

# Leistungssteigerung der Vergärung von Rindergülle durch innovative Vorbehandlung

Baier U., Warthmann R., Treichler A. (ZHAW), Hersener J.-L. (IB Hersener),  
Meier U. (Meritec)

Biomasseforschung in der Schweiz, 23.4.2015, Ittigen

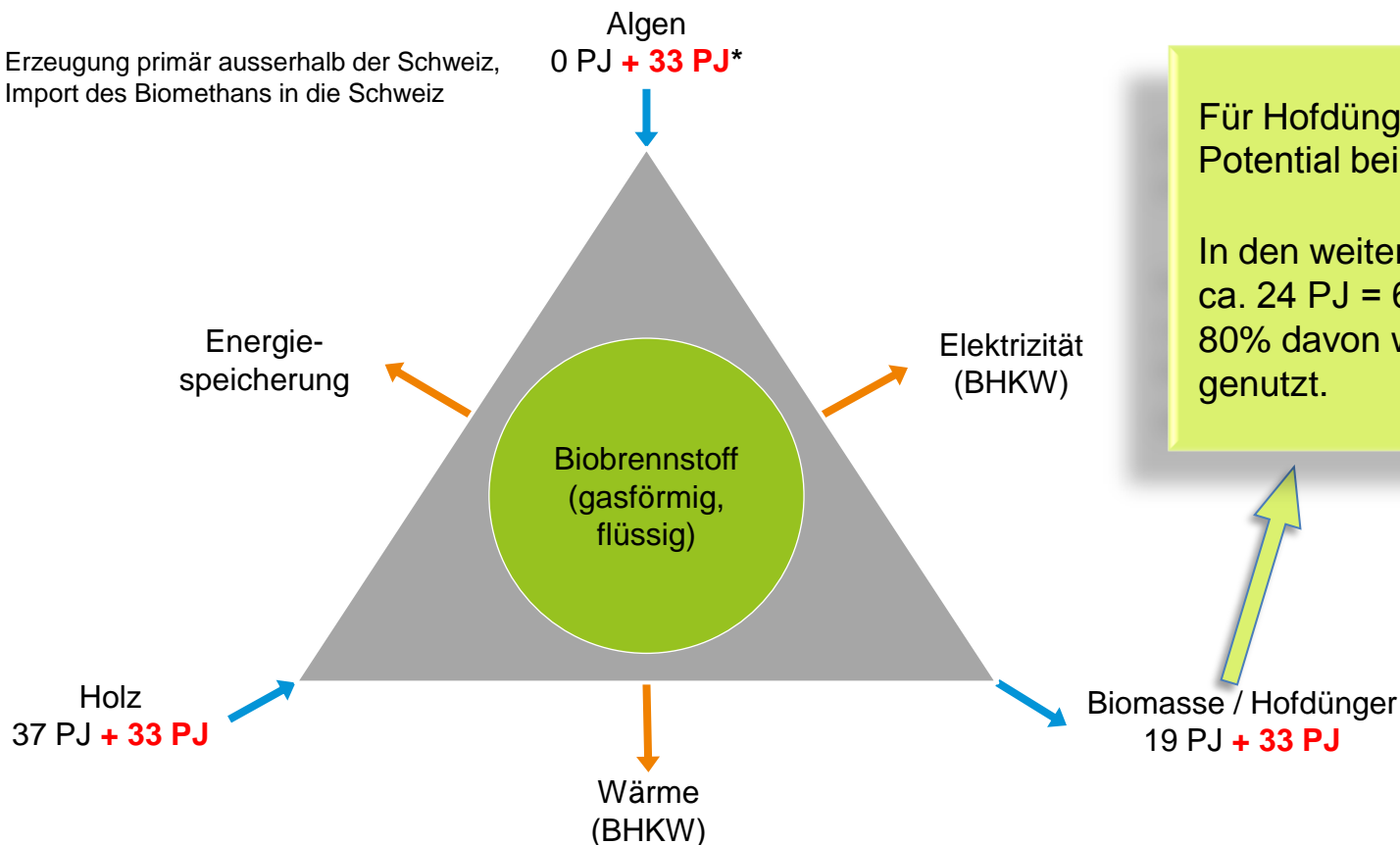


# «+100 Petajoule» Vision

«... zusätzlich 100 PJ bei der Erfüllung der Schweizer Energiewende bis 2050 beitragen.»

