



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Life Sciences und
Facility Management

Optimierung der Vergärung

BFE Tagung «Biomasseforschung in der Schweiz»
3.11.2011, 3063 Ittigen

Urs Baier & Rolf Warthmann, ZHAW > LSFM > Umweltbiotechnologie
urs.baier@zhaw.ch / rolf.warthmann@zhaw.ch
www.umweltbiotech.zhaw.ch

1/3 mehr Biogas liegt drin!

- ✓ Thermische Vorbehandlungsschritte sind effizient, müssen aber dem Substrat angepasst werden. 15 – 20 % Gasmehrertrag ist machbar.
- ✓ Enzymatische Effekte sind im Bereich von 5 % Gasmehrertrag messbar, sie allein rechtfertigen den Einsatz von Enzymmischungen aber kaum.
- ✓ Enzyme sind Proteine und somit im mikrobiologisch aktiven anaeroben Milieu nicht stabil.
- ✓ Durch die Kombination von Hitze und Enzymen sind Gasmehrerträge von 25 – 30 % technisch machbar.
- ✓ Basiert die Ökonomie lediglich auf Kosten – Nutzen von Biogas, so ist sie grenzwertig. Bei Zusatzeffekten (Restwärmenutzung, Hygienisierung, Viskosität) kann eine Vorbehandlung ökonomisch sein.

Wir sind im Schlussspurt!



Partner	Urs Baier, Sebastian Baum, Rolf Warthmann Jean-Louis Hersener, Ingenieurbüro Hersener Urs Meier, Meritec
Institution	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW Institut für Biotechnologie Fachstelle Umweltbiotechnologie
BFE Projektnummer	103312
BFE-Projektbegleiter	Sandra Hermle
Dauer des Projekts	1.10.09 bis 31.10.2011 / ➔ 2.2012
Publikationen	Zwischenbericht 11.2010 Poster 9.2011 Energeia 12.2011 Schlussbericht 2.2012
Phasen	Phase 1: Optimierung durch Vorbehandlung Phase 2: Optimierung durch Prozesstechnik / MSR

Aufgabenbereiche

Wasser, Abwasser
Grundwasser- und Abwasserreinigung und -behandlung. Auch spezielle Kreislaufwirtschaft und Abwasser-Entsorgung werden in diesem Bereich abgedeckt.

Energie aus Biomasse
Technische Konzepte zur Erzeugung von Biomasse, Nutzung von Reststoffen aus der Industrie oder Landwirtschaft sowie die Kompostierung von Biomasse zur Erzeugung von Düngemitteln.

Umweltbiotechnologie
Umweltbiotechnologie umfasst die Anwendung von biologischen Prozessen zur Reinigung von Wasser, Luft und Boden sowie zur Gewinnung von Rohstoffen.

Leistungen

Entwicklung von Anlagen, Planung und Bau von Anlagen, Betrieb von Anlagen, Wartung und Reparatur von Anlagen, Schulung von Personal.

Kontakt

Prof. Dr. Urs Baier
Leiter Fachstelle Umweltbiotechnologie
Telefon: +41 22 555 51 11
www.zhaw.ch

www.zhaw.ch



Wir wollen mehr Biogas!

