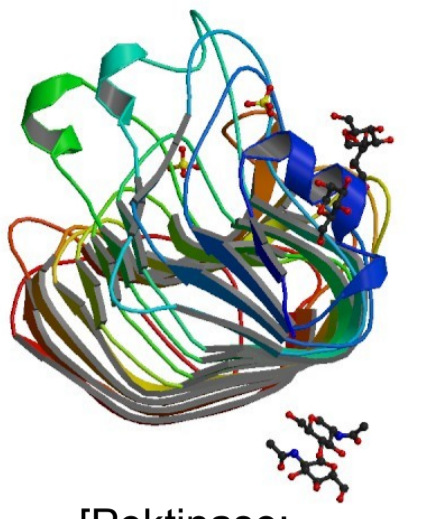


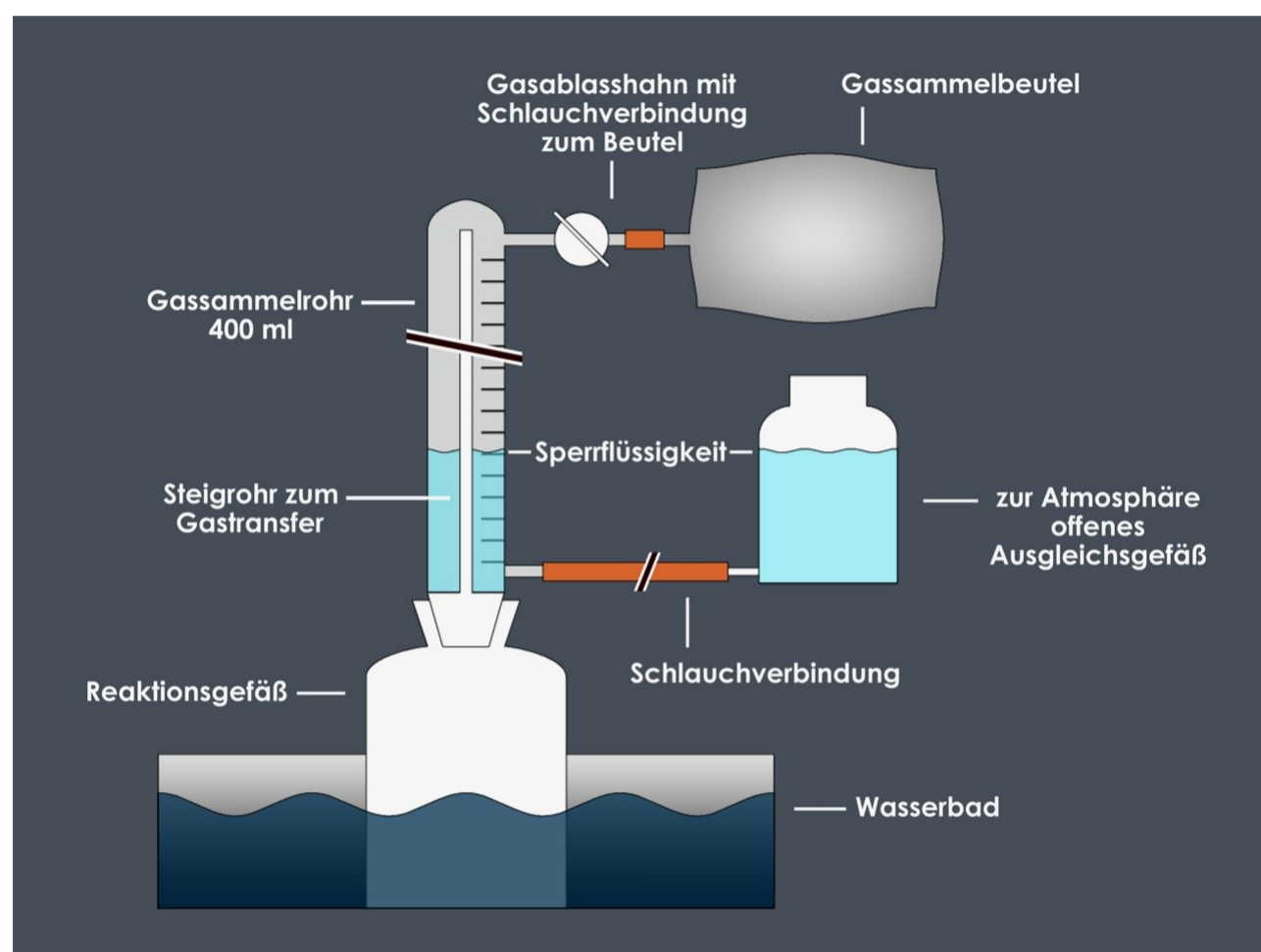
Grundlagen

Im Biogas Crops Network (BCN) wurde in unterschiedlichen Laborversuchen der Einsatz durch Enzymaktivitätsbestimmungen ausgewählter kommerzieller Enzympräparate mit dem Ziel der Methanertragssteigerung geprüft. So ist es möglich, die Substratausnutzung zu erhöhen und den Biogasprozess effizienter zu gestalten. Die Enzympräparate wurden in verschiedenen Stufen der Rohstoffaufbereitung bis hin zum Biogasprozess von Mais und Roggen bzw. Mais- und Roggensilage zugesetzt. Zur Ermittlung der Enzymleistung wurden Biogaspotenzialbestimmungen nach VDI 4630 mit Eudiometerrohren durchgeführt. Zudem war der Abbau an Lignocellulose grundlegend zu untersuchen. Das Präparat (Enzym B1) mit einer pektinolytischen Hauptaktivität und hemicellulolytischen sowie cellulolytischen Nebenaktivitäten erwies sich als wirksam und wurde für weiterführende Untersuchungen empfohlen.



[Pektinase:
van Pouderoeyen et al. 2003]