Vision gemäss SCCER BIOSWEET, 2013

\* Erzeugung primär ausserhalb der Schweiz, Import des Biomethans in die Schweiz



Für Hofdünger liegt das gesamte Potential bei 42 PJ = 12'000 GWh.

In den weiteren Biomassen sind ca. 24 PJ = 6'900 GWh vorhanden, 80% davon wird bereits nachhaltig genutzt.

Grafik: Oliver Köcher, 1st Biomass for Swiss Energy Future Conference 2014

# Will man diese Ziele erreichen, so ist also offensichtlich, wo das Potenzial liegt!

**Hofdünger, 2'653 Mt TS**

≈ 12'000 GWh = 42 PJ

**Grüngut, 400 Mt TS**

≈ 1'900 GWh = 6.6 PJ

**Abwasser, 342 Mt TS**

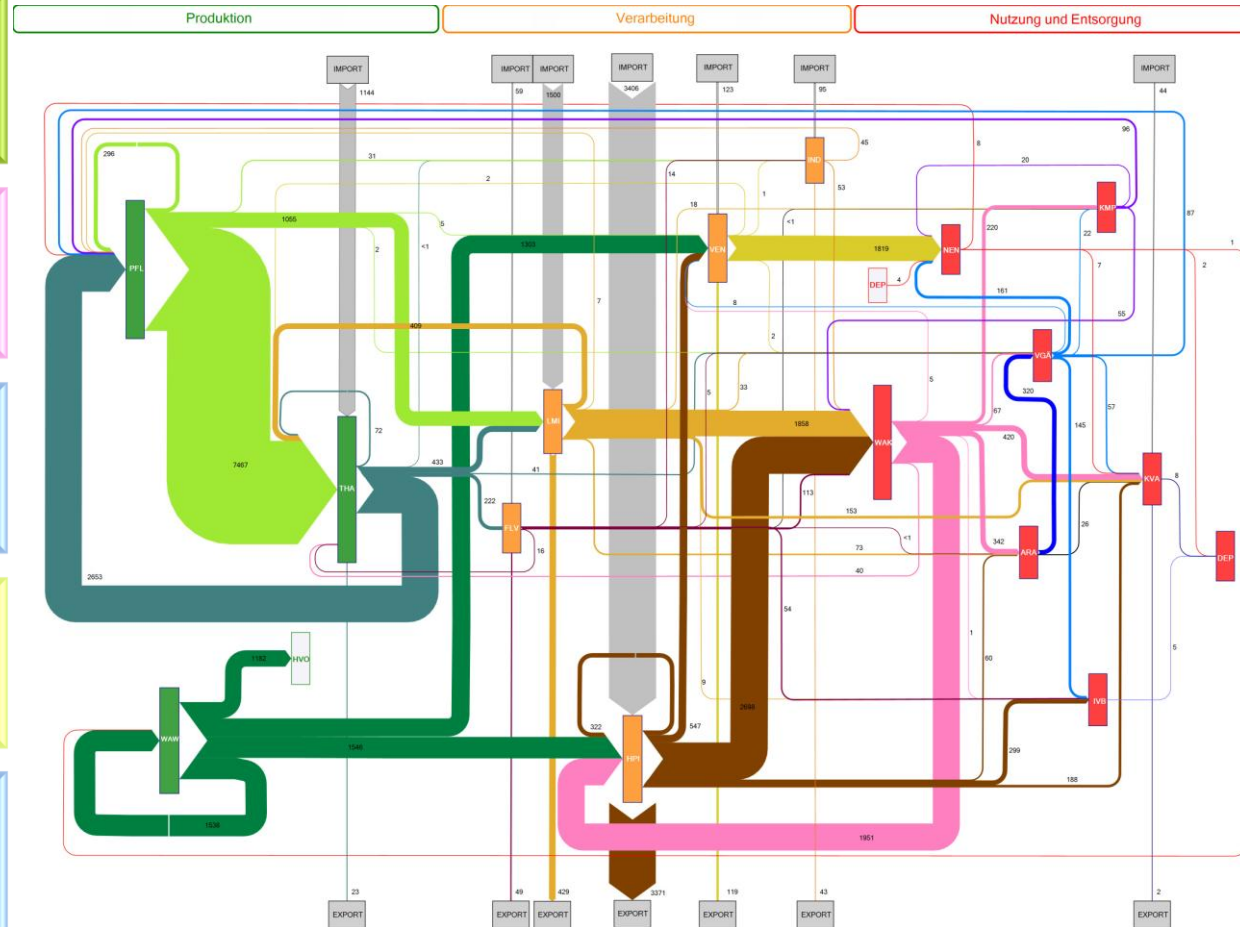
≈ 1'500 GWh = 5.2 PJ

