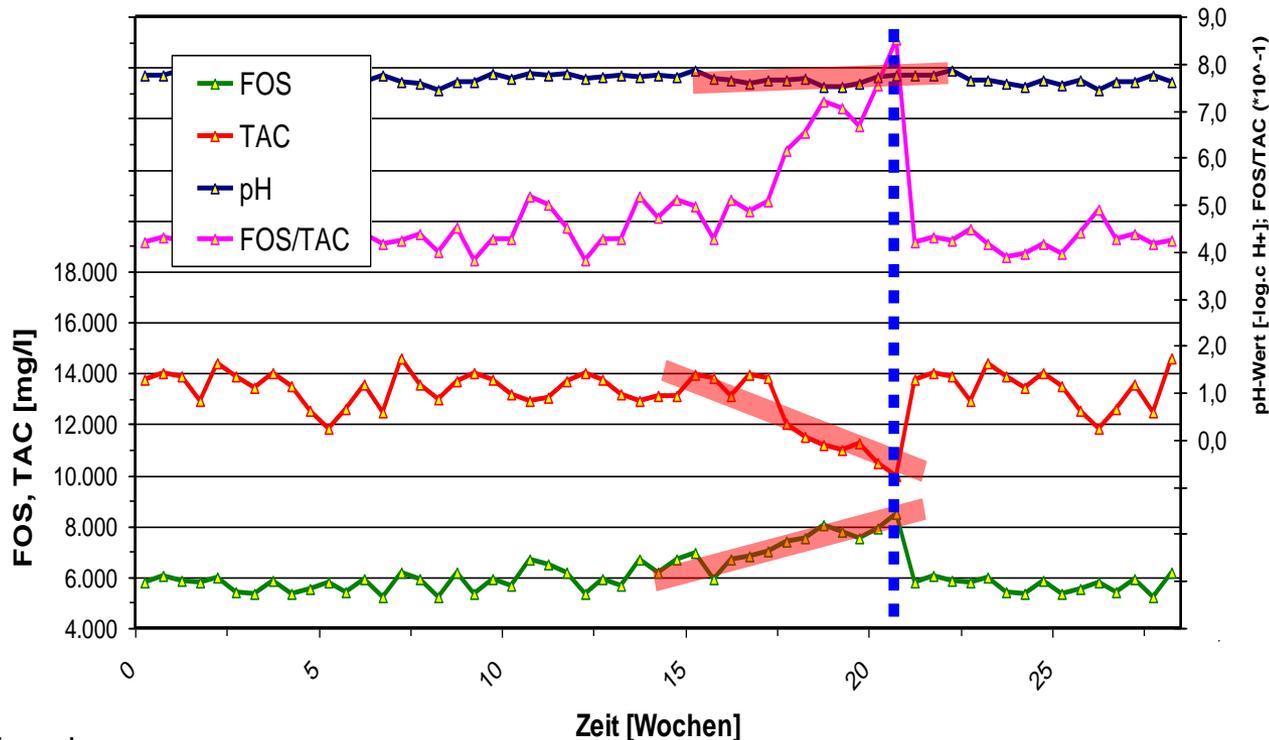
Der pH-Wert...

- sollte zwischen 7,3 und 8,0 liegen (Ausnahmen möglich!)
- sollte auf jeden Fall annähernd konstant sein
- ist abhängig von der Fütterung der Biogasanlage

Prozessparameter und Kontrollgrößen

pH-Wert (Praxis):

Fermenter



Quelle: MT-Energie

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Puffer (Theorie):

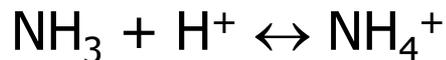
Der chemische Puffer verhindert ein sofortiges starkes Schwanken des pH-Wertes bei steigender oder sinkender Säurekonzentration

Als puffernde Substanzen wirken Carbonate, Phosphate und Ammonium. Diese Verbindungen haben die chemische Eigenschaft die Protonen von Säuren zu binden und wieder freizusetzen und somit den pH-Wert nahezu konstant zu halten

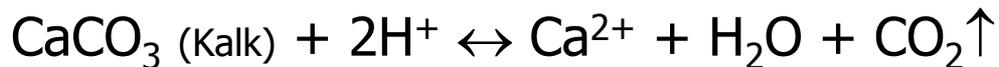
Prozessparameter und Kontrollgrößen

Puffer (Theorie):

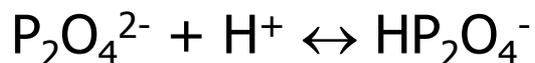
Ammonium-Puffer (**Pufferbereich bei pH 8,2 – 10,2**) :

