

Vergärung von Gülle und Co-Substraten in einem Membran-Bio-Reaktor MBR

Urs Meier¹, Jean-Louis Hersener²

¹MERITEC GmbH, CH-8357 Guntershausen; ²Ingenieurbüro HERSENER, CH-8542 Wiesendangen

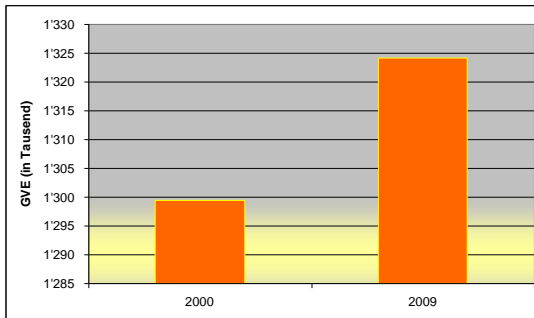
Partner :

Sponsoren :

Einleitung

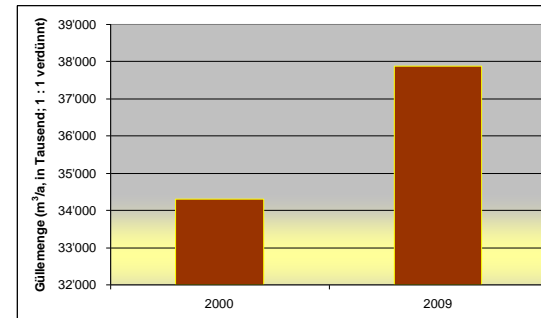
- 1** Zunehmender Tierbestand in CH **+ 25'000 GVE**  **+ 360'000 m3** mehr Gülle

Entwicklung des Tierbestands



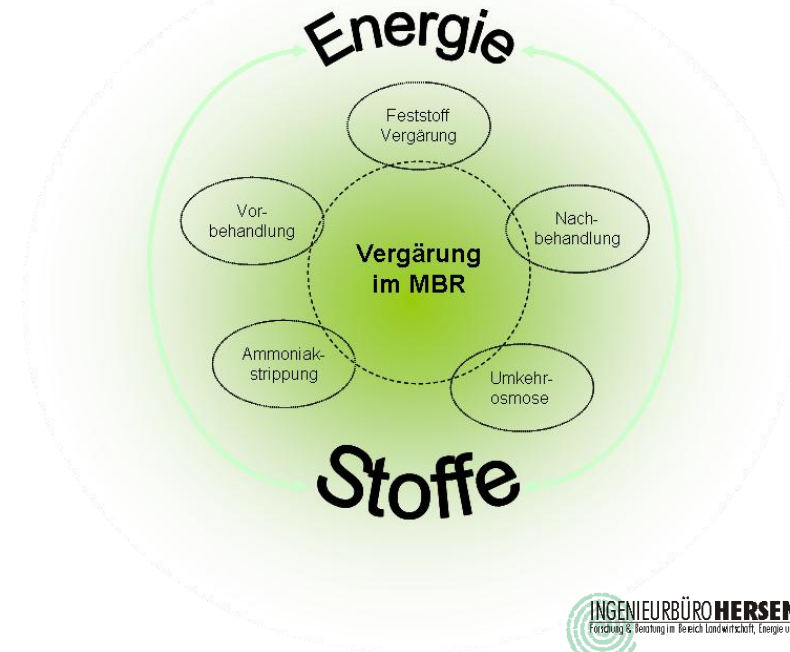
Quelle: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, 2009, SBV 2010

Entwicklung des Gülleanteils an der Hofdüngermenge



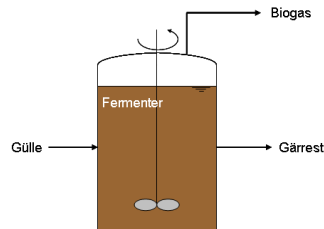
- 2** Energiepotential Gülle
Rund 60 PJ \approx 27 % des gesamten Biomassepotentials
in der CH oder rund die Hälfte des Holzpotentials

- 3** Kombination energetischer & stofflicher Nutzung
Das MBR-System kann mit verschiedenen
Verfahrensprozessen ideal ergänzt werden.
Damit erweitert sich einerseits das Einsatzspektrum
des Systems, andererseits wird eine optimierte
stoffliche Nutzung der Nährstoffe ermöglicht.