**Ernterückstände, 296 Mt TS**

≈ 1'400 GWh = 4.9 PJ

**Klärschlamm, 202 Mt TS**

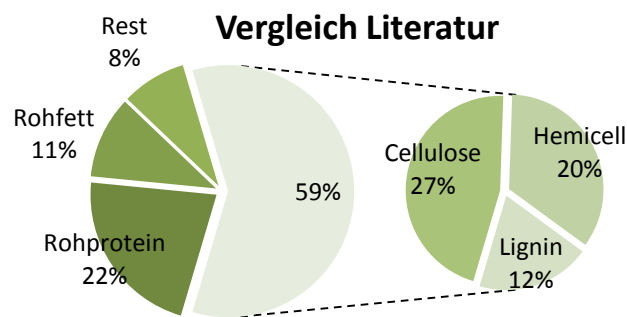
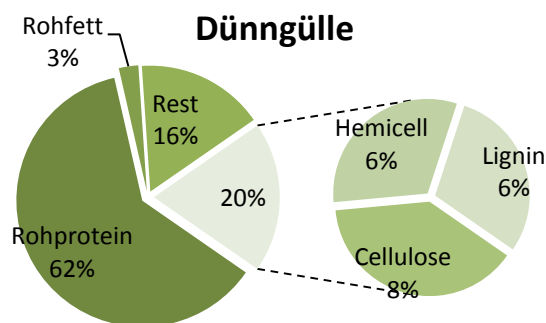
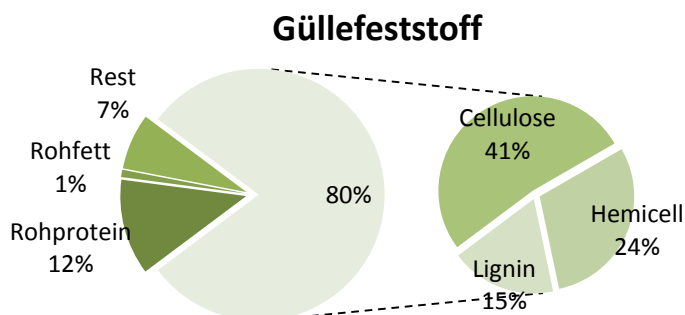
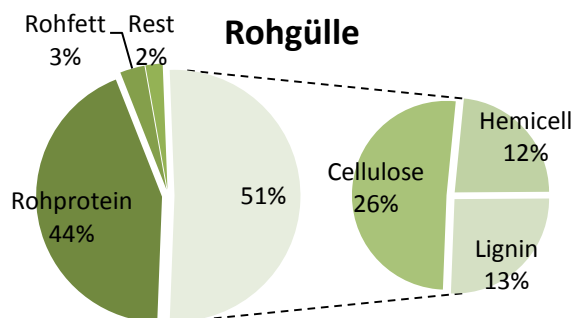
≈ 900 GWh = 3.1 PJ





# Organische Inhaltsstoffe sind in den verschiedenen Güllefraktionen unterschiedlich verteilt!

		Rohgülle (Rind)	Dünngülle	Güllefeststoff	Literatur*
Trockensubstanz	g/g FM	0.054	0.041	0.224	0.085
Org. Trockensubstanz	g/g FM	0.041	0.028	0.203	0.061



\* Wellinger et al. 1991, Milchviehgülle

# Gülleseparierung: 30 der Energie in 10% der Masse!

Die CH<sub>4</sub> Produktion lässt sich aus beiden Fraktionen steigern.