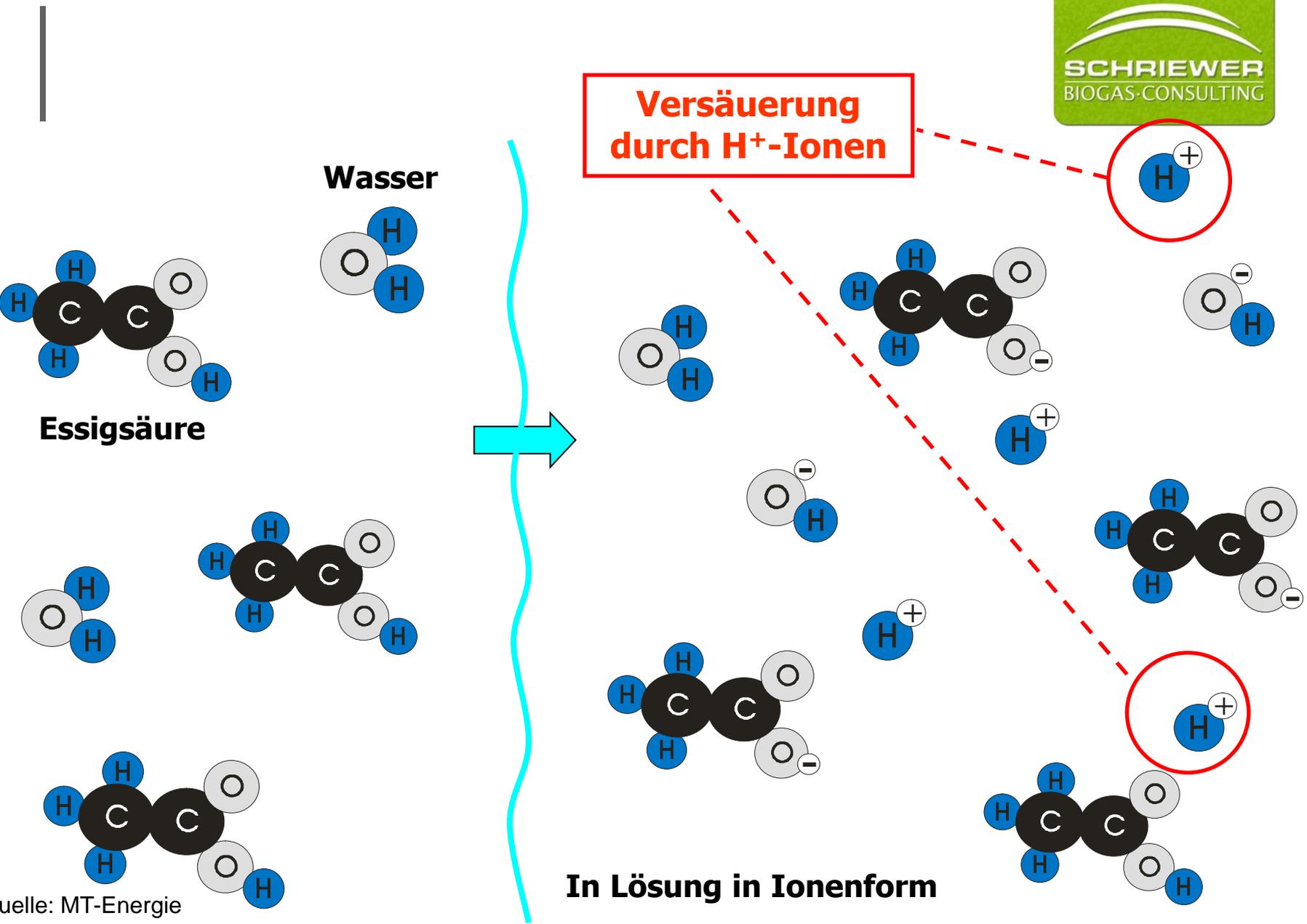


Carbonat-Puffer (**Pufferbereich bei pH 6,2 - 8,6**)