Wir konzentrieren uns auf Substrate mit MASSEN-POTENTIAL in der Schweiz

Hofdünger und seine Fraktionen / Klärschlamm / Grüngut

Wir konzentrieren uns auf Substrate mit UNVOLLSTÄNDIGEM ABBAUGRAD

Grüngut / Cellulose-Substrate / Protein- Substrate

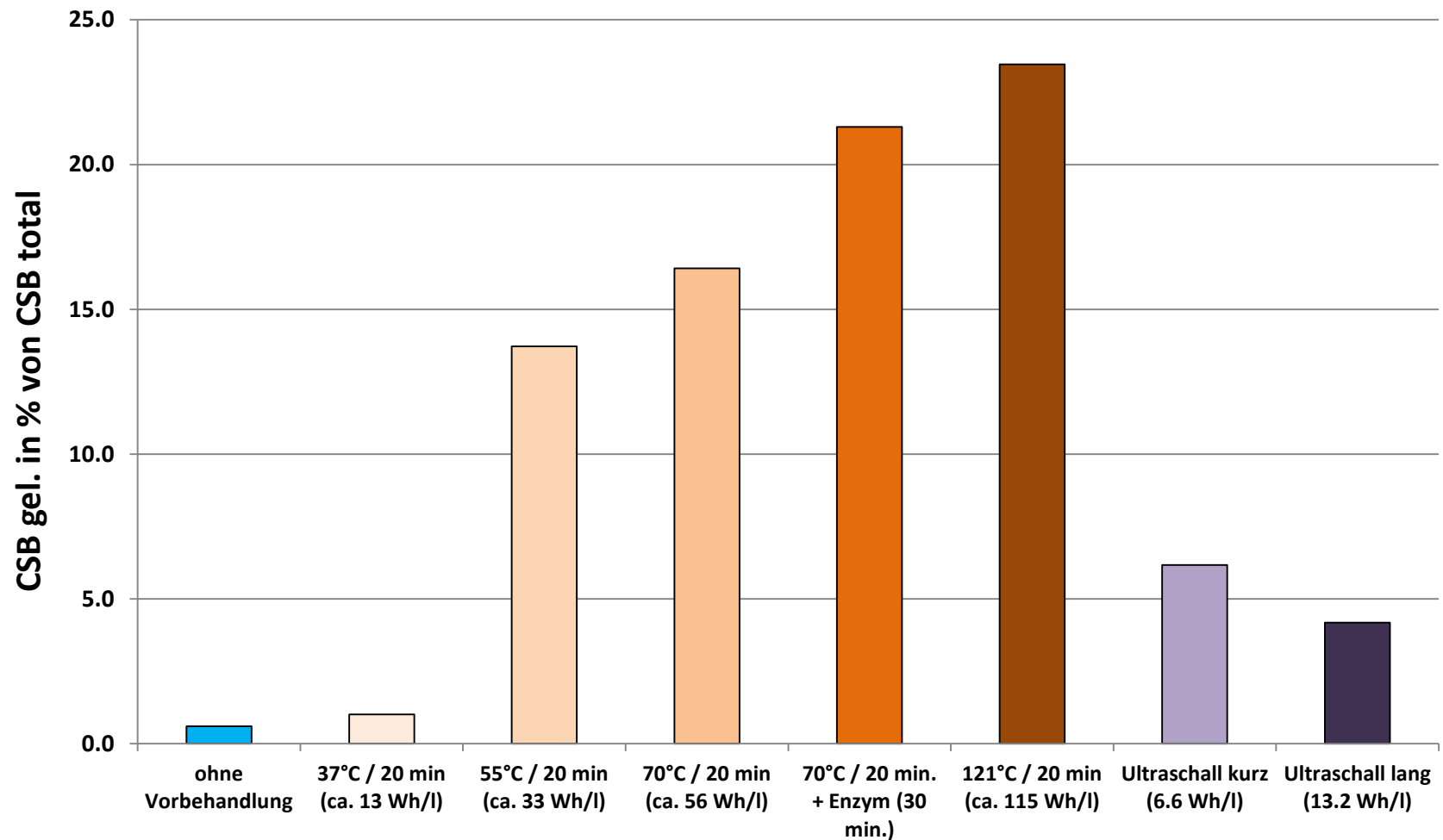
- ➔ Wir streben in dieser ersten Projektphase einen Biogasmehrertrag von 40 – 50 % durch Vorbehandlungen an.
- ➔ Wir schaffen eine Übersicht über die Wirksamkeit chemisch – physikalischer Vorbehandlungen und ihr ökonomisches Potential.
- ➔ Wir schaffen Grundlagen, welche eine Beurteilung des Einsatzes von Enzymen im technischen Massstab erlauben.
- ➔ Der systematische Vergleich steht dabei im Vordergrund, nicht die Entwicklung neuer Verfahren & Produkte.

Wir arbeiten in Phase 1 im Labor.

