



Wasserpflanzen als Substrat für Biogasanlagen - praxisgerechte Silierung und Vergärung

Walter Stinner, Lucie Moeller, Harald Wedwitschka, Sandra Roth, Vasco Brummer, Marcus Röhl, Carsten Herbes, Andreas Zehnsdorf

Aqua Mak Aquatische Makrophyten – Ökologisch und ökonomisch optimierte Nutzung
Leipzig, 31.03.2017



Aquatische Makrophyten

» **wertvolle Mitglieder** der Gewässer
in Deutschland:

- **Futter** für aquatische Herbivoren
- **Versteck** für Fische und Vögel
- **Sauerstoff** ins Wasser, Schadstoffe und Nährstofffrachten aus dem Wasser
- **x Algen**

ABER:

... **vermehrten sich oft rasant**,
wodurch die Flachwasserbereiche besiedelter Seen
in kurzer Zeit vollkommen zuwachsen können.

Foto: A. Künzelmann, UFZ



Besonders **aquatische Neophyten** wie *Elodea nuttallii* können **Pflanzenteppiche** bilden, die für Schwimmer und Boote unpassierbar sind. Das schmälert deutlich die touristische Nutzung der Gewässer und führt zu finanziellen Verlusten bei den Betreibern.



Um die **Nutzbarkeit von Seen** und **den Hochwasserschutz bei Fließgewässern** zu gewährleisten, werden regelmäßig **Entkrautungen** durchgeführt.





Die Biomasse wird ungenutzt entsorgt

→ weitere Kosten für Gewässerunterhalter

2008: 100 Mio. €

(naturferne Fließgewässer in Deutschland)

(Zerbe @ Wiegleb, 2008)

Forschungsprojekt:
AquaMak
Aquatische Makrophyten
- ökologisch und ökonomisch optimierte Nutzung

gefördert von:



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Projektpartner:



Hochschule für
Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Forschungsfragen:

Potenzialanalyse:

wieviel

wann

wie geerntet wird

Welche **Zielkonflikte** gibt es?

Welche **Vorteile** hat eine **zielgerichtete Bewirtschaftung** der Bestände?

Wie lässt sich **das wasserreiche Substrat silieren** und so trotz saisonalem Anfall in Biogasprozesse integrieren?



Foto: Andreas Zehnsdorf

Herausforderungen und Lösungsansätze:

Ungünstiges Pufferverhalten der Silagen

- Schlechte Siliereigenschaften

Hoher Wasseranteil

- Monosilierung in Fahrsilos nicht möglich
- Mischsilierung z.B. mit Mais- oder Grassilage nicht praktikabel-
Verschlechterung der Silagequalität durch zu hohe Wassergehalte

Lösungsansatz - kombinierte Silierung von *Elodea* und Getreidestroh

- Ermöglicht gezielte Einstellung des Wassergehaltes
- Wasserpflanzen und Stroh sind Reststoffe und gelten nicht als Nahrungs- oder Futtermittelkonkurrenten

Versuchsanordnung:

- **Siliverversuche mit unterschiedlichen Silagevarianten**
 - Laboranalyse der Silageeigenschaften (Fokus Biogaspotential)
 - Auswahl praxistauglicher Lösungen
- **Langzeitvergärungstests
mit den ausgewählten Silagen**
 - Untersuchung der Vergärungseigenschaften



Probenherkunft:



Wasserpest (*Elodea nutallii*)

aus dem Fluss **Parthe**

in Leipzig

Ernte Herbst 2014

Silagevorbereitung und Siliermethoden:



Silierung im Kunststofffass, Einweckglas und Vakuumbbeutel

Überblick über die Silagevarianten

Untersuchte Silagevarianten

- **Trockensubstanz 30 und 45 %**
- **gehäckseltes / gemahlene Stroh**
- **Silierhilfsmittel**
 - ohne Behandlung
 - Enzympräparat
 - Chemische Silierhilfsmittel auf Basis von Ameisensäure und Propionsäure
 - Enzyme + Chemische Silierhilfsmittel
 - Chemische Silierhilfsmittel + Biologische Silierhilfsmittel (Milchsäurebakterien)
 - Enzyme + Chemische Silierhilfsmittel + biologische Silierhilfsmittel
 - Enzyme + Biologische Silierhilfsmittel
 - Zuckerlösung+ Biologische Silierhilfsmittel