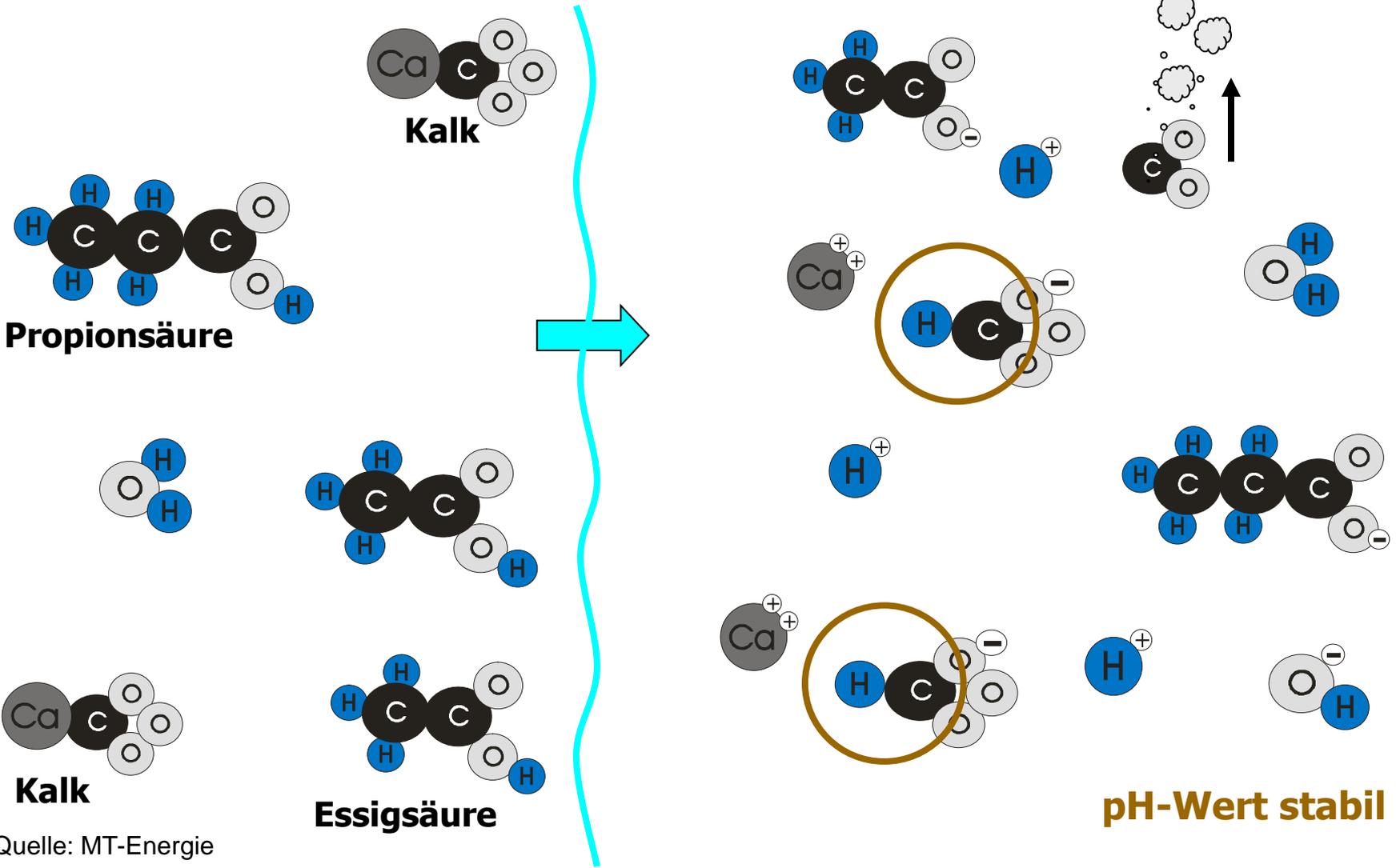


Phosphat-Puffer (**Pufferbereich bei pH 5,4 - 7,8**)





Quelle: MT-Energie



Quelle: MT-Energie

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Puffer (Praxis):

Biogasanlagen mit Mist- und/oder Gülleeinsatz haben in der Regel genug puffernde Substanzen (Ammoniumverbindungen über Harnstoff) für einen stabilen biochemischen Prozess.

Biogasanlagen mit einer reinen Silagefütterung benötigen meist zusätzliche Gaben von Kalk (Preis und Verfügbarkeit) um einen stabilen biochemischen Prozess zu halten.

Schwefelwasserstoff (Theorie):

Die Schwefelwasserstoffelimination ist wichtig für die weitere Verwendung des Biogases und für die Biologie:

- Maximale H_2S -Konzentration für BHKWs unterschiedlich (Garantiebedingungen!)
- Maximale H_2S -Konzentration für Einspeisung in Gasnetze
- H_2S blockiert wichtige Spurenelemente in der flüssigen Phase

Schwefelwasserstoff (Theorie):

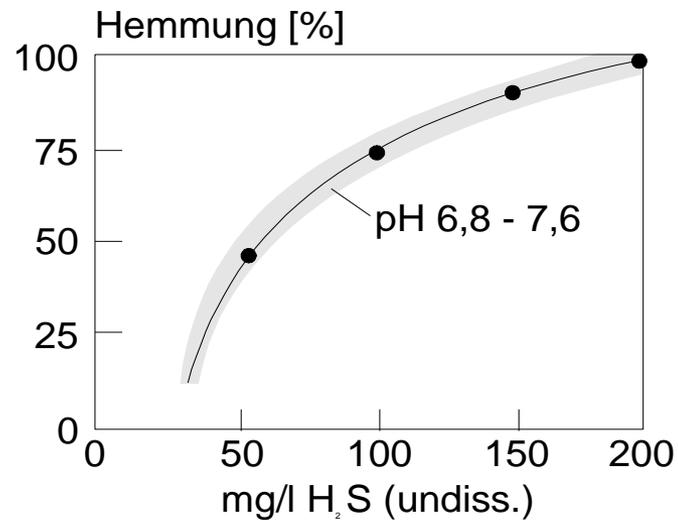
Biogas enthält unter unbehandelten Bedingungen H₂S-Konzentration bis zu 6000 ppm (fütterungsabhängig).