- ✓ Die Wirksamkeit des Aufschlusses verschiedener Substrate durch 5 **chemisch – physikalische Vorbehandlungsmethoden** (Ultraschall, Mikrowellen, Hochtemperaturbehandlung, Ozonierung, mechanischer Aufschluss) wurde geprüft.
- ✓ Gut zwei Duzend **Enzyme und Enzymmischungen** wurden im Labormassstab auf den jeweils spezifischen Zielsubstraten getestet.
- ✓ Für ausgewählte Enzyme wurde die **Stabilität** im Fermentermilieu untersucht.
- ✓ Mehrere Nährstoffzusätze und Präparate von **Mikroorganismen** als Impf- & Boosterkulturen wurden getestet.
- ✓ 4 **Synergieprojekte** haben sich aus den Aktivitäten ergeben:
 - Ultraschallaufschluss von Überschussschlamm einer Zellstoff – ARA
 - Hochtemperaturbehandlung von fraktionierter Rindergülle
 - enzymatischer Aufschluss von Abfällen aus einem Fischrüstbetrieb
 - elektrokinetischer Aufschluss von kommunalem Klärschlamm

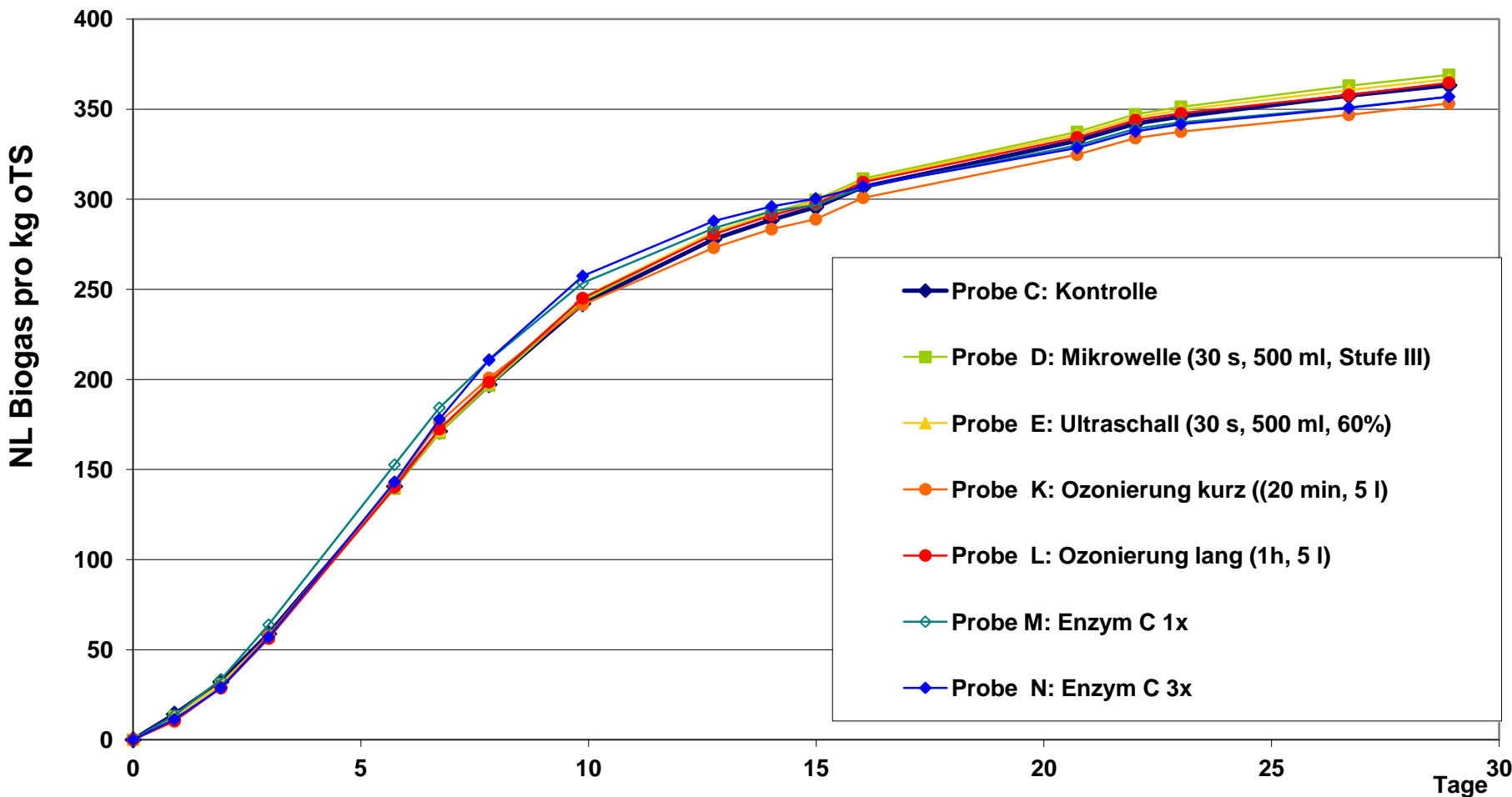
Physikalische Vorbehandlungen sind oft die Energie nicht Wert, welche sie benötigen!

