

Überblick

Die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Prozesse in Biogasfermentern hängen maßgeblich von der Zellzahl und Aktivität der Mikroorganismen ab. Praktisch eingesetzt werden jedoch meist chemisch-physikalische Methoden der Prozessanalyse. Hier treten Auffälligkeiten häufig erst dann auf, wenn prozessbiologische Störungen bereits aufgetreten oder weit fortgeschritten sind.

Molekularbiologische Methoden können zwar die Veränderungen und Ungleichgewichte innerhalb der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft erkennen. Der praktische Nutzen des damit verbundenen Zeit- und Kostenaufwands steht jedoch zur Diskussion.

Diese Arbeit zeigt, wie neue molekulare qPCR-Assays die Fermenterbiologie bei kritischen Fermenterzuständen charakterisieren können. Dies kann zukünftig die klassische Fermenteranalytik ideal ergänzen.

Versuchsaufbau und Durchführung

Studienparameter im PFI-Technikum:

- Zwei kontinuierliche Gärtests in automatisierten 100 L Durchflussfermentern:
 - ▢ Stufenweise Anhebung der Raumbelastung mit Mais bzw. Mais+Triticale-GPS
 - ▢ Dauerhafte Monovergärung mit einer Triticale-GPS
- Kontinuierliche Überwachung von Gasmengen und Gasqualität
- Wöchentliche Beprobung zur chemisch-physikalischen Analyse von: FOS, NH₄-N, pH, TS, oTS
- Wöchentliche Beprobung zur molekularen Analyse der Mikroorganismen und zur Bestimmung der DNA-Konzentration (in Kopien pro Gramm Probe) von:
 - ▢ qBac: Bacteria (universell)
 - ▢ qMeth: Methanogenen Archaea
 - ▢ qSyn: Gruppe syntropher Bakterien ("AMODIA Syntrophics Group", ASG*)
- Messung des zeitlichen Verlaufs bis zum Kollaps der Fermenterbiologie bzw. bis zum Maschinenschaden

*: ASG: Teilgruppe der Syntrophen, die besonders empfindlich auf Probleme der Prozessbiologie reagieren

Monitoring der Fermentation bei verschiedenen Substraten

Erläuterungen zur Darstellung:

Obere zwei Felder:
Vorgegebene **organische Raumbelastung** und daraus resultierende Menge an **Trockensubstanz**

Mittlere zwei Felder:
Gemessene Säuremengen für **Essig-** und **Propionsäure** sowie gemessener **Methanertrag**

Unteres Feld:
Gemessene Konzentrationen der DNA von Bacteria (**qBac**), Methanogenen (**qMeth**) und Syntrophen (**qSyn**).

Horizontale Linien und Bereiche:
Obere und **untere** Schwellenwerte mit dem Bereich dazwischen für **qMeth** und **qSyn**.

Senkrechte gestrichelte Linien:
Zeitpunkte, an denen die Konzentrationen von qMeth und qSyn die jeweiligen **grünen** und **roten** Schwellenwerte unterschreiten