Quellen:

- Proteinreiches Substrat
- Gülle (jahreszeitliche Schwankungen durch Futterwechsel)
- Unter Umständen Grundwasser

Schwefelwasserstoff (Theorie):

Hemmung der Methanbildung
(Methanbildung aus Essigsäure)



Quelle: MT-Energie

Schwefelwasserstoffelimination, chemisch (Praxis):

- über Eisenprodukte, meist Eisen(II)chlorid
- Andere eisenhaltige Produkte (z.B. Klärschlamm, Eisenoxide Metallverarbeitung) oft mit zu hohen Schwermetallgehalten belastet (Grenzwerte Düngemittelverordnung)!
- Reaktionsgleichung: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} + 2 \text{H}^+$

Schwefelwasserstoffelimination, chemisch (Praxis):

- Vorteil: schnelle Wirkung, keine Verdünnung des Biogases durch Luft
- Nachteil: Kosten und Handhabung (Gefahrstoff)

Meist bei nawaRo-Anlagen zum Anfahren und bei Störungen genutzt
Teilweise bei Abfallvergärer permanente Zugabe

Schwefelwasserstoffelimination, biologisch (Praxis):

- über ubiquitäre Schwefelbakterien im Gasspeicher und Sauerstoff (Luft oder technischer Sauerstoff)
- Andere eisenhaltige Produkte (z.B. Klärschlamm, Eisenoxide Metallverarbeitung) oft mit zu hohen Schwermetallgehalten belastet (Grenzwerte Düngemittelverordnung)!
- Reaktionsgleichung: $2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Schwefelwasserstoffelimination, biologisch (Praxis):

- Vorteil: geringe Kosten
- Nachteil: Verdünnung des Biogases durch Luft, träges System (Anwuchsphase der Bakterien)

Luft wird bei den meisten nawaRo-Anlagen benutzt

Bei Biomethananlagen entweder Technischer Sauerstoff oder chemische Entschwefelung





Prozessparameter und Kontrollgrößen



Trockensubstanz (TS)

- Wichtiger Parameter um das Biogaspotential pro t Frischmasse von z.B. Silagen abzuschätzen
- Früher TS-Wert der Substrate für den TF-Bonus wichtig
- Nur Hinweis (!) auf die Rührfähigkeit in den Behältern der Biogasanlage Beispiel: ein Stein und Sonnenblumenöl haben ca. die gleiche Trockensubstanz
- Heute noch eine wichtige Bezugsgröße mangels brauchbarer Alternativen für Rührfähigkeit

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Organische Trockensubstanz (oTS)

- Zusammen mit dem TS-Wert sehr gut geeignet zum Abschätzen des Biogaspotentials
- Wieder stark substratabhängig!
- Kann unterschiedliche Bezugsgrößen haben:
% oTS bezogen auf TS **oder** % oTS bezogen auf Frischmasse

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Stickstoffgehalt

- Stickstoff ist ein wichtiger Baustein für Bakterien
- Wichtiger Wert für Düngemittel
- Wird als Gesamtstickstoff und unterteilt als Ammonium und organisch gebundener Stickstoff angegeben
- Faustformel: Ca. etwas mehr als die Hälfte des Gesamtstickstoffs liegt nach der Vergärung als Ammonium vor

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Stickstoffgehalt

Organisch gebundener Stickstoff

- Diese Form des Stickstoffes beeinflusst die Gärbiologie nur sekundär
- Bei der Vergärung kann daraus Ammonium freigesetzt werden
- Nach der Vergärung ist der organisch gebundener Stickstoff ein guter Langzeitdünger

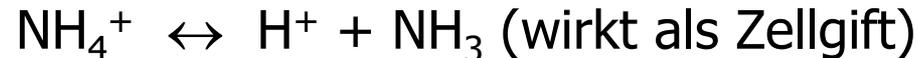
Prozessparameter und Kontrollgrößen



Stickstoffgehalt

Ammonium, gelöste Stickstoffverbindung

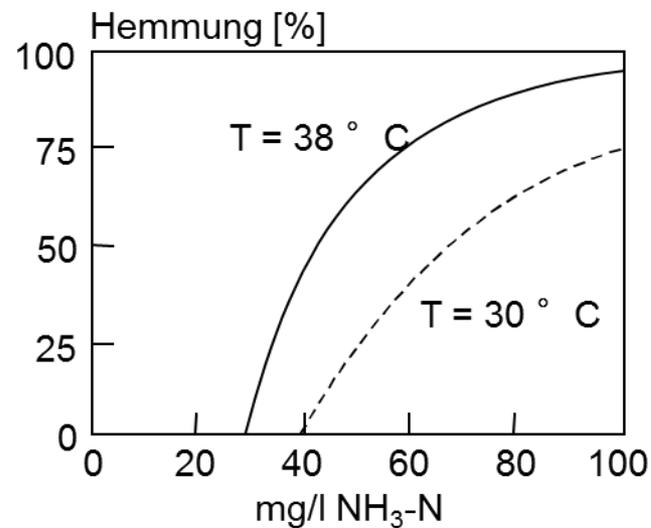
- Dient nicht der Biogasproduktion, aber wichtig für die Bakterien
- Zu hohe Konzentrationen wirken auf die Biologie störend:



Prozessparameter und Kontrollgrößen

Stickstoffgehalt

Hemmung der Methanbildung durch NH_3
(Methanbildung aus Essigsäure)



