

Effizienzsteigerung als Möglichkeit zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit in Biogasanlagen

Dr. Harald Lindorfer
Schaumann BioEnergy GmbH

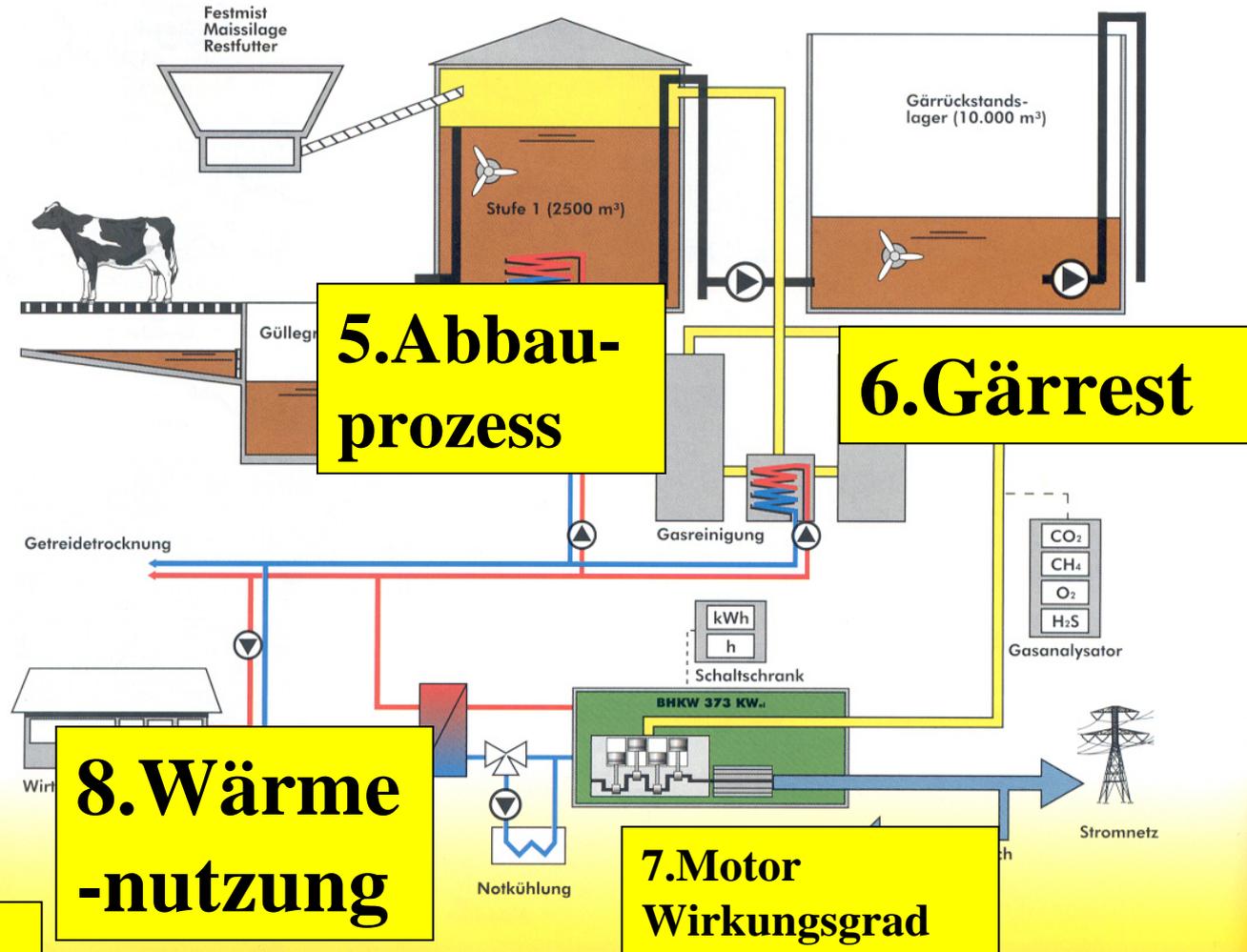
Biogas Prozesskette

1. Anbau

2. Ernte

3. Lagerung

4. Vorbehandlung



1A. Anbau

- Anbau der für die Region/Fläche optimalen Energiepflanzen
 - Bodenqualität
 - Klima
 - Wasserversorgung
- Reduzierung der Bearbeitungskosten
 - Kraftstoff
 - Pflanzenschutz
 - Bodenbearbeitung



1B. Substrateinkauf

- Frühzeitige Planung
- Gute Substratcharakterisierung (z.B. Weender Analyse)
- An den Energiewert angepasste Bezahlung
- Gute Lager- bzw. Verarbeitungsbedingungen schaffen
- Lieferanten auf gute landwirtschaftliche Praxis festlegen.
- An die Anlagentechnik angepasste Substrate.