Vorbehandlung Überschuss-Schlamm: Freisetzung von gelöstem CSB



In optimierten Systemen sind die Unterschiede oft marginal.

physikalisch - chemische Vorbehandlung von Rinder-Rohgülle

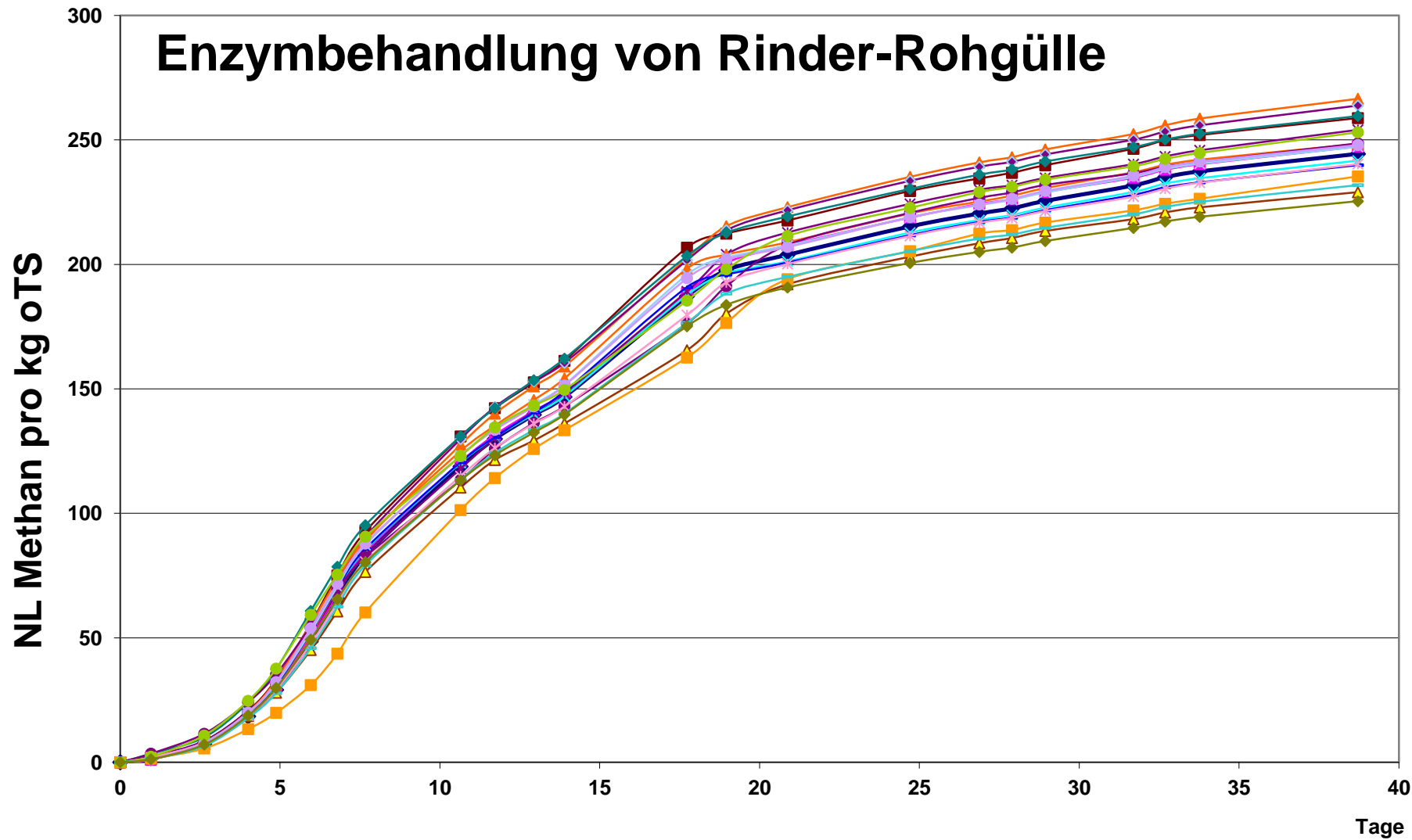


Schlussfolgerungen chemisch - physikalisch

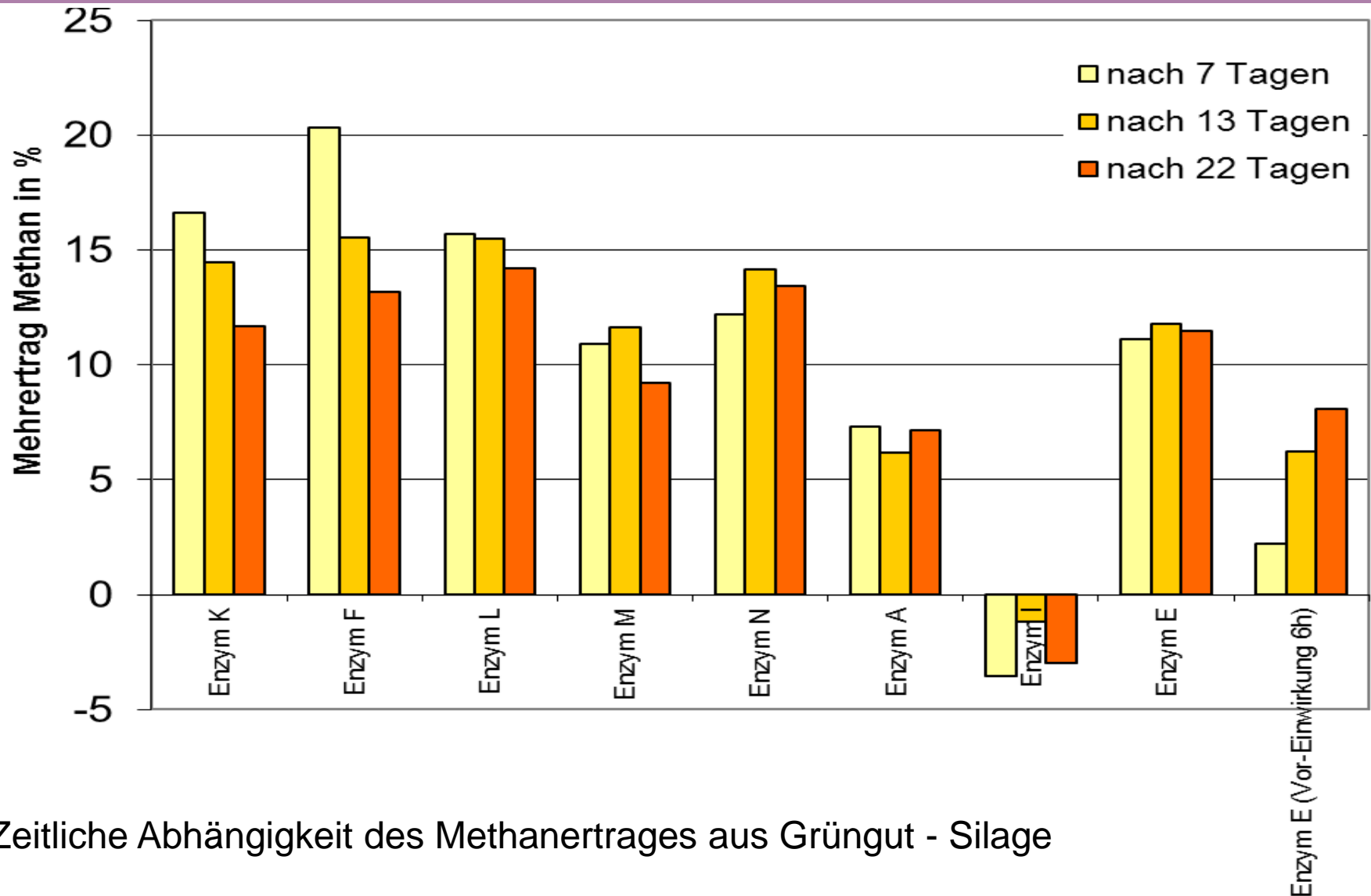
- Hochtemperaturvorbehandlungen bei 70 °C – 121 °C zeigen einen anhaltenden Effekt: sie setzen nicht nur lösliches Material frei, sondern führen auch zu einem erhöhten Abbau desselben.
- Andere physikalische Vorbehandlungen, wie z.B. Ultraschallbehandlung, zeigen hauptsächlich auf zellulären Substraten Effekte. Klärschlamm
- Rindergülle und ihre Fraktionen zeigen sich gegenüber allen mechanischen Vorbehandlungen äusserst resistent. Ein Mehrabbau ist nicht zu erwarten.
- Der erreichbare Energie – Mehrertrag aufgrund des verbesserten Aufschlusses und Abbaus deckt meist den notwendigen Energieeinsatz für die Vorbehandlung nicht.
- Bei thermischen Vorbehandlungsschritten muss entsprechend auf Abwärme zurück gegriffen werden.