Quelle: MT-Energie

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Stickstoffgehalt

Ammonium, gelöste Stickstoffverbindung

- Praxiswert: 1.900 mg – 5.000 mg / kg Fermenterinhalt, Gewöhnung an höhere Konzentrationen möglich
- Nach der Vergärung ist der als Ammonium vorliegender Stickstoff ein schnell verfügbarer Dünger

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)

- Parameter aus der Klärwerkstechnik
- gibt an, wie viel Sauerstoff (!) gebunden werden kann
- erfaßt nicht nur organische Verbindungen
- diene der Abschätzung des Biogaspotentials
- „Schätzeisen“, Werte nicht generell übertragbar

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Redox-Potential

- gibt Bereitschaft einer Lösung im Vergleich zu einer Wasserstoffelektrode an, bei Reaktionen Elektronen ab- und aufzunehmen
- Für jede Anlage eigene Werte (Abhängigkeit pH, Säuren, Puffer)
- Bereich -200 bis -600 mV
- Bei Laborversuchen geeignet, jedoch weniger bei großen Anlagen

Prozessparameter und Kontrollgrößen



Säurespektrum

- Genaueste Untersuchung der biologischen Abläufe
- Gibt die einzelnen Säuren (Essig-, Propion-, Butter- und Valeriansäure und je nach Messverfahren auch deren Isosäuren an)
- Einheiten in ppm oder mg/l
- Faustformel: Verhältnis von Essigsäure zu Propionsäure sollte 3:1 oder besser sein

Prozessparameter und Kontrollgrößen

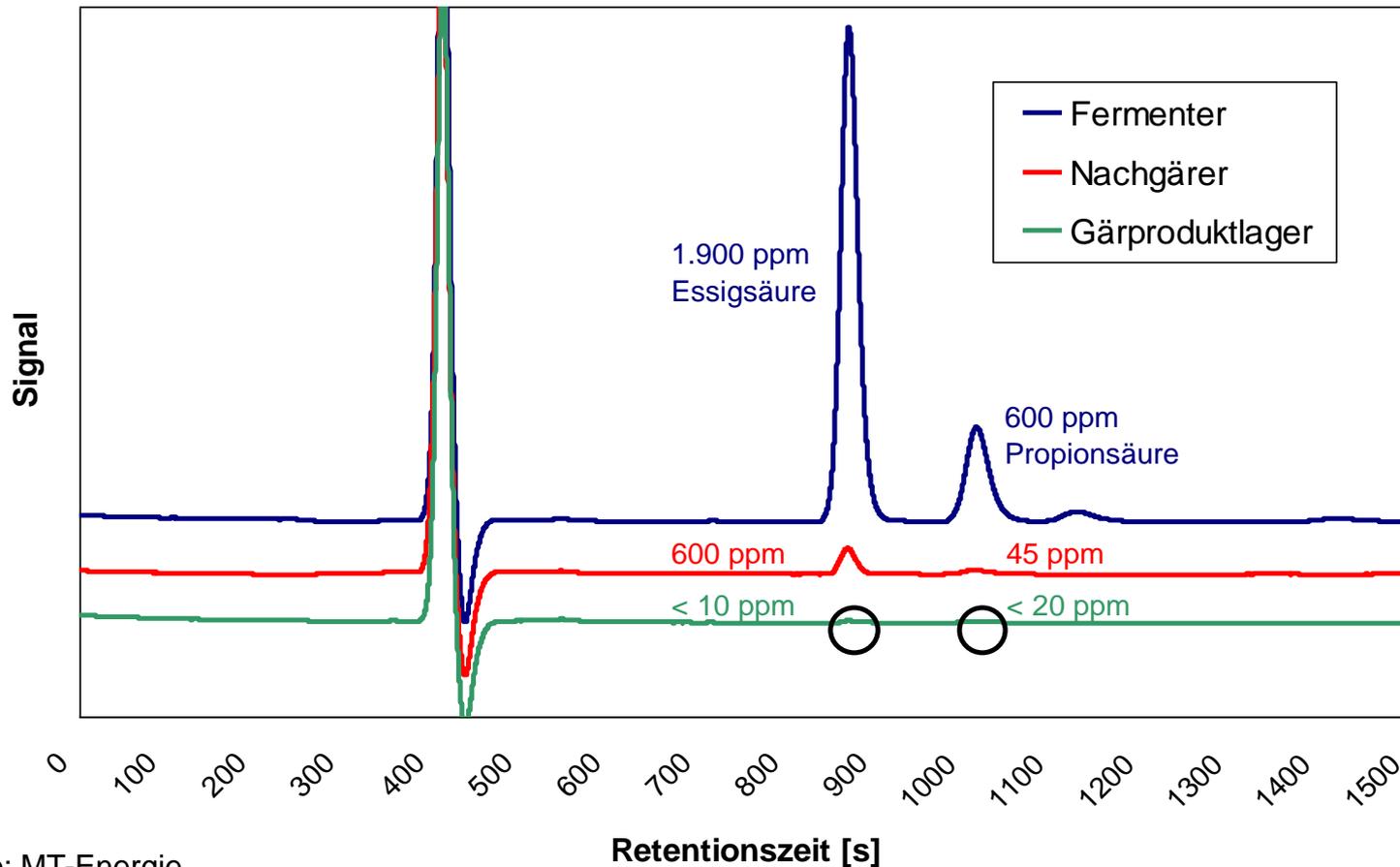


Säurespektrum

- Auftreten von höheren Propionsäurekonzentrationen oder gar Buttersäuren weisen auf erhebliche Prozessstörungen hin
- Anzeige eines Missstandes aber nicht der Ursache
- Bei Altanlagen mit Trockenfermentation teilweise nötig zur Bestimmung des Essigsäureäquivalents (< 2000 mg/l)

