

Quantifizierung von Mikroorganismen in Biogasfermentern

SABINE PETERS, ULRICH KRAUSE, STEFAN DRÖGE

1 Einleitung

Die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Prozesse in Biogasfermentern hängen maßgeblich von der Zellzahl und Aktivität der Mikroorganismen ab. In der Praxis eingesetzte Methoden der Prozessanalyse beschränken sich allerdings meist auf chemisch-physikalische Messungen. Hier treten Auffälligkeiten jedoch erst auf, wenn prozessbiologische Störungen bereits aufgetreten oder weit fortgeschritten sind. Zwar stehen seit Langem molekularbiologische Methoden zur Verfügung, mit denen Veränderungen und Ungleichgewichte innerhalb der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft erkannt werden können. Der praktische Nutzen dieses Zeit- und Kostenaufwands steht jedoch zur Diskussion.

Diese Arbeit zeigt, wie neue molekulare qPCR-Assays die Fermenterbiologie bei unterschiedlichen Substraten und kritischen Fermenterzuständen charakterisieren können. So kann zukünftig die klassische Fermenteranalytik ideal ergänzt werden.

2 Monitoring der Fermentation bei verschiedenen Substraten

2.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Am Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V. wurden zwei kontinuierliche Gärtests in automatisierten 100-l-Durchflussfermentern durchgeführt:

- stufenweise Anhebung der Raumbelastung mit Mais bzw. Mais + Triticale-GPS
- dauerhafte Monovergärung mit einer Triticale-GPS

Im ersten Fermenter wurde beobachtet, wie sich die Fermenterbiologie, ausgehend von „normaler“ Fütterung, bei steigender Raumbelastung verhält. Der zweite Fermenter diente zum Vergleich mit dem reinen Alternativsubstrat.

Während der Versuchslaufzeit wurden regelmäßig die chemisch-physikalischen Prozessparameter geprüft (FOS, $\text{NH}_4\text{-N}$, pH, TS, oTS) sowie kontinuierlich Gasmengen und -qualität überwacht.

Parallel dazu wurde die Konzentration von drei Bakteriengruppen bestimmt:

- „qBac“: Bakterien
- „qMeth“: Methanogenen
- „qSyn“: ein synthrophes Bakterium, das sensibel auf Prozessänderungen reagiert

Die von der AMODIA Bioservice GmbH für die quantitative Analyse entwickelten drei qPCR-Systeme basieren auf einer Häufigkeitsanalyse bakterieller Sequenzen in den Biogasfermentern. Mithilfe dieser Methodik wurde die Sequenz des o.g. syntrophen Bakteriums identifiziert, das sensibel auf Schwankungen der Fermenterbiologie reagiert.

2.2 Ergebnisse

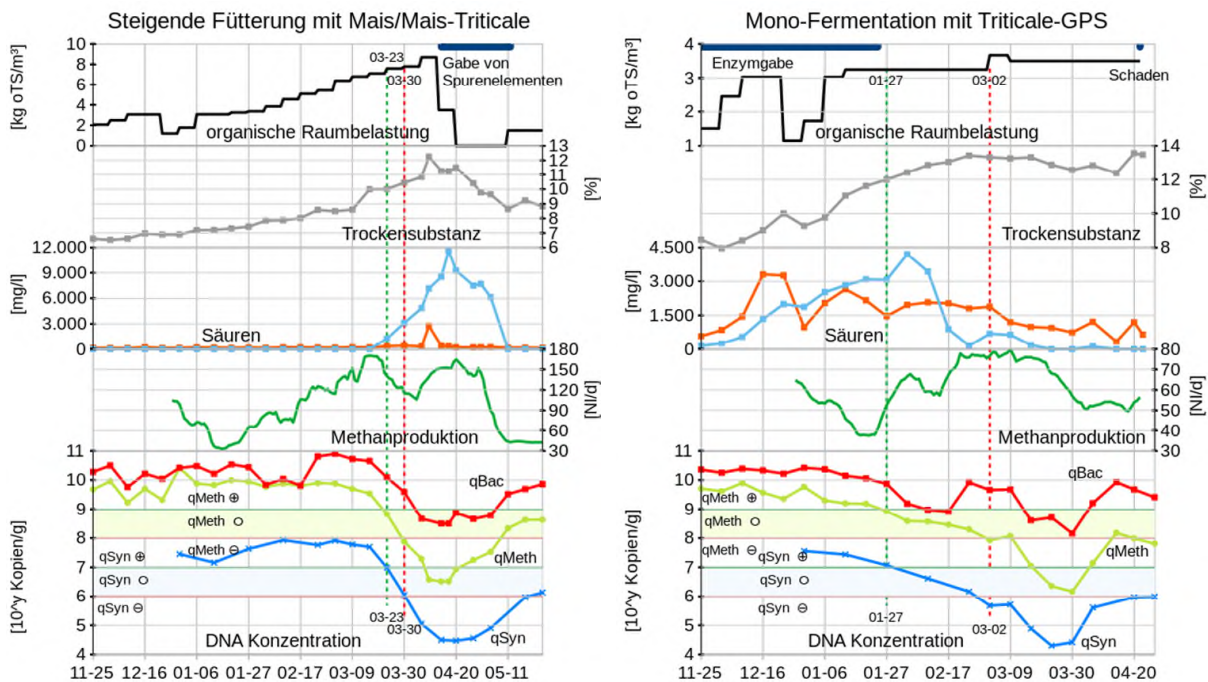


Abb. 1 und 2: Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter für beide Fütterungsversuche (© AMODIA Bioservice GmbH)

3 Fazit

Die Quantifizierung der an der Fermentation beteiligten Mikroorganismen erlaubt direkte Rückschlüsse auf den Zustand der Fermenterbiologie.

Für die Konzentrationen der Methanogenen und des syntrophen Bakteriums konnten jeweils drei Bereiche identifiziert werden, die als eine Art „Ampelindikator“ für die Fermenterbiologie dienen können: Oberhalb einer oberen Schwelle („grüner Bereich“) funktioniert die Fermenterbiologie gut; es sind keine Maßnahmen erforderlich. Unterhalb der oberen Schwelle („gelber Bereich“) können erste Maßnahmen die Fermenterbiologie wieder verbessern. Und unterhalb einer unteren Schwelle („roter Bereich“) befindet sich die Fermenterbiologie in kritischem Zustand, was drastische Maßnahmen erfordert.

Bemerkenswerterweise sind diese Schwellenwerte in beiden unterschiedlichen Versuchsansätzen gleich. Sie scheinen also universeller gültig zu sein, als dies angesichts der drastischen Unterschiede in der Fütterung zu erwarten war. Bei „normaler Fütterung“ sind die Abstände zu den kritischen oberen Schwellenwerten bei der Fütterung mit Mais deutlich größer als bei der Fütterung mit Triticale-GPS.

Die Überwachung der Fermenterbiologie durch die Quantifizierung der beteiligten Mikroorganismen erlaubt insbesondere bei kritischen Betriebsereignissen wie Störungen oder bei Substratumstellungen eine bessere Überwachung und Beurteilung der getroffenen Maßnahmen. Einige der qPCR-Assays kommen möglicherweise als Frühindikator im Vorfeld einer Störung in Frage.

Förderhinweis

Dieser Beitrag nutzt Ergebnisse des AiF-Projektes „FerMiQ“, das im Rahmen der ZIM-Initiative vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wurde.