## Rohgülle

1000 kg

44 kg org. Trockensubstanz (Ø 0.044 kg/kg oTS)

369 kWh Energieinhalt (Heizwert H<sub>u</sub> = 5.0 kWh/kg TS)

@ 240 Nl CH<sub>4</sub>/kg oTS = 105 kWh = **29 %** des H<sub>u</sub>



## Dünngülle

900 kg

24 kg oTS

203 kWh (H<sub>u</sub> = 5.0 kWh/kg TS)

@ 230 Nl CH<sub>4</sub>/kg oTS = 55 kWh  
 = **27 %** des H<sub>u</sub>

## Feststofffraktion

100 kg

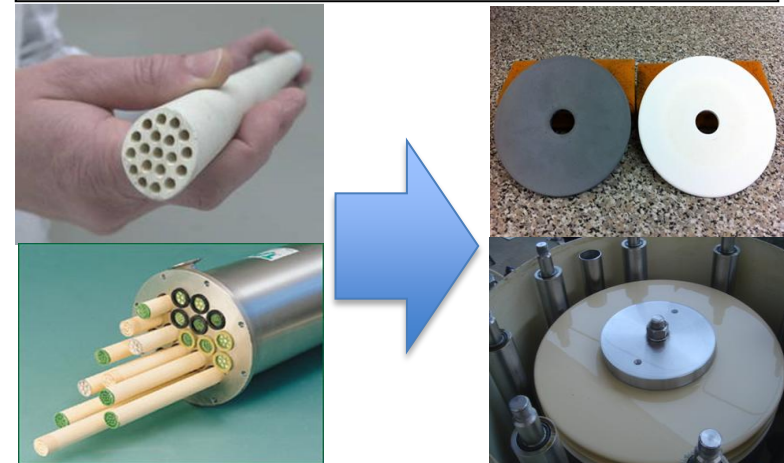
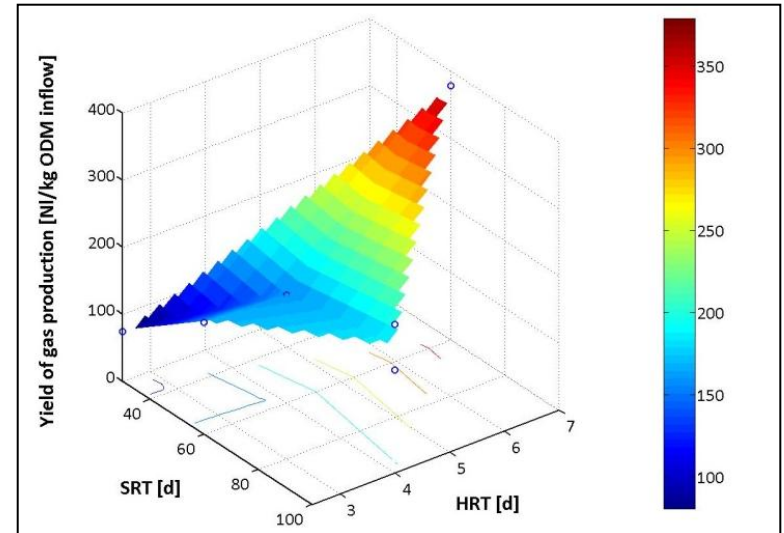
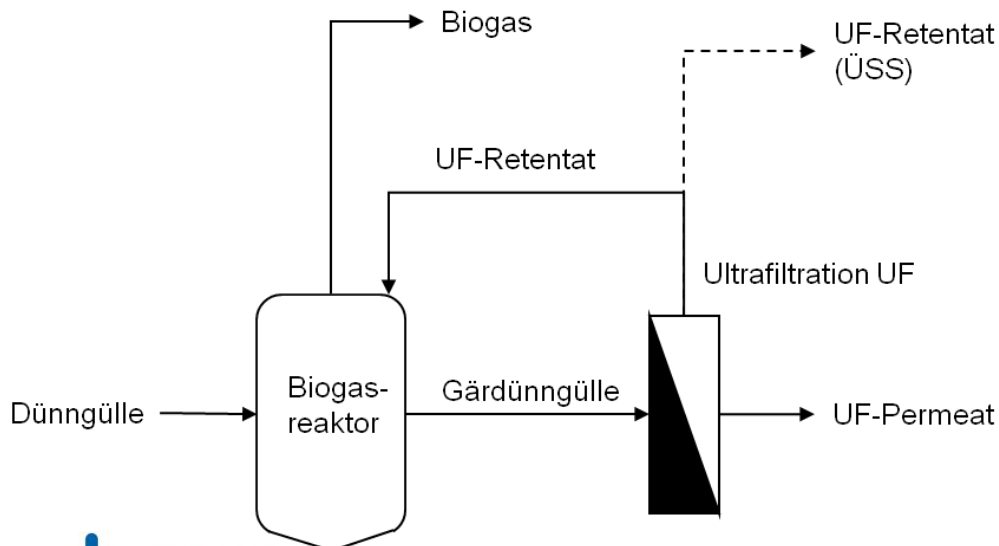
20 kg oTS