Prozessparameter und Kontrollgrößen

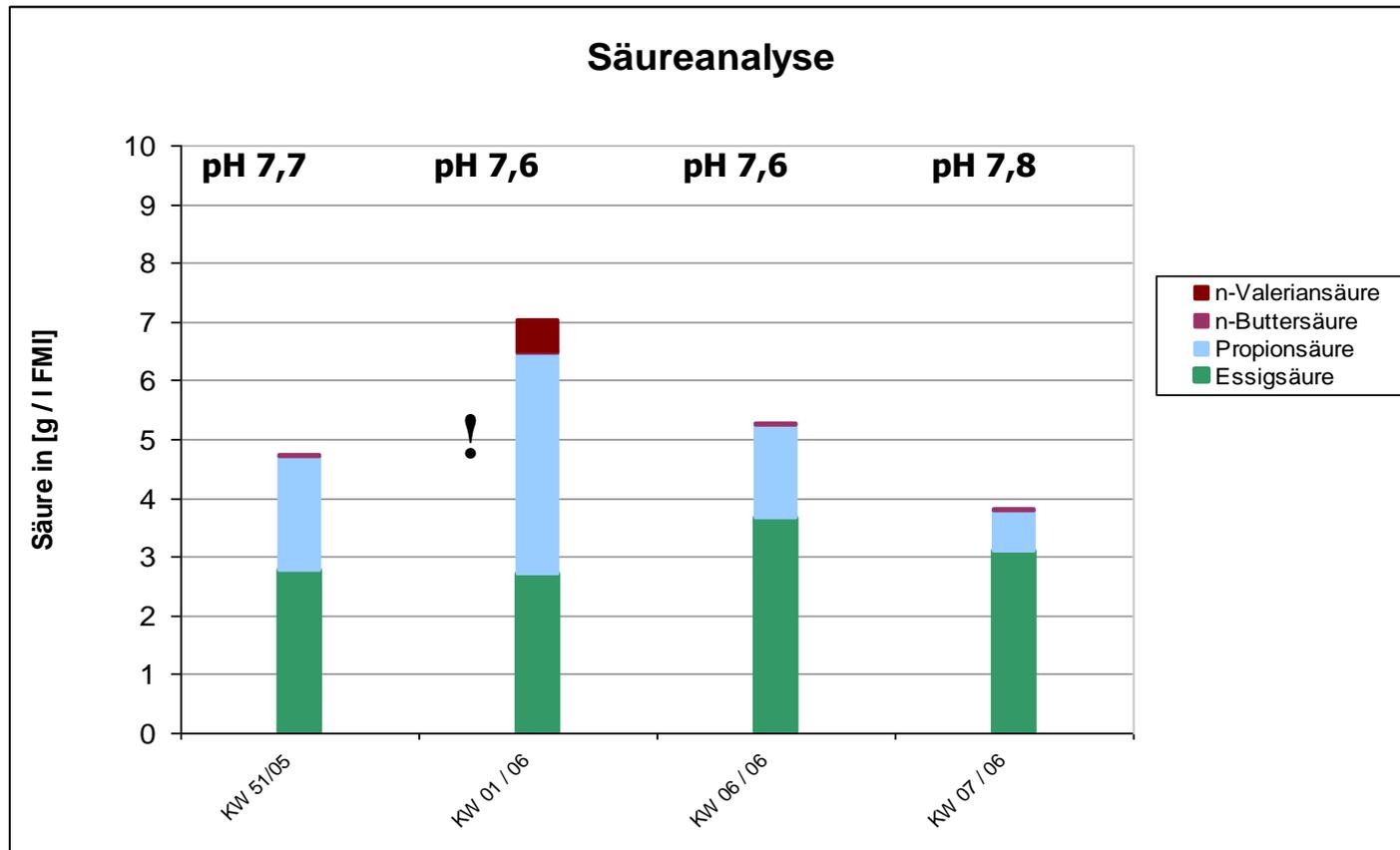
Beispiel Säurespektren



Quelle: MT-Energie

Prozessparameter und Kontrollgrößen

Beispiel zeitlicher Verlauf Säurespektren



Quelle: MT-Energie

Prozessparameter und Kontrollgrößen



FOS/TAC-Untersuchung

FOS = Flüchtige organische Säuren (ausgedrückt als Essigsäure)