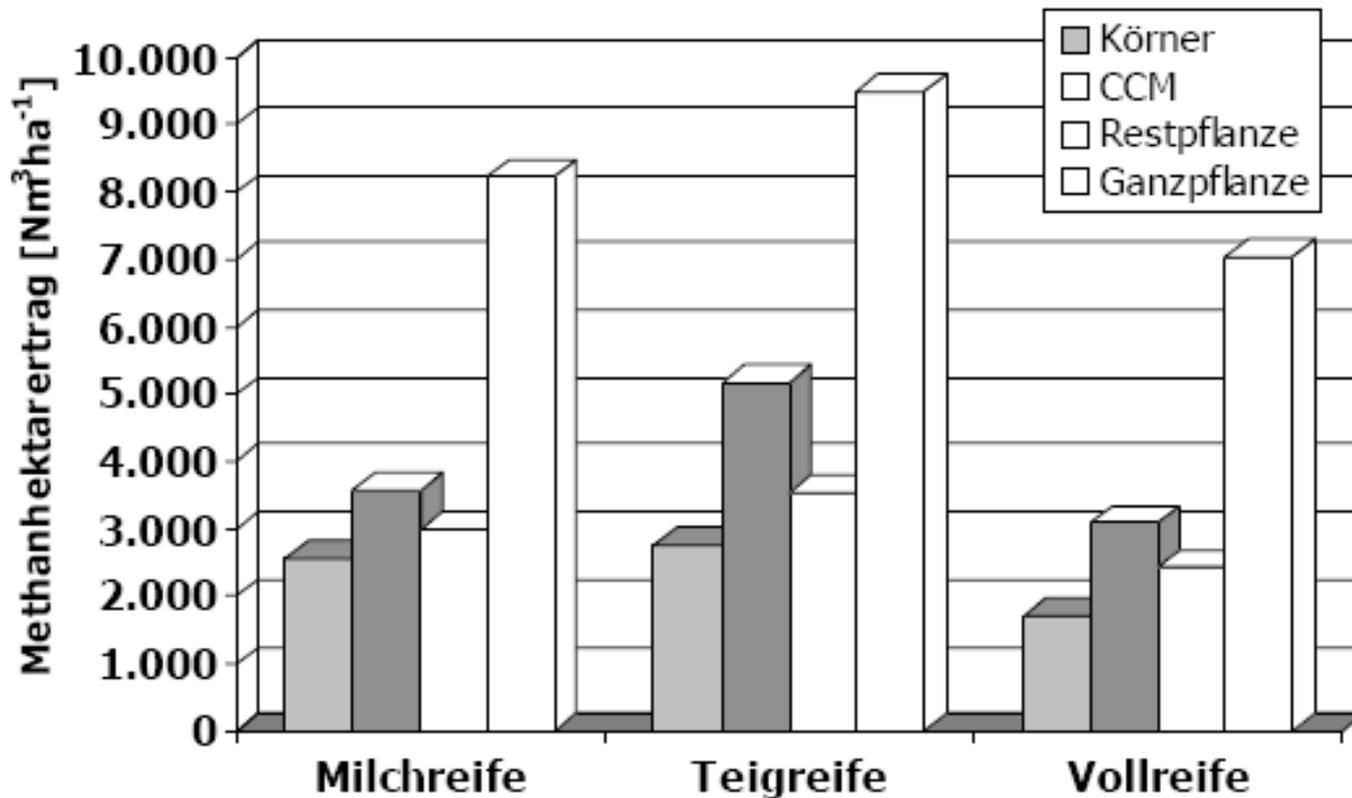


2. Ernte

- Spezifischer Erntezeitpunkt
 - Lagerfähigkeit (TS)
 - Verholzung
 - Kornanteil
 - Biomasse
- Häksellänge <> Zerkleinerung