Problemstellung

Konventionelles Rührkessel-System

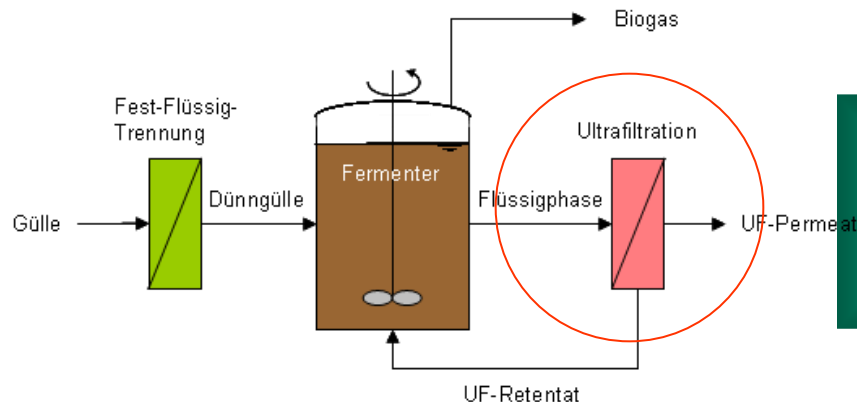


Prinzip:
Rein - Raus

Verlust an aktiver Biomasse
und unvergorener Substanz
mit Effizienzverlust

Problemlösung ?

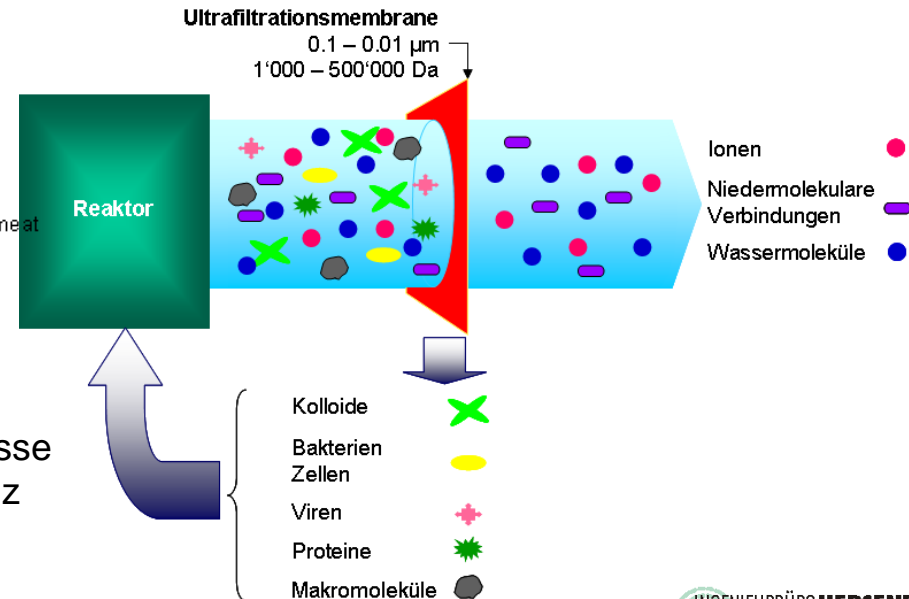
Membran-Bio-Reaktor MBR



Prinzip:
Rein – selektiv Raus

Rückhalt an aktiver Biomasse
und unvergorener Substanz
mit Effizienzgewinn

Die Membrane macht es möglich!