TAC = totaler anorganischer Carbonatpuffer (ausgedrückt als Carbonatpuffer)

- Einfache, schnelle und weit verbreitete Untersuchung
- Einzelne Werte werden als Summenparameter ausgedrückt (unter FOS fallen alle Säuren, nicht nur Essigsäuren, unter TAC auch andere Puffernde Verbindungen wie Phosphat- oder Ammoniumpuffer)

Prozessparameter und Kontrollgrößen



FOS/TAC-Untersuchung

Aussagekraft und Grenzen

- FOS entspricht nicht dem wissenschaftlichen Essigsäureäquivalent!
- Durch Messverfahren „irreführende“ Werte (zeigt zu viel Säure an)
- Nur das Verhältnis von FOS und TAC ist relevant
- Zeigt kein Missverhältnis der einzelnen Säuren zueinander

Prozessparameter und Kontrollgrößen

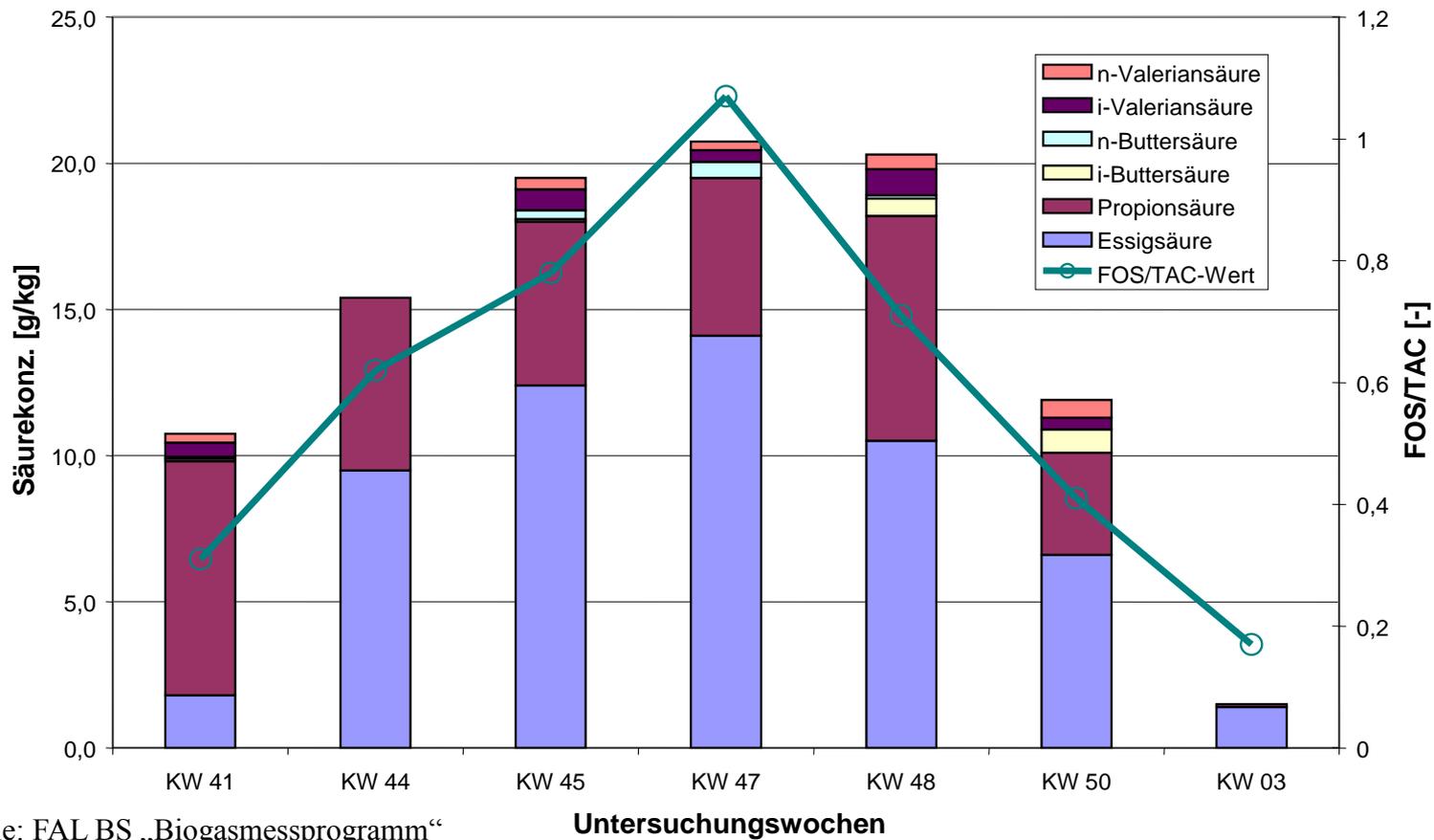
FOS/TAC-Untersuchung

Beispiel

Datum	pH [-log.c H+]	FOS [mgHAc _{aq} /l]	TAC [mgCaCO ₃ /l]	FOS/TAC [-]	ES [ppm]	PS [ppm]
04.10.09	7,56	4.076	10.192	0,40	1.144	312
09.10.09	7,61	3.730	10.191	0,37	n.b.	n.b.
13.10.09	7,72	3.614	10.492	0,34	631	39
21.10.09	7,77	3.311	11.030	0,30	677	318
25.10.09	7,70	3.000	10.972	0,27	388	40
10.11.09	7,66	2.800	11.117	0,25	186	8
16.11.09	7,78	2.810	11.723	0,24	106	11
24.11.09	7,69	2.612	10.833	0,24	56	5
17.12.09	7,66	2.396	10.078	0,24	n.b.	n.b.