Erntezeitpunkt



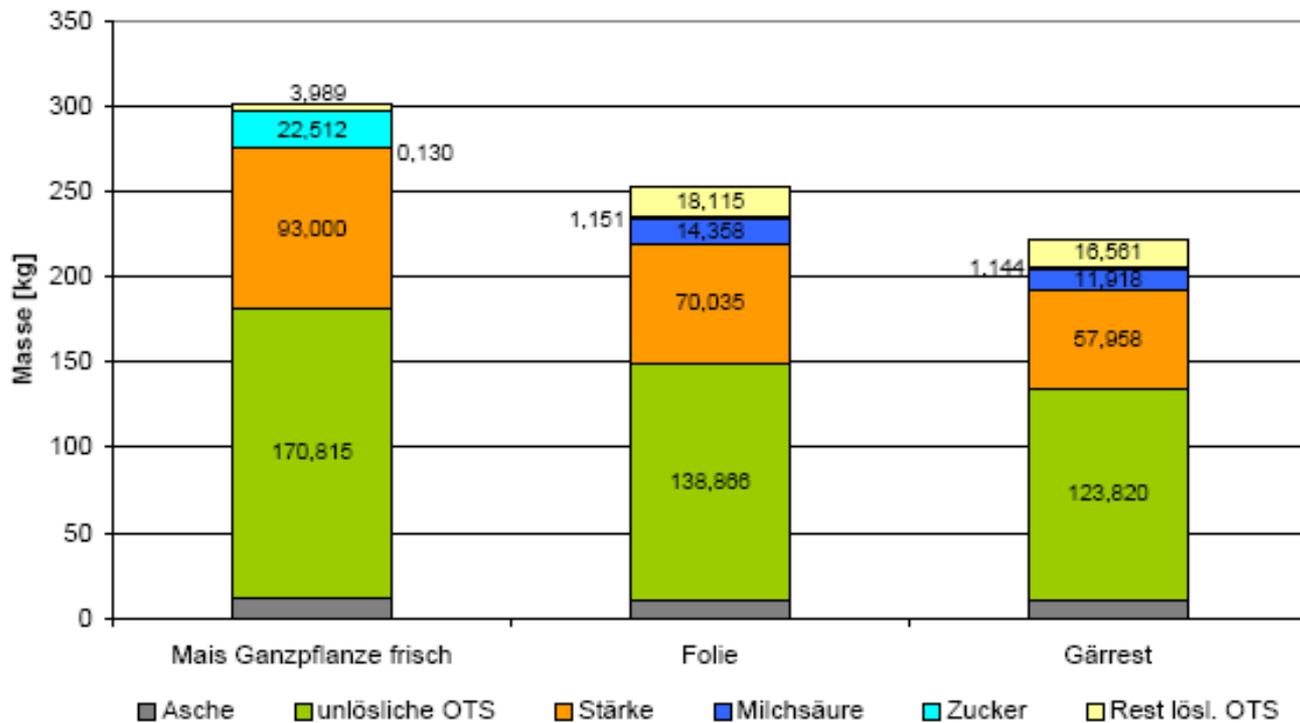
3. Substratlagerung

- **Silierung**
(Ganzpflanzen, spez. org. Reststoffe)
 - Vortrieb im Silo
 - Verdichtung
 - Abdeckung
 - Aerobe Stabilität
 - Silierzusätze
- **Konservierung**
(Getreide, org. Reststoffe)
 - Feuchtegehalt
 - Konservierungssäuren