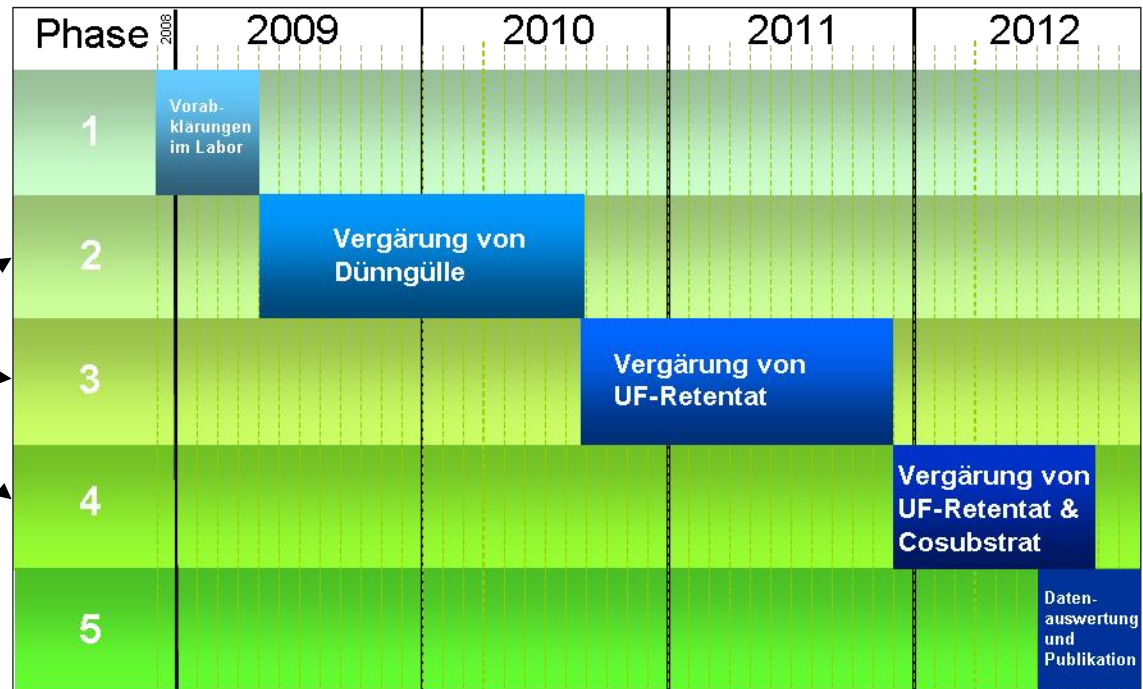
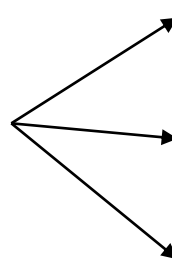


Zielsetzung

- **Leistungsfähigkeit**
Verfahrens- und prozesstechnische Leistungsfähigkeit,
Grenzen, Vergleich mit konventioneller Vergärung
- **Wirtschaftlichkeit**
Investitionsbedarf und Betriebskosten,
Weiterbehandlungsmöglichkeiten
- **Implementierung**
Praxisanforderungen