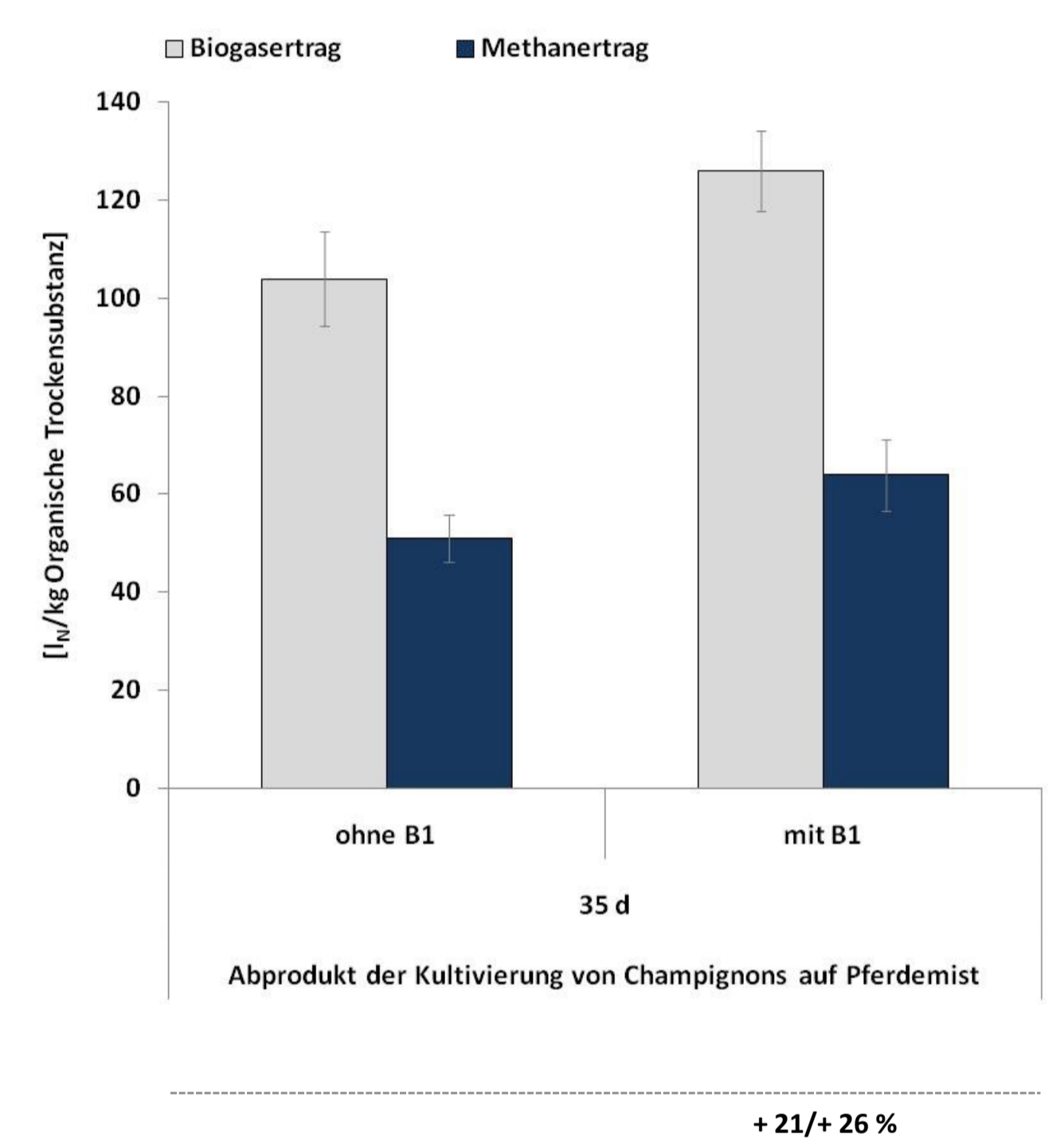