109 kWh (H<sub>u</sub> = 5.1 kWh/kg TS)

@ 200 Nl CH<sub>4</sub>/kg oTS = 40 kWh  
 = **37 %** des H<sub>u</sub>

# 2008 – 2014 hat der anaerobe Membranreaktor (MBR) seine Tauglichkeit für die Flüssigfraktion bewiesen.

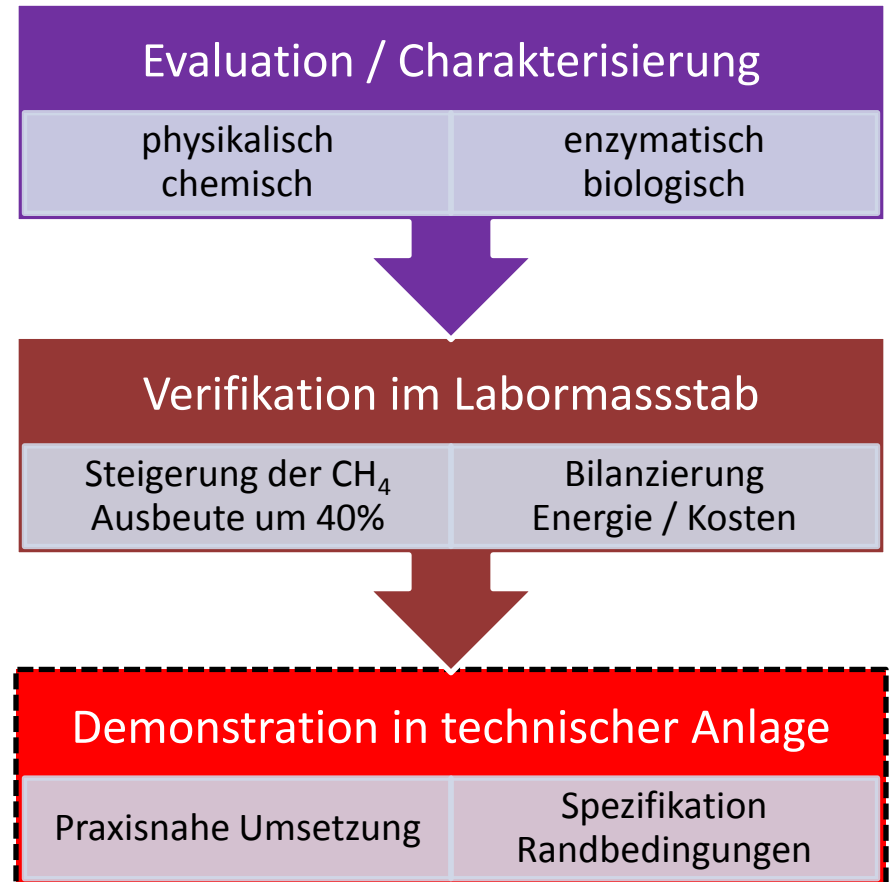
- Entkopplung der Verweilzeiten hydraulisch / Feststoff
- 50 – 100% % höhere spezifische Gasausbeute bei 30 - 50% des Fermentervolumens.
- Filteroptimierung Rohrmembran → Scheibenmembran: 30 → 5 kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup> (100 → 15% der Nettoenergie<sub>elektrisch</sub>)
- Hygienisch einwandfreies UF-Permeat





# Seit 2014 zielt das Projekt „LEVER – Leistungssteigerung der Vergärung“ auf die Feststofffraktion!

- IB HERSENER, Wiesendangen
- MERITEC GmbH, Guntershausen
- ZHAW IBT Umweltbiotechnologie, Wädenswil
- NIUTECH AG, Winterthur
- COMET AG, Flamatt
- METHANOFIX GmbH, Luzern
- Laufzeit 2014 – 2016
- Finanziert durch BFE / SCCER BIOSWEET