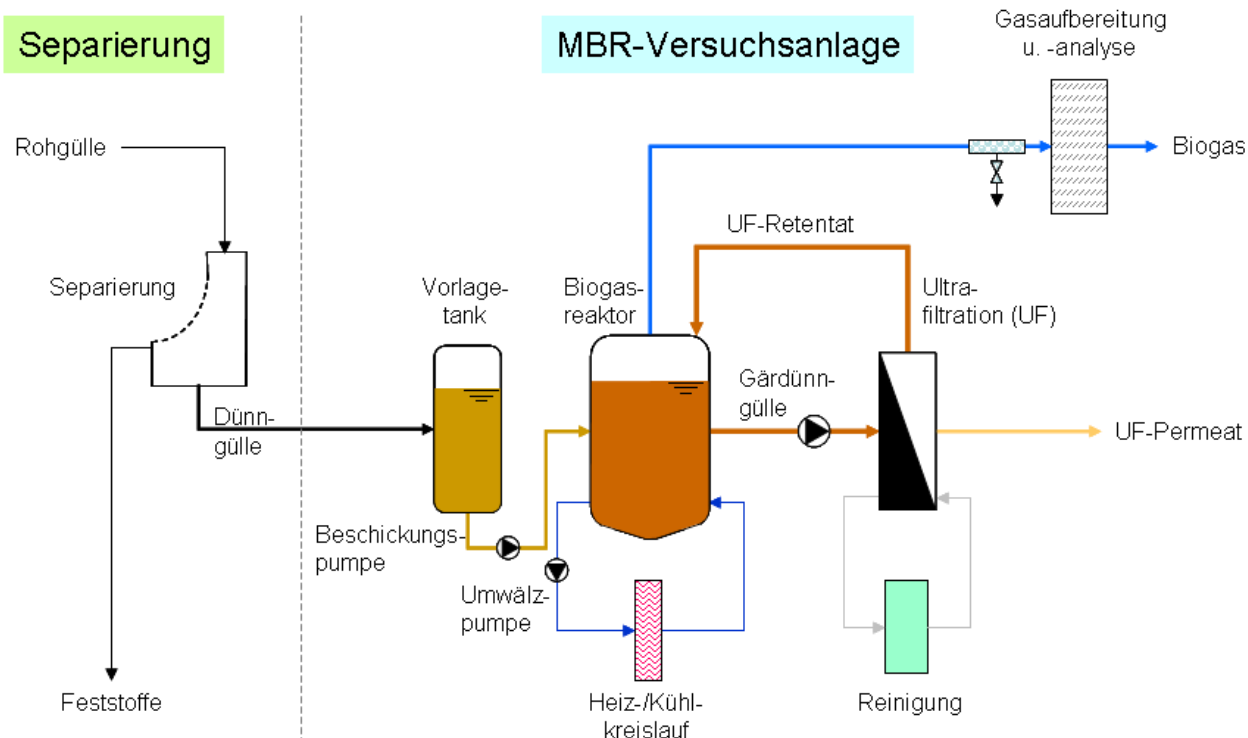
Arbeitsplan

- 3 Versuchsphasen



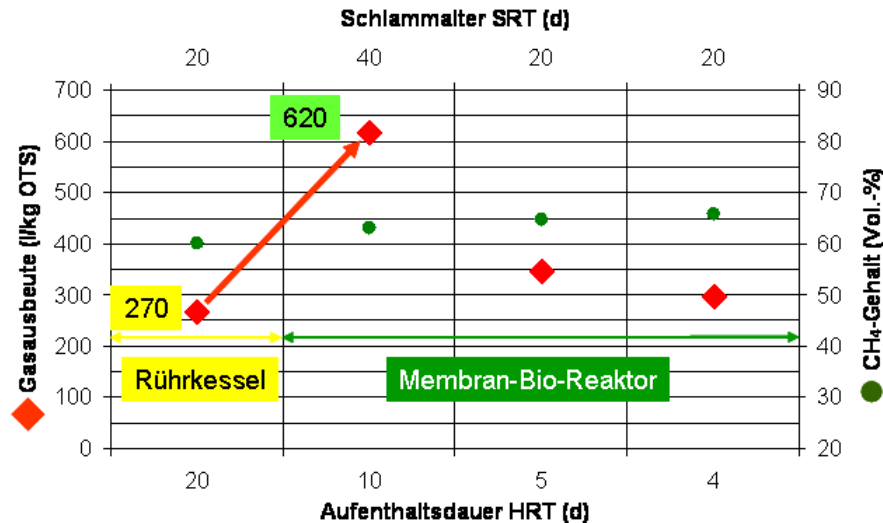
Versuchsanlage

Vergärung von Dünngülle (Versuchsphase 2) Aufbau der MBR-Versuchsanlage



Resultate Versuchsphase 2

Vergärung von Dünngülle im MBR im Vergleich zum Rührkessel



**Doppelt soviel Gas,
doppelt so schnell**

Vergleich der Energieeffizienz von Rührkessel und vom MBR

Parameter	Einheit	konv. RK	MBR
Rohgülle	l	1000	-
Dünngülle	l	-	950
TS	g/kg	36	25
OTS	g/kg	26	18
Gasausbeute	l/kg OTS	266	617
Gasmenge	l	6926	11241
Methangehalt	Vol.-%	60.5	63.1
Methanmenge	l CH ₄ /m ³	4190	7091
Methanertrag	relativ	100%	169%
Heizwert	kWh	154.2	107.9
Gasertrag	kWh	41.8	70.7
Energieeffizienz	System-Input	27.1%	65.5%
Gesamteffizienz	relativ	27.1%	45.8%



**Steigerung der Gesamt-
effizienz um 70 %**

Hygiene

Einfluss der Membran auf die Hygiene

Die Dünngülle gelangt in die Vergärung. Das UF-Retentat entspricht dem Fermenterinhalt. Das UF-Permeat verlässt das System und stellt einen hygienisch einwandfreien Flüssigdünger dar.