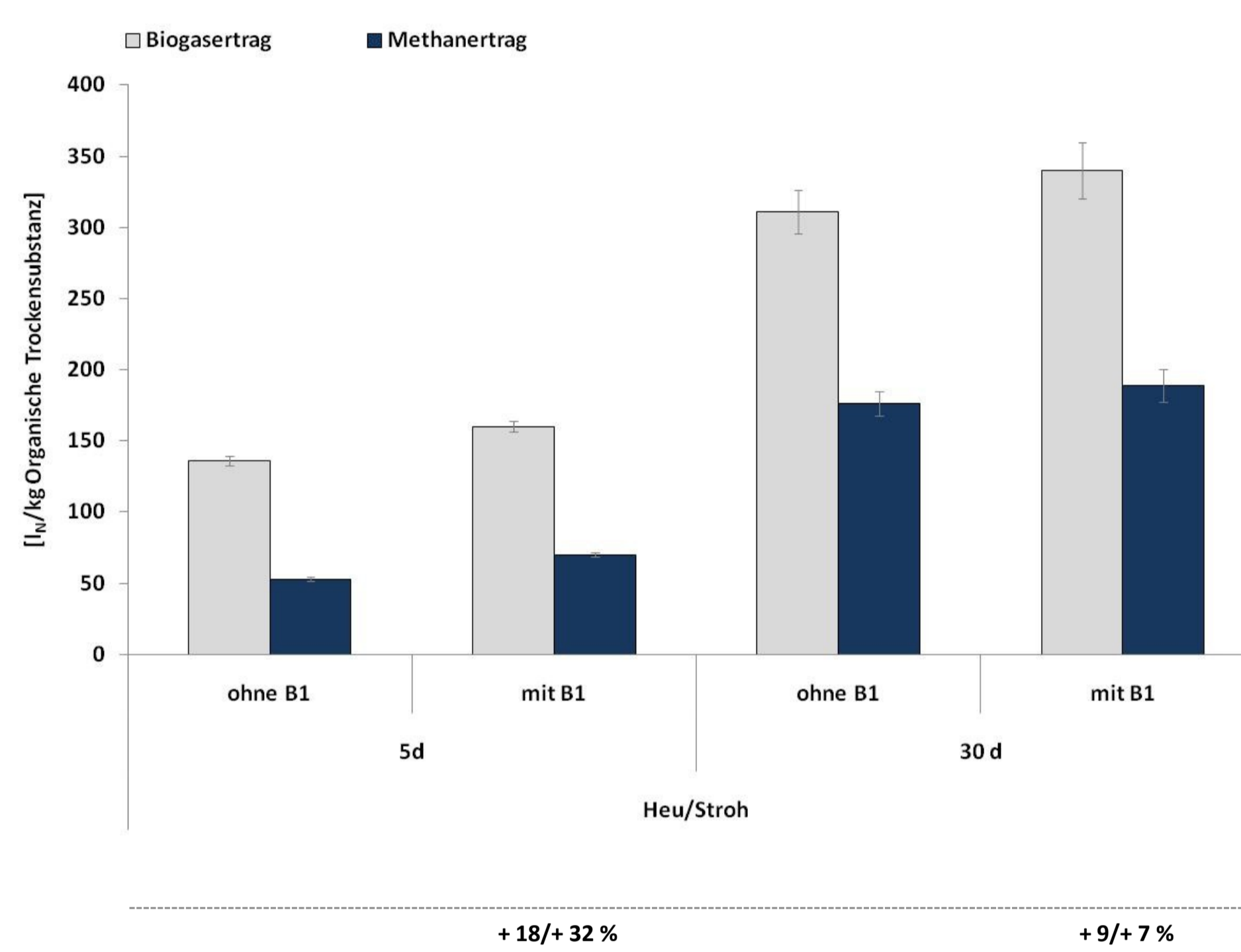
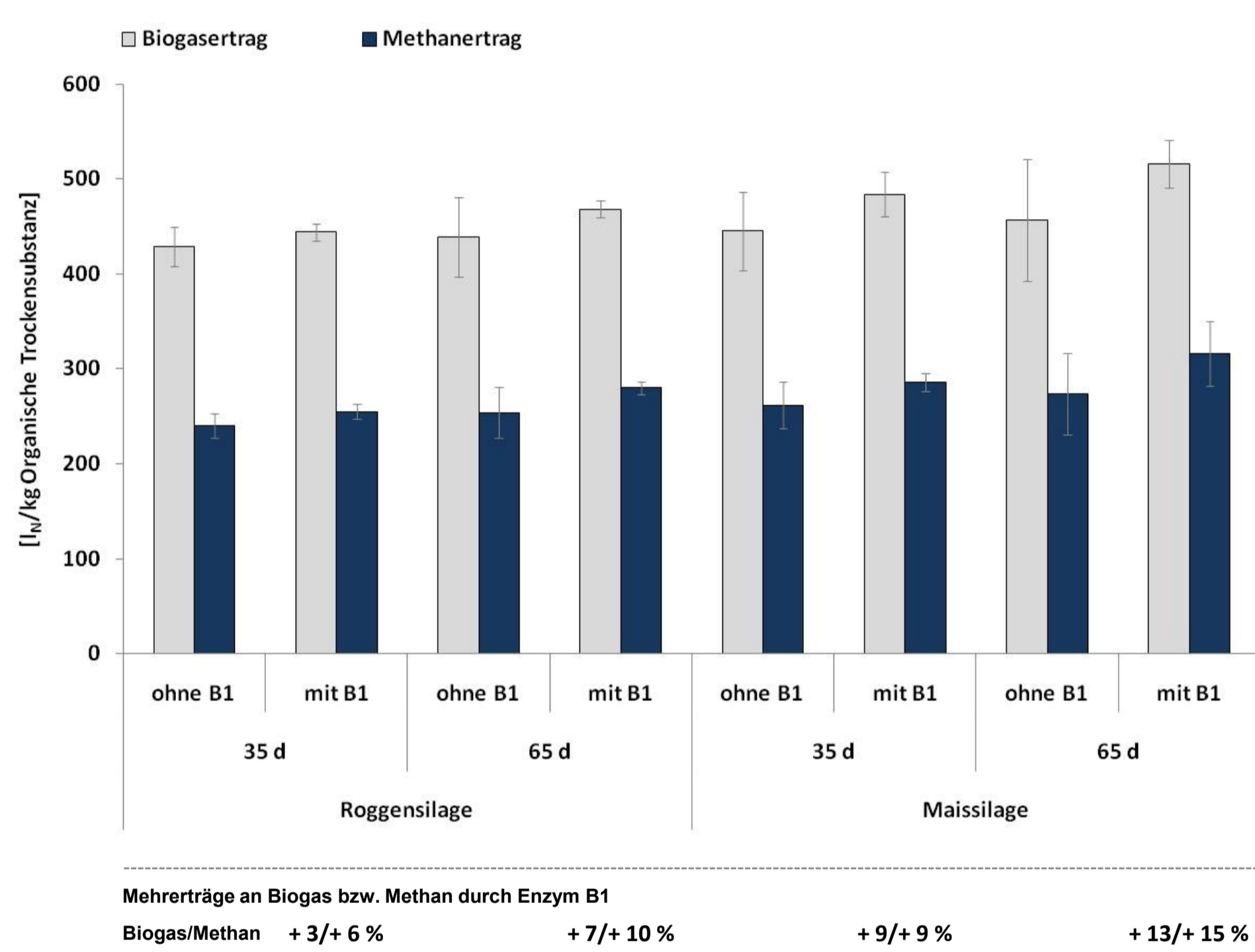
Enzymwirkung im Labormaßstab