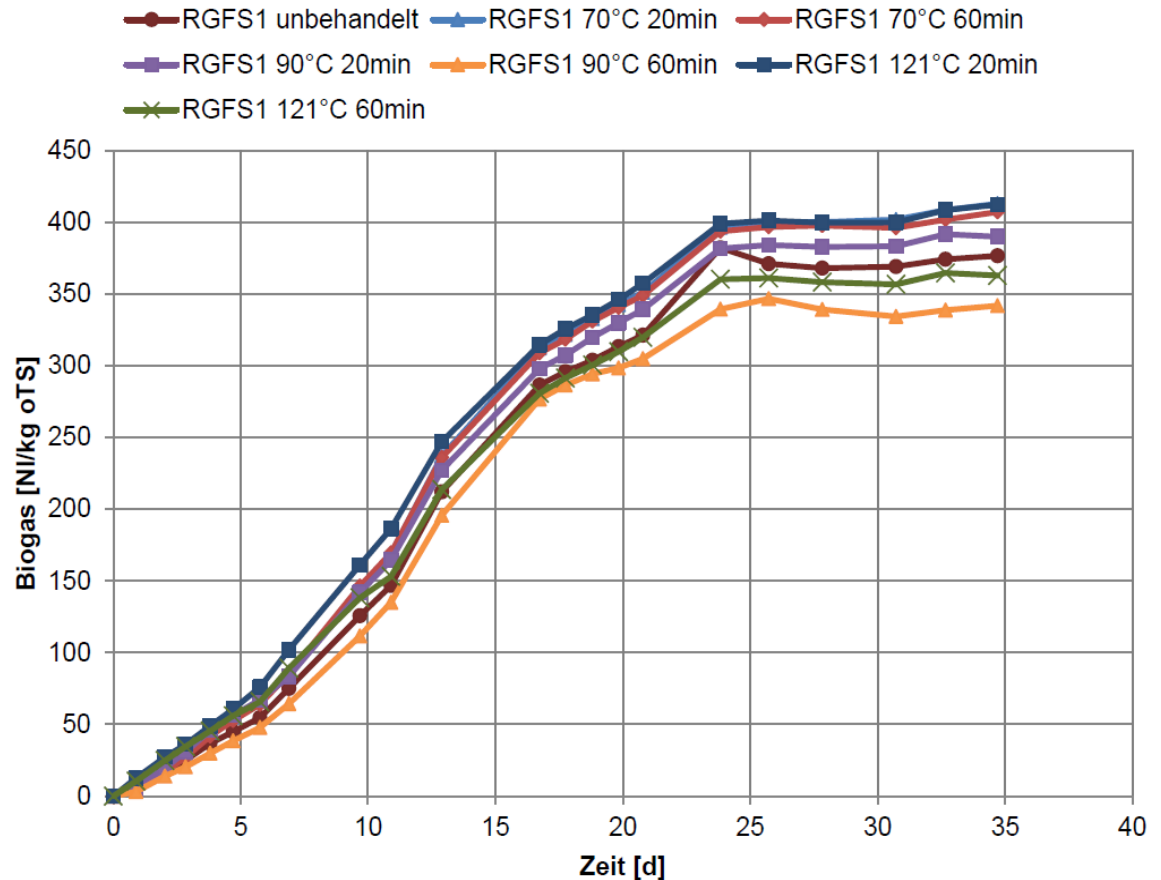


# Die rein thermische Vorbehandlung bringt keinen Mehrertrag an CH<sub>4</sub>

Thermische Behandlung im Bereich „Hygienisierung“ steigert die nachfolgende Biogasproduktion kaum.