Strohaufschlussverfahren:



Strohhexe von HIRLINGER
und gehäckseltes Stroh nach der Behandlung (Fotos Hirlinger)



Bioextruder® der Firma LEHMANN und aufbereitete Strohproben
(Fotos Lehmann)

Laboranalysen:

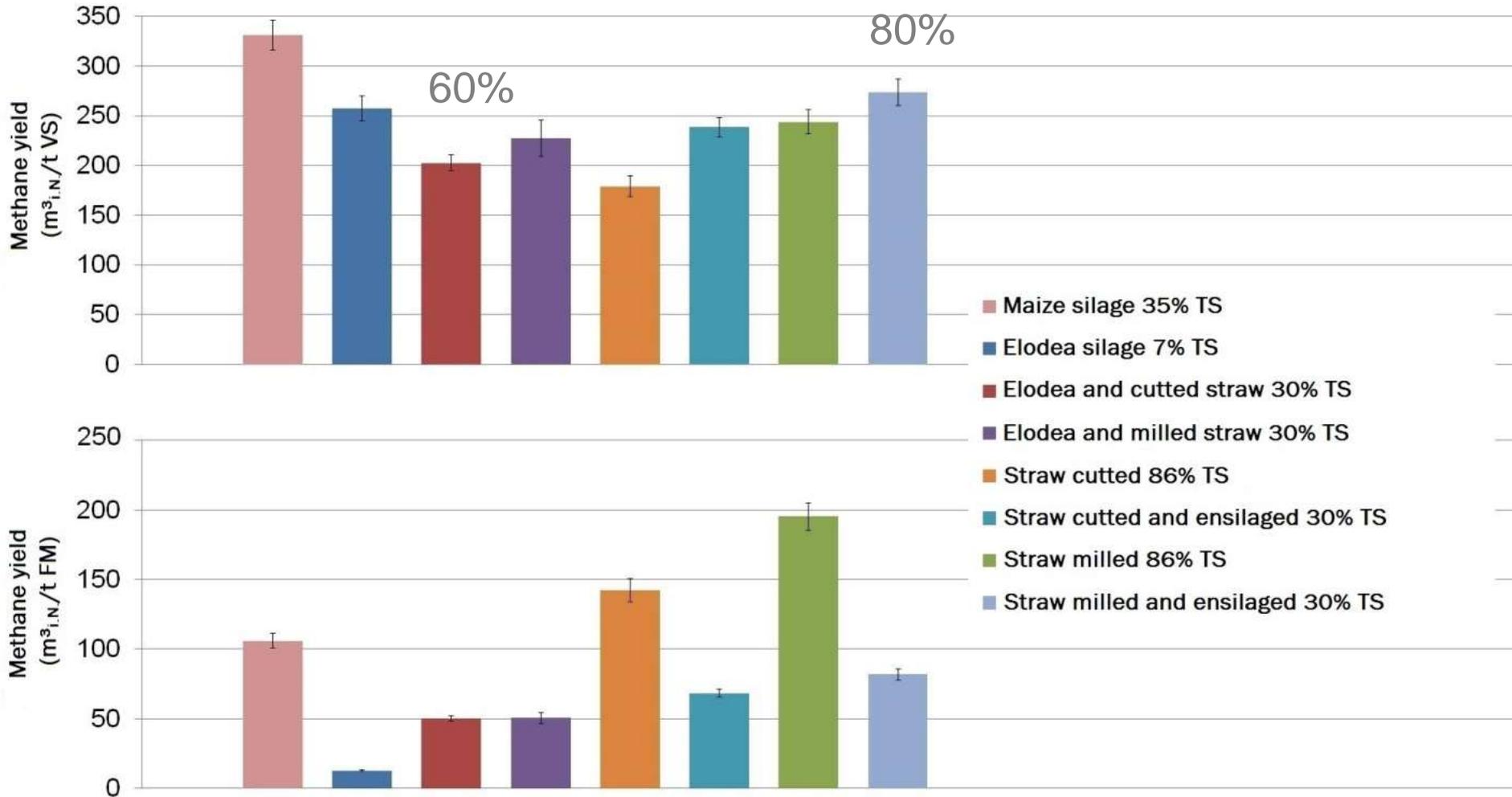
- **pH-Werte**
- **Biogaspotenzial und Methangehalt** (Eudiometertests nach VDI 4630)
- Gärproduktbildung von **Gärsäuren und Alkohole** (High Performance Liquid Chromatographie)
- Trockensubstanzgehalt **TS** und organischer Trockensubstanz **oTS** (nach DIN 12880 und DIN 12879)
- Kontinuierliche Gärtests im **Langzeitversuch** (nach VDI 4630)