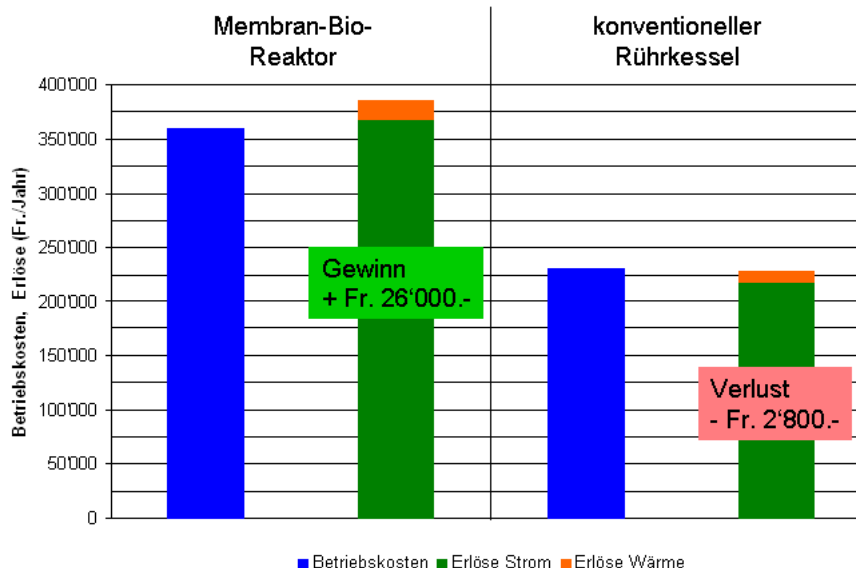
Vergärung im MBR

Parameter	Prüfverfahren	Einheit	Rohgülle	Dünngülle	UF-Retentat	UF-Permeat
Aerobe mesophile Keime	ISO 4833	KbE/g	31'600'000	24'400'000	8'200'000	400
Enterobacteriaceen (Coliforme)	ISO 21528-2	KbE/g	110'000	60'000	980	< 10
Enterokokken	SLMB 1406.1	KbE/g	60'000	190'000	8'700	< 10
Hefen	SLMB 1411	KbE/g	900	800	< 100	< 10
Schimmelpilze	SLMB 1412	KbE/g	4'200	2'500	3'600	< 10
Escherichia coli	ISO 16649-2	KbE/g	90'000	100'000	1'050	< 1
Staphylokokken koagulase positiv	ISO 6888-2	KbE/g	< 100	< 100	< 100	< 10
Salmonella spp.	ISO 6579	in 25 g	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Listeria spp.	ISO 11290-1	in 25 g	positiv	positiv	positiv	nicht nachweisbar
Listeria monocytogenes	ISO 11290-2	in 25 g	positiv	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Buttersäurebakterien (Clostridien)	ALP 2001	KbE/g	500	<100	300	< 100
Anaerobe Sporenbildner	ALP 1996	pro g (MPN)	> 22600	> 22600	> 22600	< 2.7