Auch bei Enzymen gilt: Gut funktionierende Systeme bieten wenig Potential!

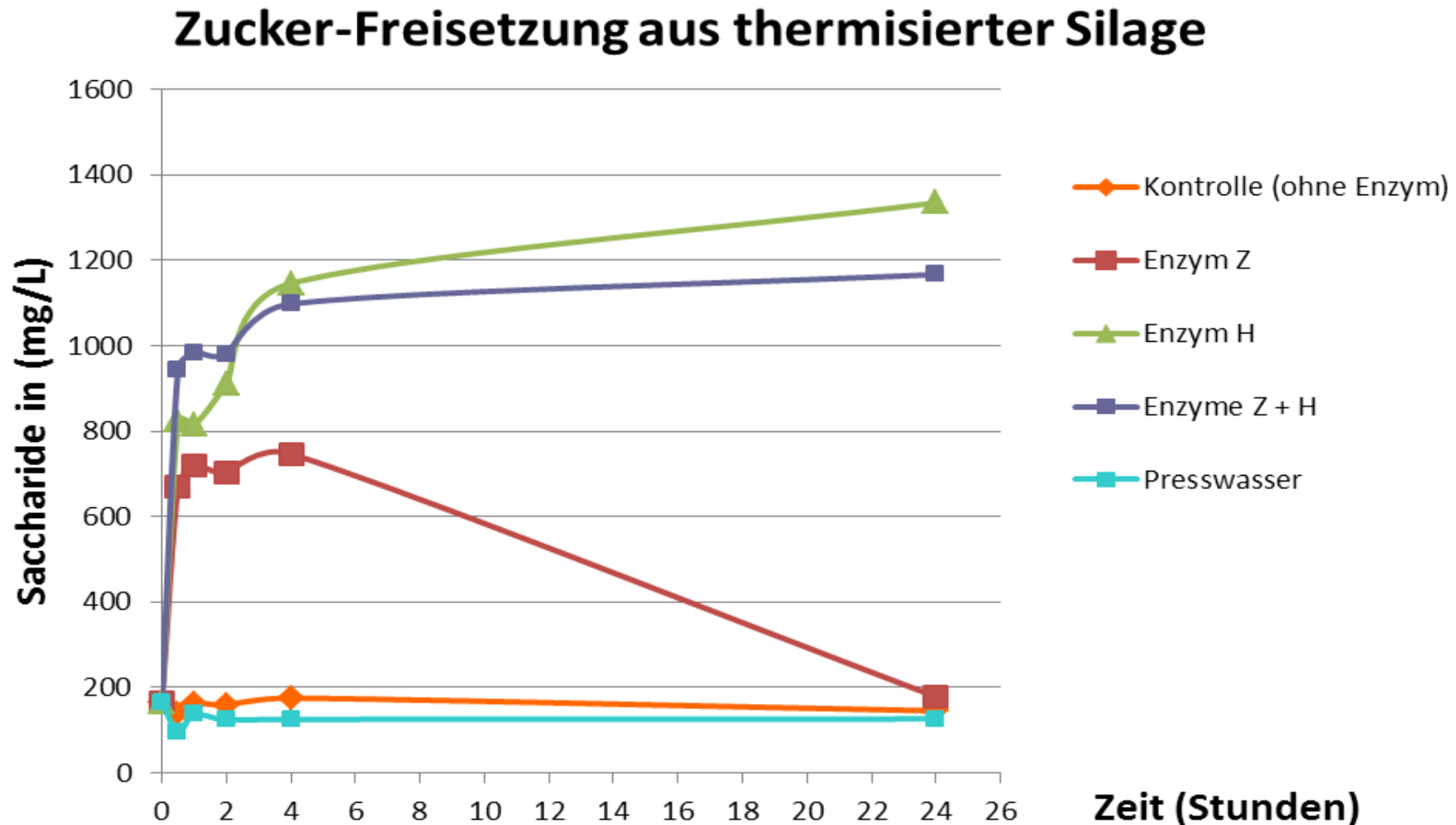


Enzyme können's besser, aber nicht unbedingt länger!



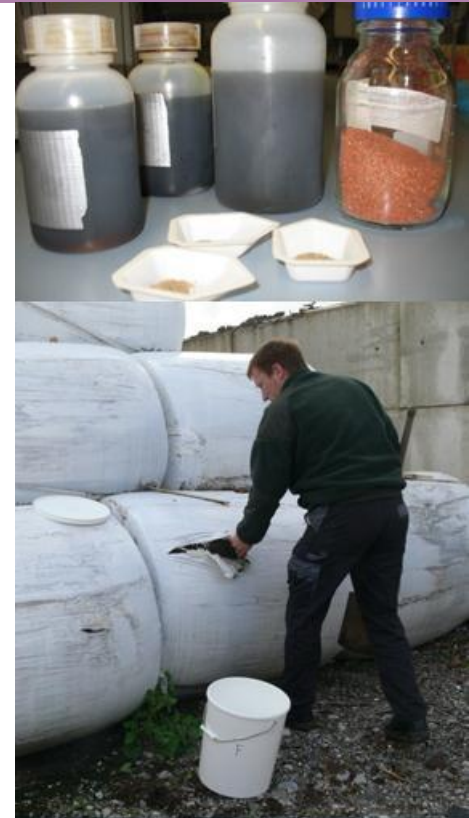
Zeitliche Abhängigkeit des Methanertrages aus Grüngut - Silage

Enzyme bleiben im Fermenter nicht aktiv!