Prozessparameter und Kontrollgrößen

FOS/TAC-Untersuchung



Quelle: FAL BS „Biogasmessprogramm“

Hemmung des biologischen Prozesses



allgemein

Der biologische Prozess kann durch verschiedene Faktoren gehemmt oder gestört werden:

- Hohe Ammonium oder Schwefelwasserstoffgehalte
- Nicht optimaler pH-Wert (Übersäuerung)
- Medikamente (Antibiotika) und Desinfektionsmittel

Hemmung des biologischen Prozesses



Antibiotika (Theorie)

Nicht alle Antibiotika wirken gleich:

- Hemmung der Atmung (unbedeutend, da keine Atmung vorliegt)
- Hemmung der Zellteilung (bedeutsam, könnte hemmend wirken)
- Hemmung des Stoffwechsels (je nach Wirkungsweise)
- Hemmung spezieller Mikroorganismen oder Ordnungen (meist unbedeutend)

Hemmung des biologischen Prozesses



Für die Gärbiologie ungefährliche Antibiotika:

- Penicillin
- Amoxicillin
- Ampicillin
- Colistin
- Erythromycin
- Flavomycin
- Lasalocid
- Trimethoprim Sulfamethoxazol
- Sulfadiazin

Hemmung des biologischen Prozesses



Für die Gärbiologie gefährliche Antibiotika:

- Bacitracin
- Benzylpenicillin
- Lasalocid
- Lincomycin
- Monensin
- Spiramycin
- Neomycin
- Tysolin
- Virginiamycin
- Chlortetracyclin
- Tetracyclin
- Sulfamethazin
- Kokzidiostatika
- Erythromycin

Hemmung des biologischen Prozesses



Antibiotika Praxis:

- Werden schädliche Antibiotika verwendet, sollten diese gegen ungefährliche ausgetauscht werden
- Bei Unsicherheit Rücksprache mit dem Tierarzt oder prozessbiologischen Betreuer der Biogasanlage
- Antibiotika verlieren mit der Zeit ihre Wirkung (Güllelager)
- Test für den Praktiker: Glas mit der Gülle am warmen Ort beobachten (Bläschenbildung?)

Hemmung des biologischen Prozesses



Desinfektionsmittel (Theorie)

Unterschiedliche Wirkungsweisen:

- Veränderung der pH-Werte
- Zellgifte
- Zellwandzerstörung
- Hemmung des Stoffwechsels

Hemmung des biologischen Prozesses



Für die Gärbiologie ungefährliche Desinfektionsmittel:

- Propanol (Alkohole)
- Kalke in jeder handelsüblichen Form
- Formalin 2%
- Wasserstoffperoxid
- Peressigsäure
- Kupfersulfat
- Kalkmilch

Hemmung des biologischen Prozesses



Für die Gärbiologie gefährliche Desinfektionsmittel:

- Aldehyde
- Chloroform
- Glucoprotamine
- Phenole
- QAV (quartäre Ammoniumverbindungen)
- Phenolderivate
- Perchloräthylen
- Schwefelkohlenstoff
- Triclosan

Hemmung des biologischen Prozesses



Allgemein (Praxis)

- Immer mit Augenmaß Medikamente und Desinfektionsmittel gebrauchen
- „All Ding´ sind Gift, und nichts ist ohn´ Gift. Allein die Dosis macht es, dass ein Ding kein Gift ist.“ Paracelsus
- Bei unbekanntem Stoffen besser immer Rat einholen!

Kurze Zusammenfassung



- Der Prozess der Biogasbildung ist sehr komplex und nicht bis ins Kleinste aufgeklärt
- Wichtige Zwischenschritte sind die Säurebildungen
- Die Bakterien brauchen ihre „Wohlfühlumgebung“ (pH, Salze, Temperatur, puffernde Substanzen, etc.)

Kurze Zusammenfassung



- Wichtigste Messwerte des biologischen Prozesses sind:
 - Der pH-Wert
 - Das FOS/TAC-Verhältnis
 - Das Säurespektrum
 - Der Ammoniumgehalt (je nach Fütterung)
- Viele Parameter sind Hilfsgrößen und nur im Zusammenhang zu betrachten
- Eine Vergleichbarkeit ist nicht immer gegeben

Kurze Zusammenfassung



- Medikamente und Desinfektionsmittel wirken vielfältig
- Generelle Aussage über Schädlichkeit nicht möglich
- Rat bei Fachleuten einholen
- Dosierung beachten



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen und Bemerkungen?