Dank
Ultrafiltration
hygienisch
einwand-
freier Ablauf

Kosten

Basis:
900 GVE



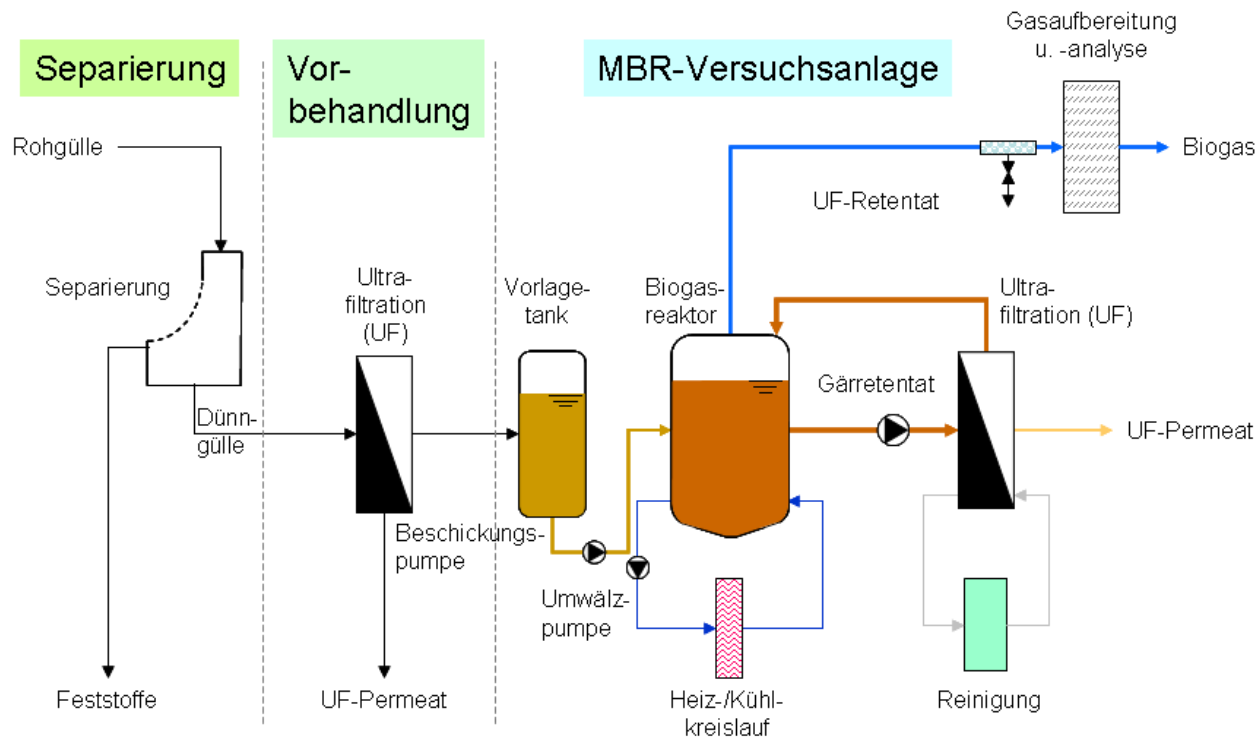
Trotz höheren
Betriebskosten
gewinnbringend

Versuchsanlage

Vergärung von UF-Retentat (Versuchsphase 3)

Die Dünngülle aus der Separierung wird mit einer Ultrafiltration eingedickt.
Das UF-Retentat wird im MBR vergoren.

Mit dieser Vorbehandlung gelangt weniger als 15 % der Rohgüllemenge zur Vergärung, was zu einer weiteren Effizienzsteigerung gegenüber der Vergärung von Dünngülle führen kann.



Ultrafiltration zur Vorkonzentrierung



Resultate Versuchsphase 3

Vergärung von UF-Retentat im MBR

Vorbehandlung der Schweinedünggülle mit der Ultrafiltration. Vergärung von UF-Retentat im MBR. Durch die Aufkonzentrierung gelangen weniger als 18 % der Rohgüllemenge in den Fermenter.

Gärversuche von UF-Retentat aus Schweinegülle im MBR (Provisorische Ergebnisse!)

	CH ₄ %	CO ₂ %	Gasausbeute l/kg OTS	Gasmenge l/h	RB kg OTS/m ³ ·d	Temp. °C	pH
Versuch	HRT 10 d, SRT 20 d						
Mittelwert	63.2	35.9	266.1	35.3	3.3	36.5	7.89
Min	61.2	34.6	183.9	27.5	2.2	35.1	7.83
Max	64.8	37.1	434.2	42.7	4.5	37.0	7.94
Versuch	HRT 10 d, SRT 12 d						
Mittelwert	61.2	38.2	141.5	30.8	5.3	38.9	7.68
Min	60.0	36.6	109.6	22.0	3.7	37.9	7.55
Max	69.4	39.5	176.8	34.2	6.7	39.8	7.72
Versuch	HRT 20 d, SRT ~ 28 d (25 - 32 d)						
Mittelwert	67.9	30.9	398.3	40.5	2.5	36.6	7.95
Min	62.3	29.0	209.7	17.2	1.8	32.3	7.77
Max	69.4	35.3	699.3	55.5	3.8	40.4	8.07

Vergärung von Schweinerohgülle im Vergleich zu UF-Retentat (Provisorische Ergebnisse!)