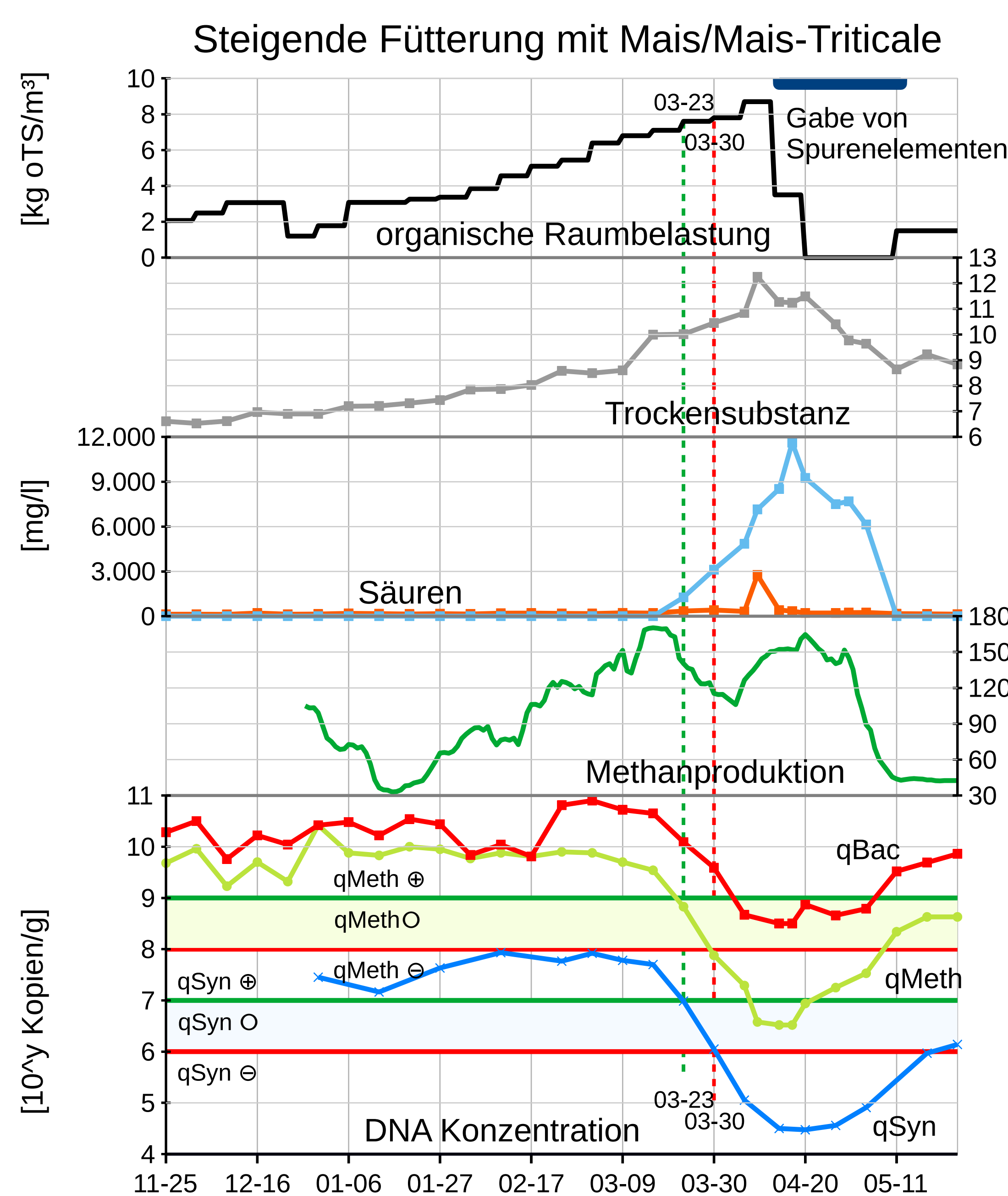


Abb 1: Zeilicher Verlauf der Parameter bei steigender Fütterung

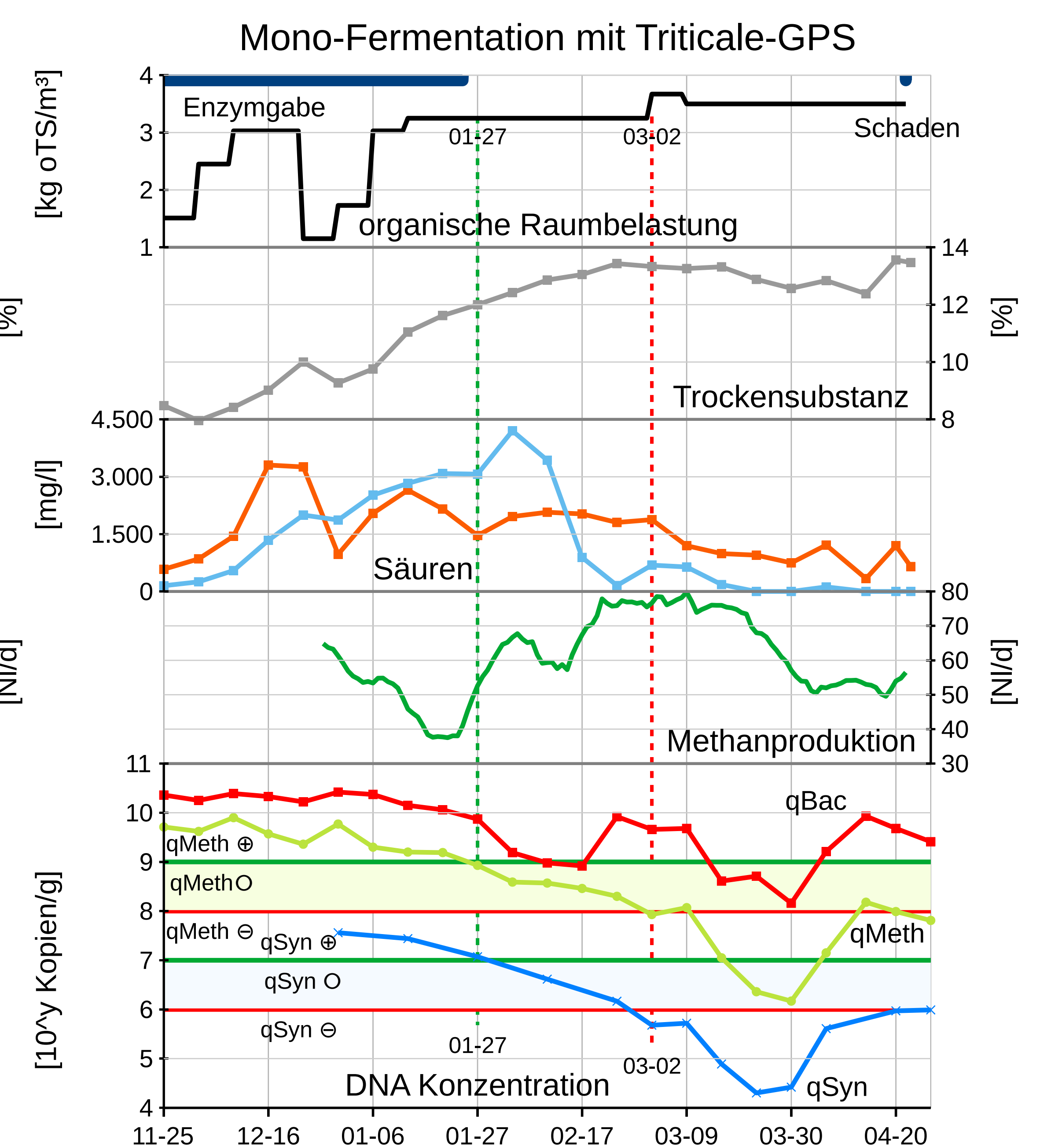


Abb 2: Zeilicher Verlauf der Parameter bei einer Monovergärung

Diskussion

Stufenweise steigende Fütterung

- Stabile Fermenterbiologie bis zu einer Raumbelastung von ca. 6 kg oTS/m³
- Bei erster Bildung von Propionsäure ("03-23"): qSyn und qMeth fallen zeitgleich um fast eine Größenordnung
- Ableitung von "kritischen" Schwellenwerten für diese DNA-Konzentrationen beim Beginn der Störung:
 - ▢ Erste Messung von Propionsäure: 10⁷ für qSyn bzw. 10⁹ für qMeth (jeweils: grüne horizontale Linie)
 - ▢ Weiter ansteigende Propionsäure: 10⁶ für qSyn bzw. 10⁸ für qMeth (jeweils: rote horizontale Linie)
- Propionsäure = 0 mg/l bedeutet nicht das Ende der Störung: qSyn und qMeth weiterhin unter kritischen Werten

Monovergärung mit Mais-Triticale

- Von Beginn an hohe Gehalte an Essig- und Propionsäure
- Scheinbare Verbesserung ca. zwei Wochen nach Absetzen der Enzymgabe:
 - ▢ Schnell sinkender Gehalt der Propionsäure
 - ▢ Parallel dazu steigender Methanertrag
 - ▢ Aber: Weiterhin sinkende DNA-Konzentrationen für qBac, qMeth und qSyn
- qSyn und qMeth schon 3 Wochen vorher unter den oberen kritischen Schwellenwerten (jeweilige grüne Linien)

Schlussfolgerungen

- Die Quantifizierung der beteiligten Mikroorganismen erlaubt bei Störungen oder bei Substratumstellungen eine bessere Überwachung der Fermenterbiologie und auch die Beurteilung der getroffenen Maßnahmen.
- Der von AMODIA entwickelte Ampel-Indikator für die Konzentrationen von Syntrophen und Methanogenen kann als Frühindikator im Vorfeld einer Störung dienen:
 - ▢ Oberhalb der oberen Schwelle (grüner Bereich):
 - Fermenterbiologie gut
 - keine Maßnahmen erforderlich
 - ▢ Unterhalb der oberen Schwelle (gelber Bereich):
 - Fermenterbiologie wird schlechter
 - erste Maßnahmen sollten ergriffen werden
 - ▢ Unterhalb der unteren Schwelle (roter Bereich):
 - Fermenterbiologie kritisch
 - drastische Maßnahmen erforderlich