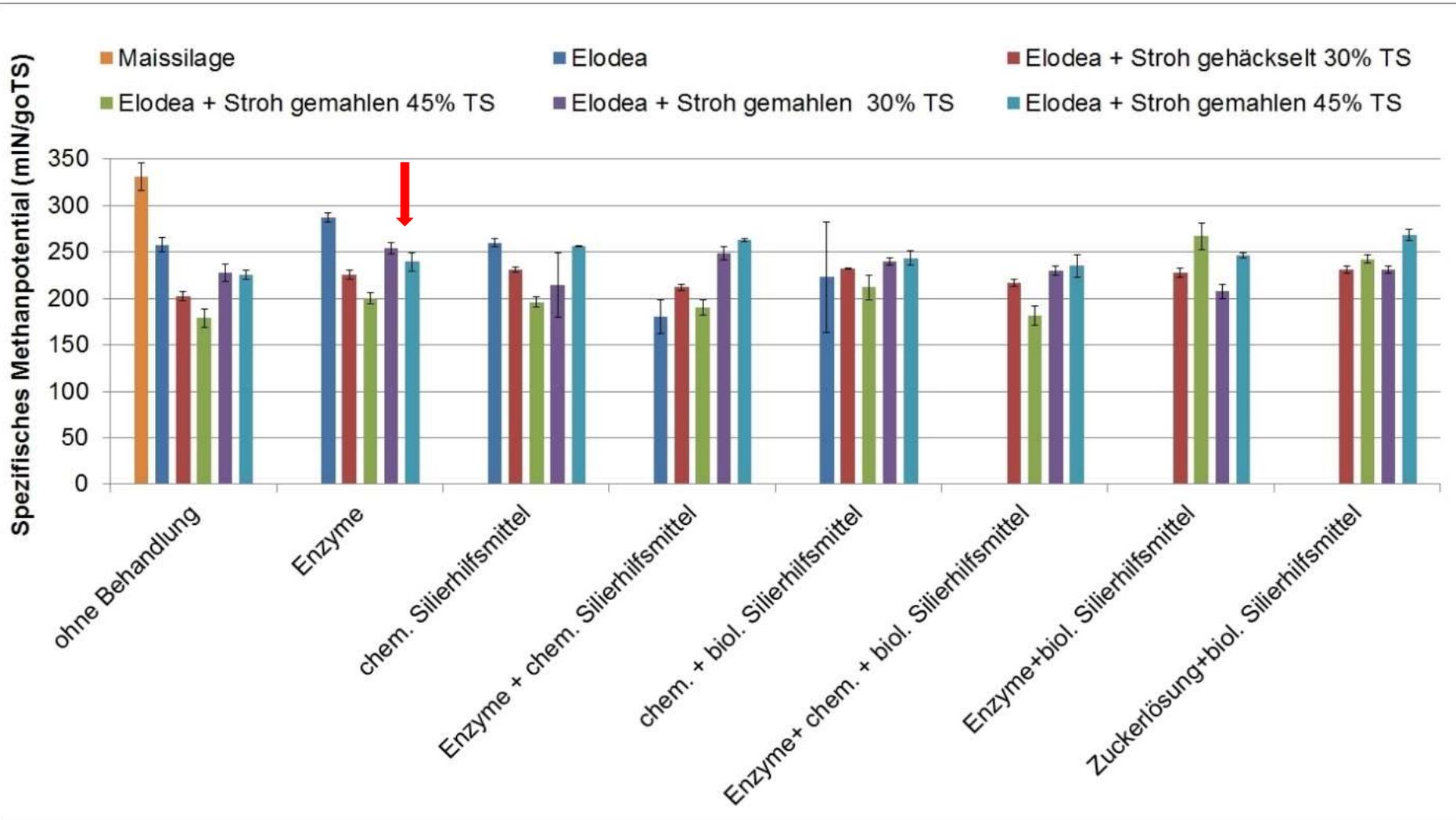
Ergebnisse:

Gaspotenziale	200-250 m³ CH₄/t oTS diskontinuierliche Gärtests 450-600 m³ Biogas/t oTS kontinuierliche Gärtests
VFA	0.82 ± 1.19% FM (96 Analysen)
pH	4.4 bis 5.8
TS/oTS	30 bis 40% TS und 77 bis 95% oTS

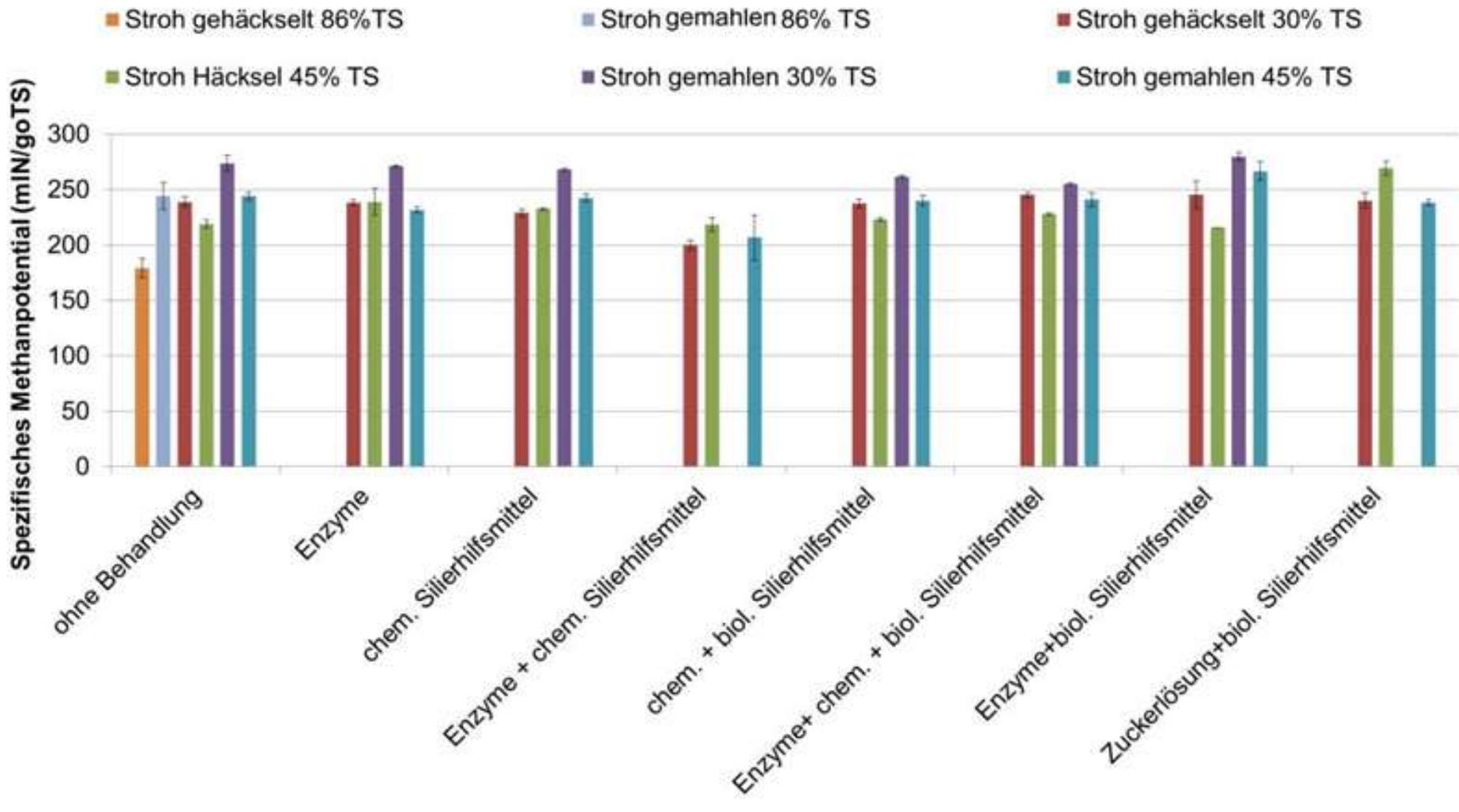
Biogaspotentialtests:



Biogaspotentialtests:



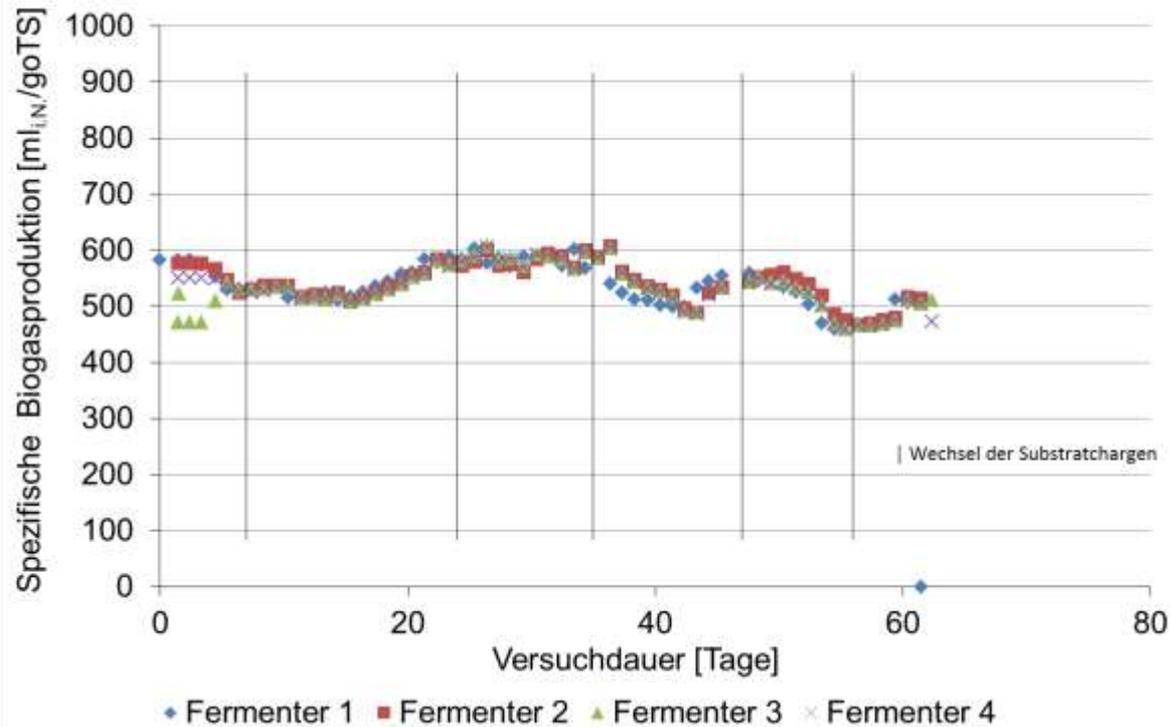
Silierwirkung auf Strohrefferenz:



Effekte der Strohvorbehandlung

Behandlung	Gasausbeute (ml CH _{4,N} *g _{oTS} ⁻¹)	Relativwert
Stroh, gehäckselt, 86% TS	179,1	100 %
Stroh, gehäckselt und siliert bei 45% TS	218,9	122 %
Stroh, gehäckselt und siliert bei 30% TS	238,6	133 %
Stroh, trocken extrudiert, 86% TS	244,0	136 %
Stroh, trocken extrudiert, dann siliert bei 30% TS	273,5	153 %

Langzeitgärtests (DBFZ):



Substrate:

- **Ferm. 1 & 2: Elodea-Strohsilage** (TS 35 %; 73 % Elodea und 27 % Stroh mit chemischem Siliermittel)
- **Ferm. 3 & 4: Elodea-Strohsilage und Maissilage** (1:1)

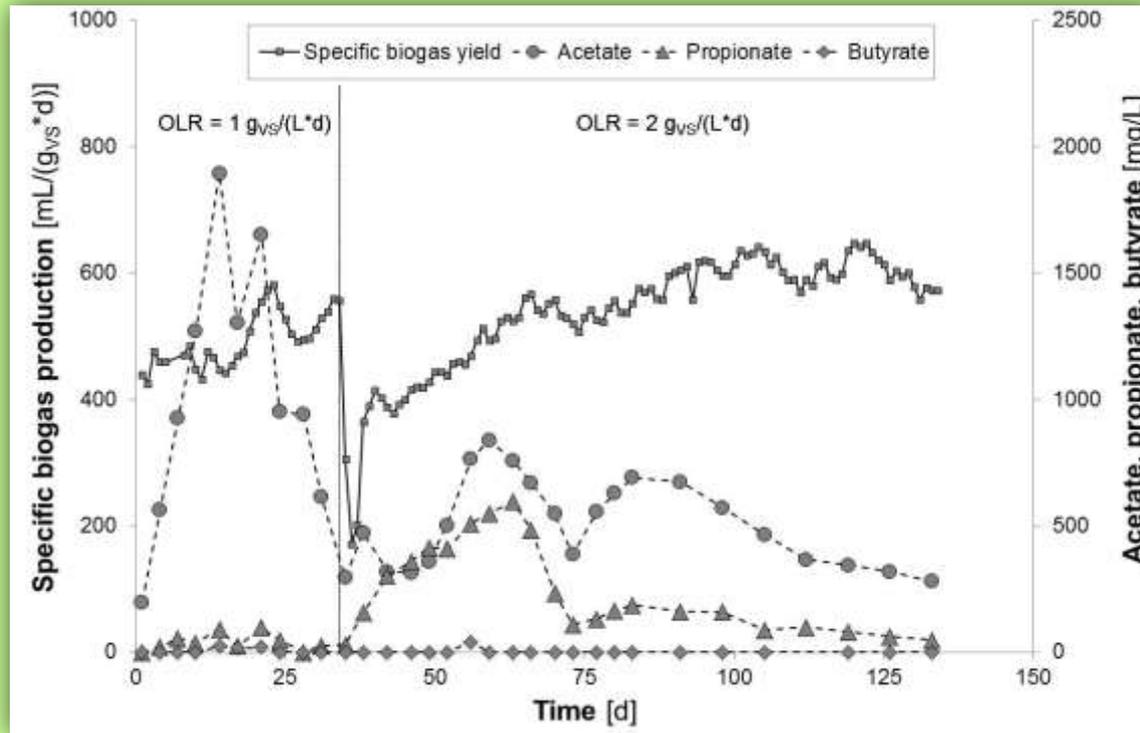
Organische Raumbelastung: 1 g/(L*d)

Hydraulische Verweilzeit: 90 d

Arbeitsvolumen: 10 L

Temperatur: 39 °C

Langzeitgärtests (UFZ):



Substrat: **Elodea-Strohsilage**
(TS 35 %; 73 % *Elodea*, 27 % Stroh
mit chemischem Siliermittel)
Organische Raumbelastung: **1 and 2 g/(L*d)**
Hydraulische Verweilzeit: **100 d**
Arbeitsvolumen: **31 L**
Temperatur: **38 °C**

Fazit:

Die **gemeinsame Silierung** von **Wasserpflanzen mit Stroh** ist **möglich und sinnvoll**

Die Silierung bietet eine **Möglichkeit des Strohaufschlusses**

Das Material ist aus derzeitiger Sicht **ohne Silierhilfsmittel silierbar**

Aus vorläufiger Sicht kann **mit gehäckseltem Stroh** gearbeitet werden

Die **gemeinsame Extrusion** dürfte gegenüber der getesteten alleinigen Vermahlung des Strohs **die Gasausbeute noch weiter erhöhen**