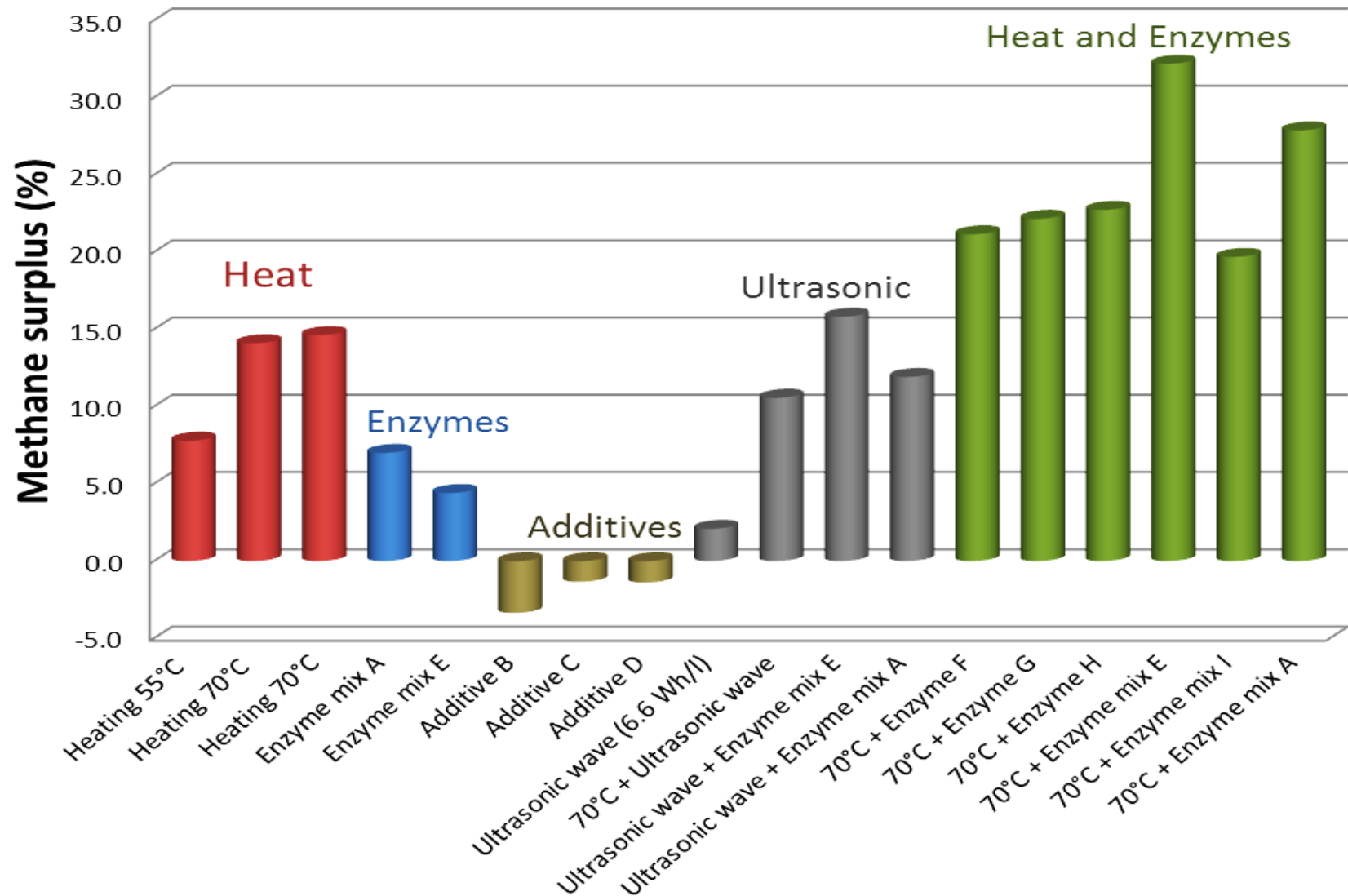


Schlussfolgerungen Enzyme

- Kommerziell erhältliche Enzymmischungen sind für Nawaro optimiert und daher für organische Abfälle eher nicht geeignet.
- Rindergülle und ihre Fraktionen zeigen sich gegenüber enzymatischen Aufschluss sehr resistent.
- Zelluläre und Zellulose haltige Substrate eignen sich für den Enzymeinsatz. Es darf mit 15 – 20 % Methan – Mehrertrag gerechnet werden.
- Der Erlös aus dem Methanmehrertrag kann die Kosten für den Enzymeinsatz kaum decken.
- Enzyme und Enzymmischungen sind in Biogasanlagen nicht stabil. Ihre Aktivität beschränkt sich auf Stunden, danach sind sie inaktiv resp. werden sie durch die anaerobe Population abgebaut.
- Für den gezielten Einsatz von Enzymen drängt sich daher eine optimierte Vorbehandlungsstufe auf.



Ein Drittel mehr Gas liegt drin!



Wir machen weiter!

- Für Güllefraktionen werden ausgesuchte Vorbehandlungsmethoden im grösseren Massstab angewandt.
- Die Energieausbeute von thermischen und kombiniert thermisch – enzymatischen Vorbehandlungen wird untersucht.
- Die Möglichkeit zum Einbezug von Niedertemperaturwärme wird geprüft.
- Der Effekt von Hitze (Pasteurisierung) auf den Aufschluss und auf den Methanertrag wird für TNP (Speisereste) detailliert beschrieben.
- Die elektrokinetische Desintegration von kommunalen Schlämmen wird im technischen Massstab durchgeführt.

Vorbehandlungen haben Potential!

Gülle (als Substrat) und Hitze (als Verfahren) versprechen Erfolg!