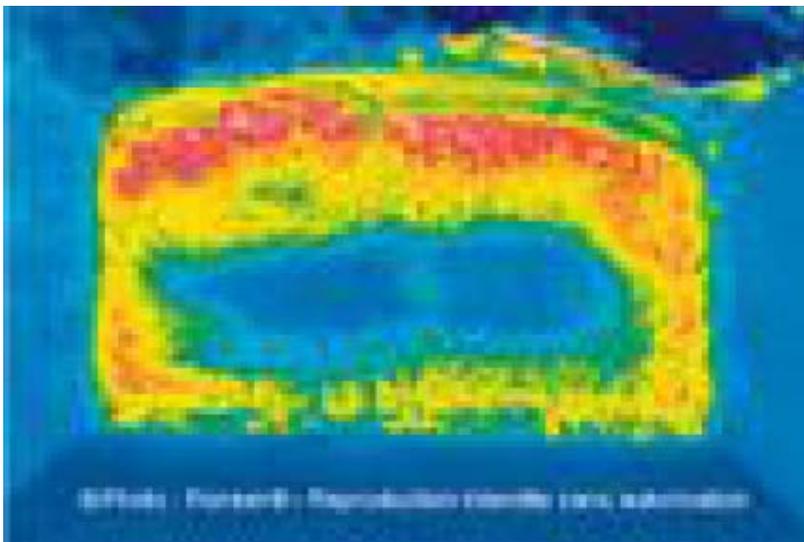
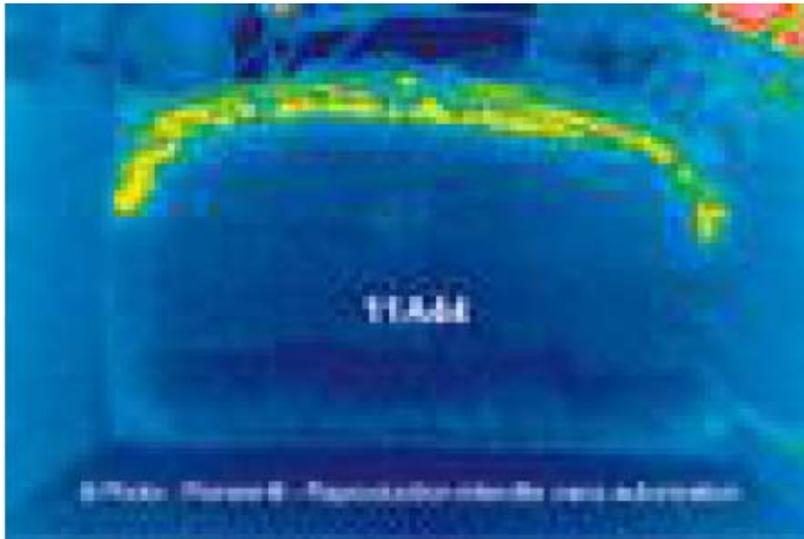


Masseverluste während der Silierung

Zusammensetzung TS je Abdeckung



Energieverluste durch Erwärmung



Temperaturerhöhung und Verluste instabiler Silagen mit unterschiedlichem TM-Gehalt					
TM-Gehalt des Futters	Erhöhung über Umgebungstemperatur				
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
	Tägliche TM-Verluste in %				
20 %	1,6	3,2	-	-	-
30 %	1,2	2,3	3,5	-	-
50 %	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7

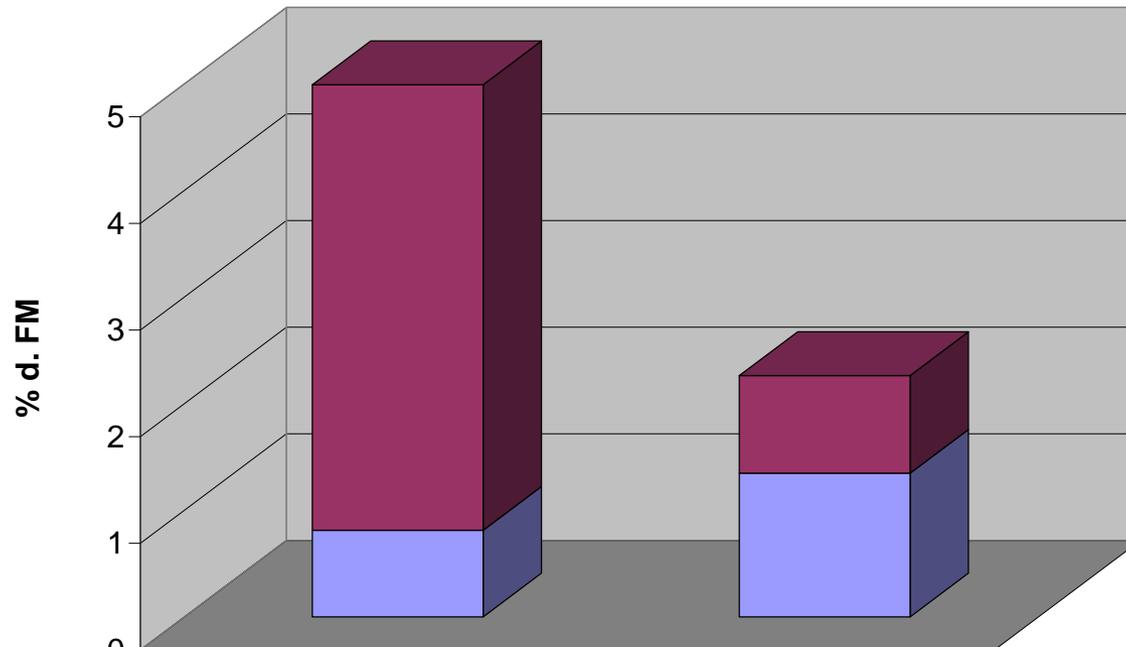
Honig, FAL Braunschweig

Bilder Steinhöfel

Biomasseverluste durch Nacherwärmung

(Expositionszeit 10 Tage)