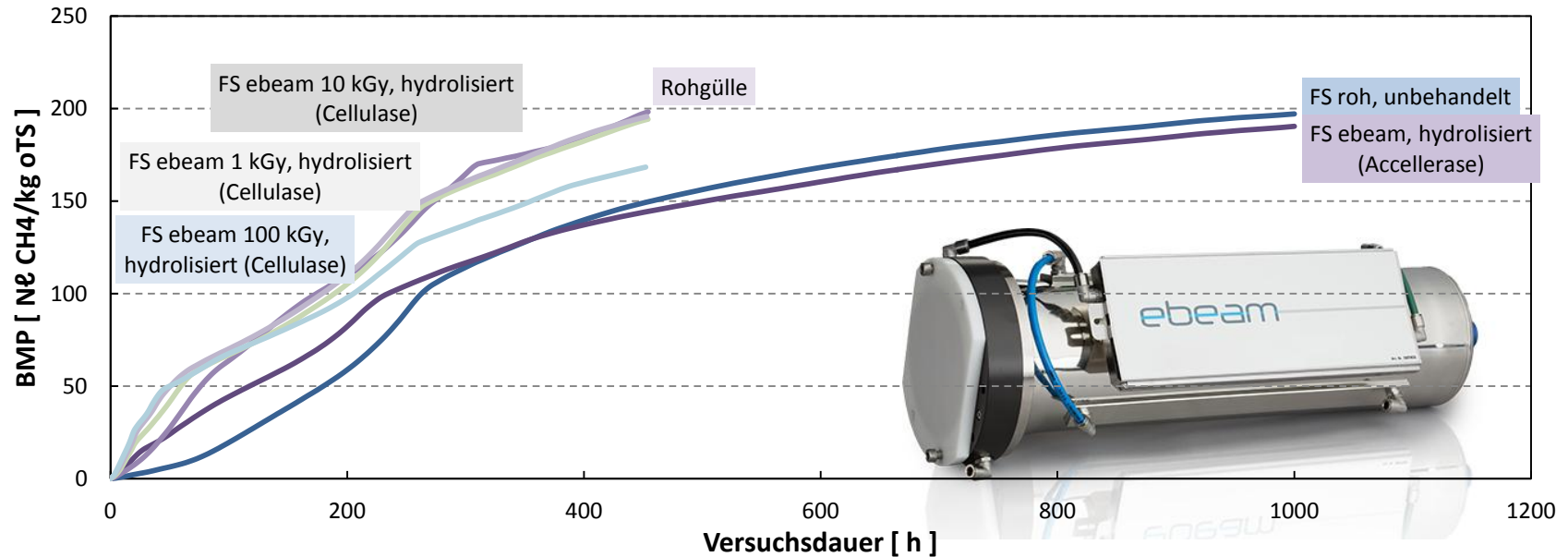
Lange Verweilzeiten (h) bei hohen Temperaturen (121 °C) verringern die nachfolgende CH<sub>4</sub> Produktion.

Die Umnutzung unterbelasteter TNP-Hygienisierungen zur Vorbehandlung von Güllefeststoffen ist also nicht erfolgsversprechend.



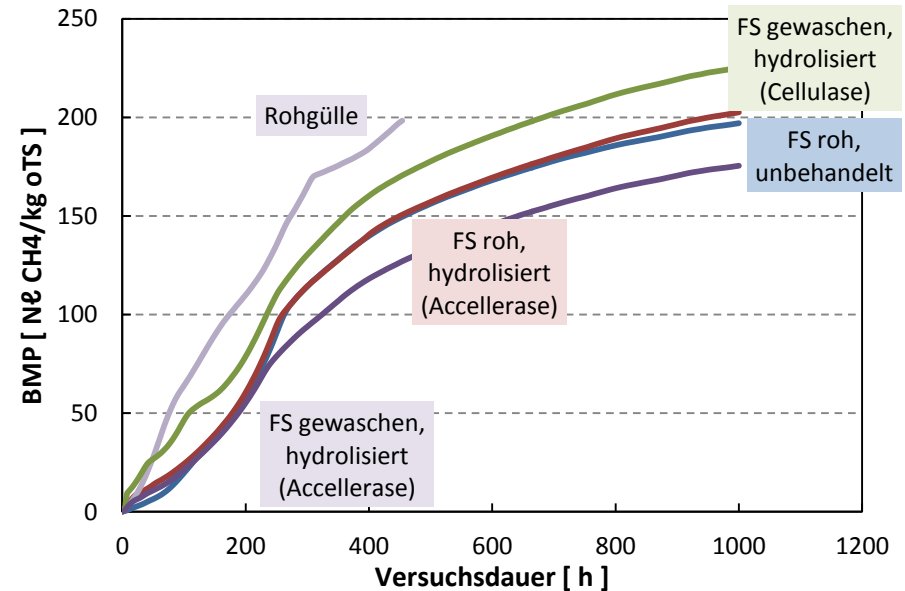
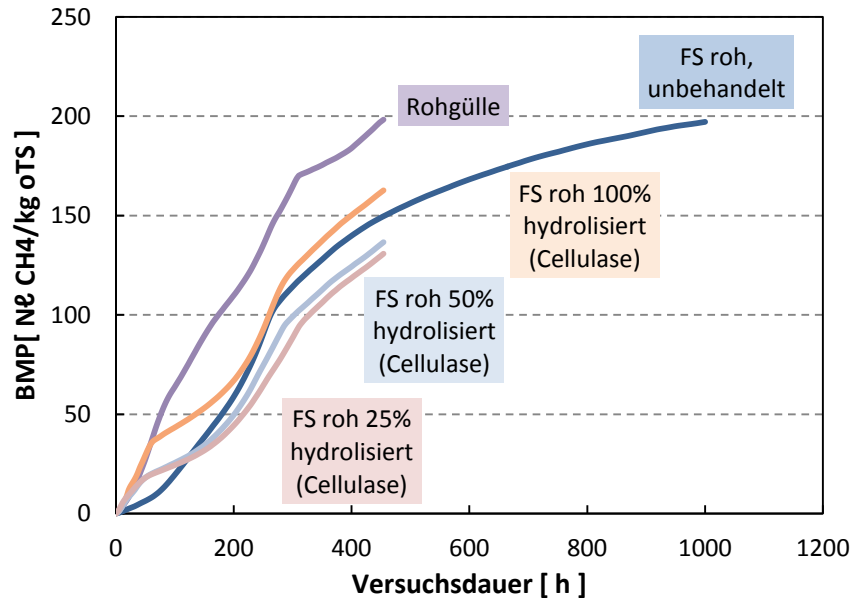