Schweine	Menge kg	Menge kg OTS	Gasertrag l/kg OTS	Gasmenge l/m ³	CH ₄ -Menge l CH ₄ /m ³
Rohgülle	1000	14.4	285	4111	2466
Retentat	1000	35.5	398	14125	9584

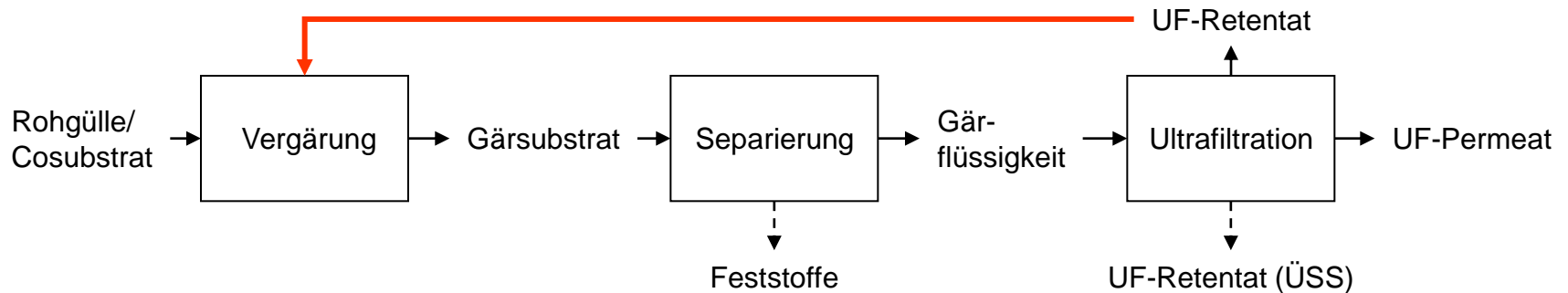
Annahme: HRT 20 d



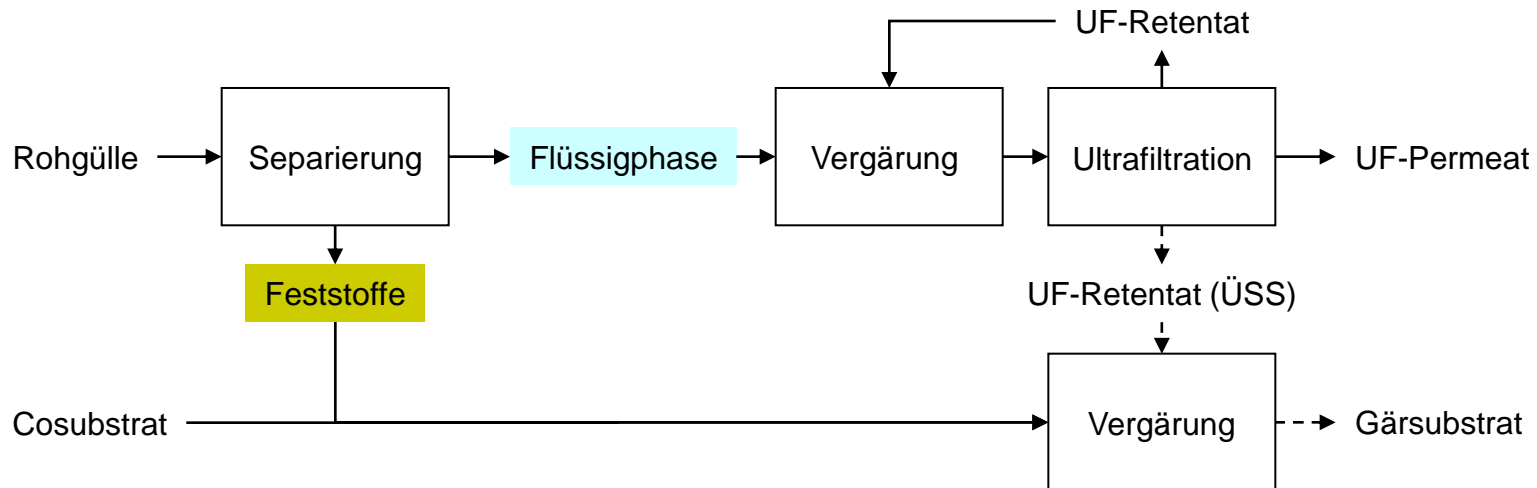
Steigerung der Methanmenge um mehr als das Dreifache