Biogaspotenzialbestimmung

- Mesophile Betriebsweise
- Verweilzeit: 30-35 d
- Inokulum (Einsatz: Silagen, Abprodukte): Faulschlamm der Kläranlage Wansdorf
- Inokulum (Einsatz: Heu/Stroh-Mischung): Monomaisinokulum aus einer Biogasanlage
- oTS-Ratio von 0,4 im 500 ml Gärgefäß
- Enzymzusatz: 200 g/t Trockensubstanz an Energiepflanze oder Abprodukt
- n = 3

Die Wirkung des kommerziellen pektinolytischen Präparates (Enzym B1) wurde in verschiedenen Projekten wie dem Verbundprojekt „FABES-Modul: Biorefinerie-Modul zum gerichteter fermentativen Aufschluss von Biomasse für eine kombinierte energetische und stoffliche Verwertung“ unter Anwendung einer Mischung aus Heu und Stroh sowie einem Auftragsprojekt der HF Biotec GmbH zur Abproduktvergärung im Labormaßstab bestätigt. Folgende Ergebnisse konnten hinsichtlich der Biogas- bzw. Methanausbeute sowie der Mehrerträge an Methan unter direkter Enzymzugabe ins Gärgefäß erzielt werden:



Enzymwirkung im Praxismaßstab



Biogasfermenter: ~ 2000 m³

- Mesophil, Verweilzeit: ~ 63 d
- Substrat: Maissilage, Zuckerhirse, Roggen-GPS, Getreide
- B_R: 5-5,8 kg oTS/m³*d
- Enzymzusatz: 100 ppm (TS)
- Mess-/Bestimmungsgrößen: Prozessdaten – T, pH, Inhaltsstoffe, FOS/TAC; Abbau an Lignocellulose; Anlagenleistung; Gaserträge; Rührwerksleistung; Viskositätsverläufe (Torsionsviskosimeter)

Ergebnisse:

Effizienzsteigerung des Biogasprozesses durch den Einsatz von Enzym B1 bei der Fütterung von Maissilage oder Maissilage und Roggen-GPS:

- Erhöhung der Substratausbeute
- Signifikante Steigerung der Energieproduktion
- Signifikante Senkung der Viskosität um bis zu 15 %
- Korrelation zw. der Rührwerksleistung und der Viskosität
- Einfluss der Enzymzugabe auf die FOS/TAC-Werte
- Verstärkter Abbau an Trockensubstanz, Rohfett und Lignocellulose

Substrat	Labor (65 d)		Praxis (~ 63 d)	
	Spezifischer Methanertrag ohne/mit Enzym B1 [m ³ /t FM]	Differenz zum Kontrollreaktor [%]	Spezifische Energieproduktion ohne/mit Enzym B1 [kWh/t FM]	Differenz zum Kontrollreaktor [%]
91 % Maissilage 9 % Getreide	95/110 (Maissilage)	+ 15 % (Maissilage)	467/480	+ 2,6 %
74 % Maissilage 18 % Zuckerhirsesilage 8 % Getreide	-	-	474/474	+ 0,0 %*
73,5 % Maissilage 16 % GPS 6,5 % Getreide 4 % Zuckerhirsesilage	103/114 (Roggen-GPS)	+ 10 % (Roggen-GPS)	450/473	+ 4,7 %

* Eingeschränkt bilanzierbar aufgrund von Prozessinstabilitäten

Fazit

Abhängig von der Substratart und -qualität zeigte der Einsatz von Enzym B1 sowohl im Laborversuch als auch im Praxisversuch eine positive Wirkung. Das Präparat ist in der Lage, neben Pektin auch Hemicellulose und Cellulose abzubauen. Der Abbau von Pektin und Hemicellulose, Kitt- und Klebstoffen der Lignocellulose, spielt eine wesentliche Rolle für die Zugänglichkeit der Lignocellulose. Diese ist Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellwand und verfügt über enorme Quellen zur Energieproduktion. Der Einsatz von Präparaten mit pektinolytischer Hauptaktivität wie Enzym B1 erscheint auch deswegen sinnvoll, da in der Natur das erste von vielen Pflanzenpathogenen gebildete Enzym zum Abbau der äußeren Pflanzenzellwand eine Pektinase ist.

DSM sei für die Bereitstellung des Enzyms B1 gedankt.



Hydrolytisches Potenzial

Auf verschiedenen Wegen kann ermittelt werden, ob ein Enzym Einsatz sinnvoll ist. Das Biogassubstrat kann in einem Hydrolyseversuch (DNSS-Methode) durch eine Enzymzugabe auf die Fähigkeit des Enzyms, Kohlenhydrate aus dem Substrat freizusetzen, untersucht werden. Die durch das Enzym B1 aus dem schwer vergärbaren Material Heu und Stroh freigesetzten Kohlenhydrate sind der nachstehenden Abbildung zu entnehmen. Weiterhin kann über Metagenomanalysen das hydrolytische Potenzial der mikrobiellen Gemeinschaft bestimmt werden. Diese Analysen können u. a. Hinweise auf fehlende Enzymaktivitäten geben. Im Batch-Test wurden unter Anwendung der Mischung aus Heu/Stroh und des Inokulums wenige Pektinase-kodierende Sequenzen detektiert (ATB in Potsdam). Eine Zugabe von Pektinasepräparaten wie Enzym B1 scheint daher sinnvoll. Andere für Glycosyl-Hydrolasen kodierende Sequenzen konnten hingegen deutlich nachgewiesen werden.