# Die rein physikalische Vorbehandlung bringt ebenfalls keinen Mehrertrag an CH<sub>4</sub>



- Elektronenbestrahlung alleine zeigt einen negativen Effekt auf die Biogasproduktion.
- Eine Kombination von (leichter) Elektronenbestrahlung und anschliessender enzymatische Hydrolyse bewirkt bei gewissen kommerziellen Enzymmischungen (hier: Cellulase) eine signifikante Steigerung von Abbaugeschwindigkeit und Abbaugrad.
- Die Energieeffizienz und die Ökonomie scheint bei der Kombination jedoch nicht gegeben.

# Enzymvorbehandlungen halten nicht, was sie (und ihre Lieferanten) versprechen!



- Direkt in den Fermenter zugegebene Enzyme und Enzymmischungen wirken nur sehr kurzfristig (Stunden) und werden dann abgebaut.
- Zur Vorbehandlung sind kommerzielle Enzyme wenig geeignet: sie hydrolysieren lediglich organische Substanz, welche ansonsten auch (langsamer) abgebaut wird.
- Werden die durch gewisse Enzyme (hier: Cellulase) vorbehandelten Feststoffe „gewaschen“, so ist eine leichte Erhöhung der Biogasproduktion möglich.

## Zum Durchbruch fehlen noch ein paar Ansätze:



- Vertiefte Charakterisierung von Güllefraktionen (in Zusammenarbeit mit ALP Posieux) zur Einschränkung gezielter Vorbehandlungen.
- Bestimmung der Heizwerte verschiedener Güllen und ihrer flüssigen & festen Fraktionen.
- Thermische Vorbehandlung mittels harter Methoden: Steam Explosion (HAFL Zollikofen).
- Mikroaerobe Hydrolyse (→ BFE Projekt HYDROFIB Hydrolyse von Fasersubstraten).
- Silierung der Feststofffraktion.
- Mikroorganismen & Enzyme aus holzverdauenden Termiten.
- Anaerobe Pilze aus z.B. dem Verdauungstrakt von Wiederkäuern (→ UNI Innsbruck).
- Wachstum von Insekten auf Güllefeststoffen.



# Danke!

## Projektmitarbeiter

ZHAW:	Alex Treichler Rolf Warthmann
IB Hersener:	Jean-Louis Hersener
Meritec GmbH:	Urs Meier
Niutec AG:	Jörg Meyer
Comet AG:	Gregor Hommes
Methanofix GmbH:	Elmar Büeler

## Finanzierung

BFE Bundesamt für Energie: Sandra Hermle  
SCCER BIOSWEET



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**



Life Sciences und  
Facility Management

IBT Institut für  
Biotechnologie

Umweltechnik  
Abwasserreinigung  
Wasseraufbereitung

MERITEC



**INGENIEURBÜRO HERSENER**  
Forschung & Beratung im Bereich Landwirtschaft, Energie und Umwelt