Co-Vergärung mit dem MBR (Versuchsphase 4 ab Nov. 11)

Variante mit Rückführung des UF-Retentats aus der Gärsubstrataufbereitung in die Vergärung („erweiterter MBR“)



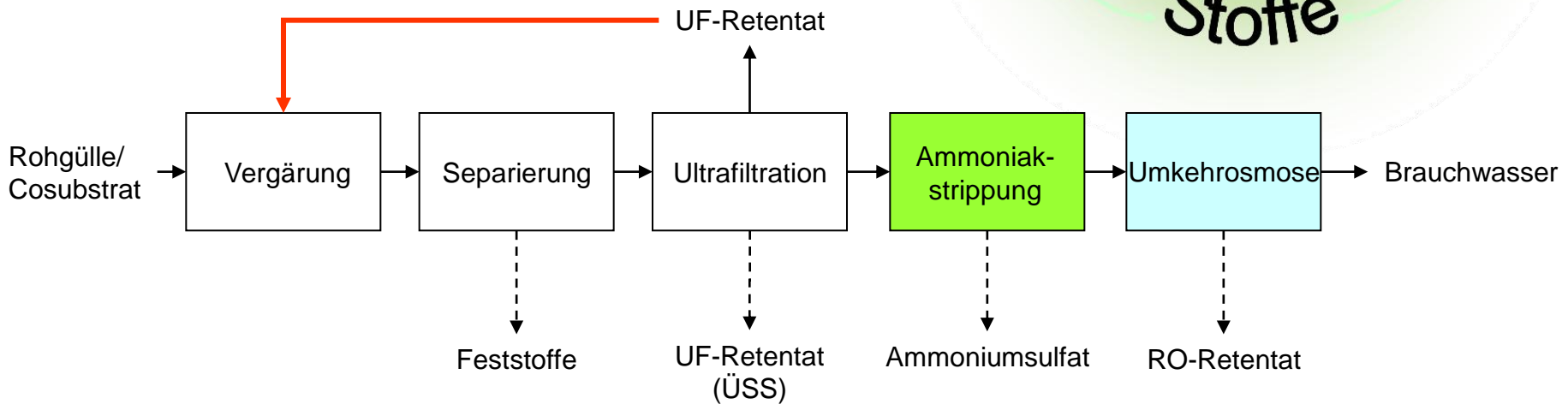
Option:
Variante mit Vorbehandlung und getrennter Vergärung in einer Fest- bzw. Flüssiglinie („Feststoffvergärung kombiniert mit einem MBR“)



Weiterbehandlung (Ausblick)

Vielseitigkeit des MBR-Systems

Variante mit Nachbehandlung des UF-Permeats mittels Ammoniakstrippung & Umkehrosmose.
Aus der Strippung wird ein Mineraldünger (N-Flüssigdünger) gewonnen.



Ziel ist dabei die Produktion eines Mineraldüngers sowie die Reduzierung der Verwertungsmengen um $\geq 60\%$ der Inputmenge.

Folgerungen

Aus den bisherigen Versuchserkenntnissen kann folgendes festgehalten werden:

- Verfahren- & prozesstechnisch betriebssicheres System
- Doppelt so leistungsfähig wie konventionelle Vergärung
- Wirtschaftlicher als konventionelle Vergärung
- Einsparungen an Fermenter- u. Nachgärvolumen
- Hygienisch einwandfreier Ablauf (UF-Permeat)
- Weiterbehandlung zu Mineraldünger möglich

Fazit:

optimale Kombination von energetischer und stofflicher Nutzung von Gülle