Vergleich: unbehandelte Kontrolle gegenüber Behandlung mit
 essigsäurebetontem Siliermittel



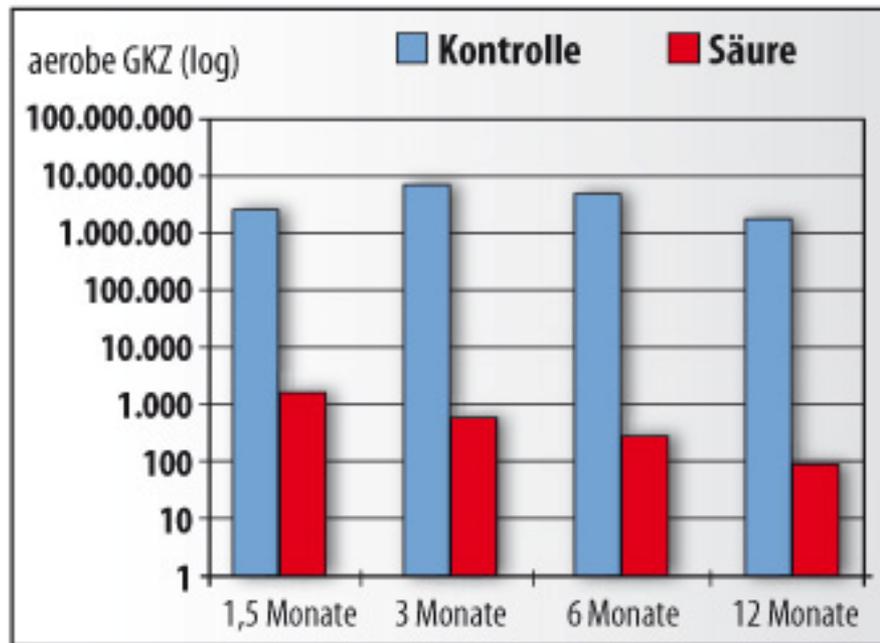
■ AEST-Verlust	4,18	0,92
■ Silierverluste	0,81	1,35

Banemann, Uni Rostock, 2008

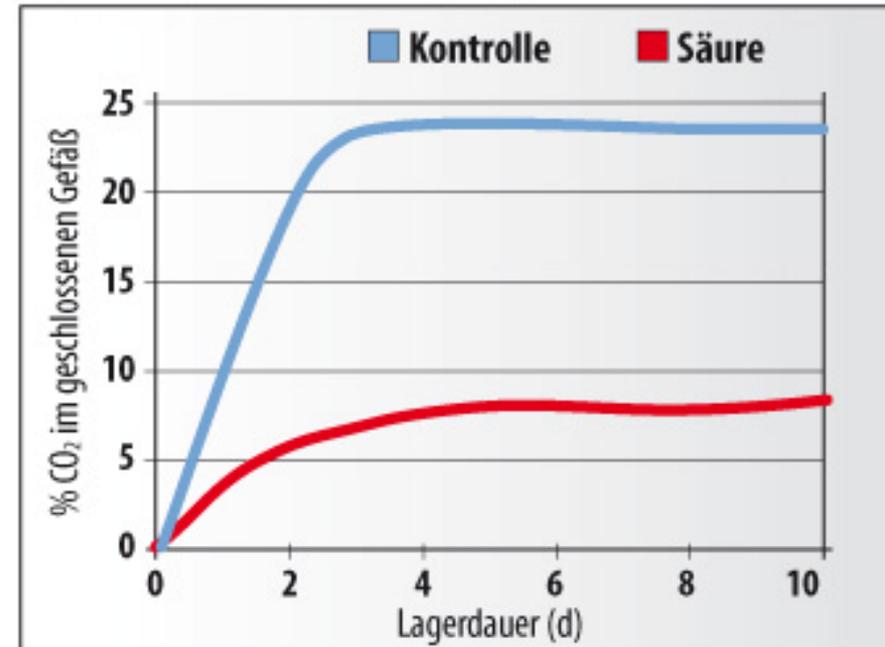
AEST = Aerobe Stabilität

Konservierung von Getreide und organischen Reststoffen

Säure senkt die aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ) deutlich und wirksam (Weizen, 14 % Feuchte)



Geringe CO₂-Atmungsaktivität belegt den verminderten Besatz mit Schadorganismen und den geringeren Abbau an Nährstoffen



4. Vorbehandlung

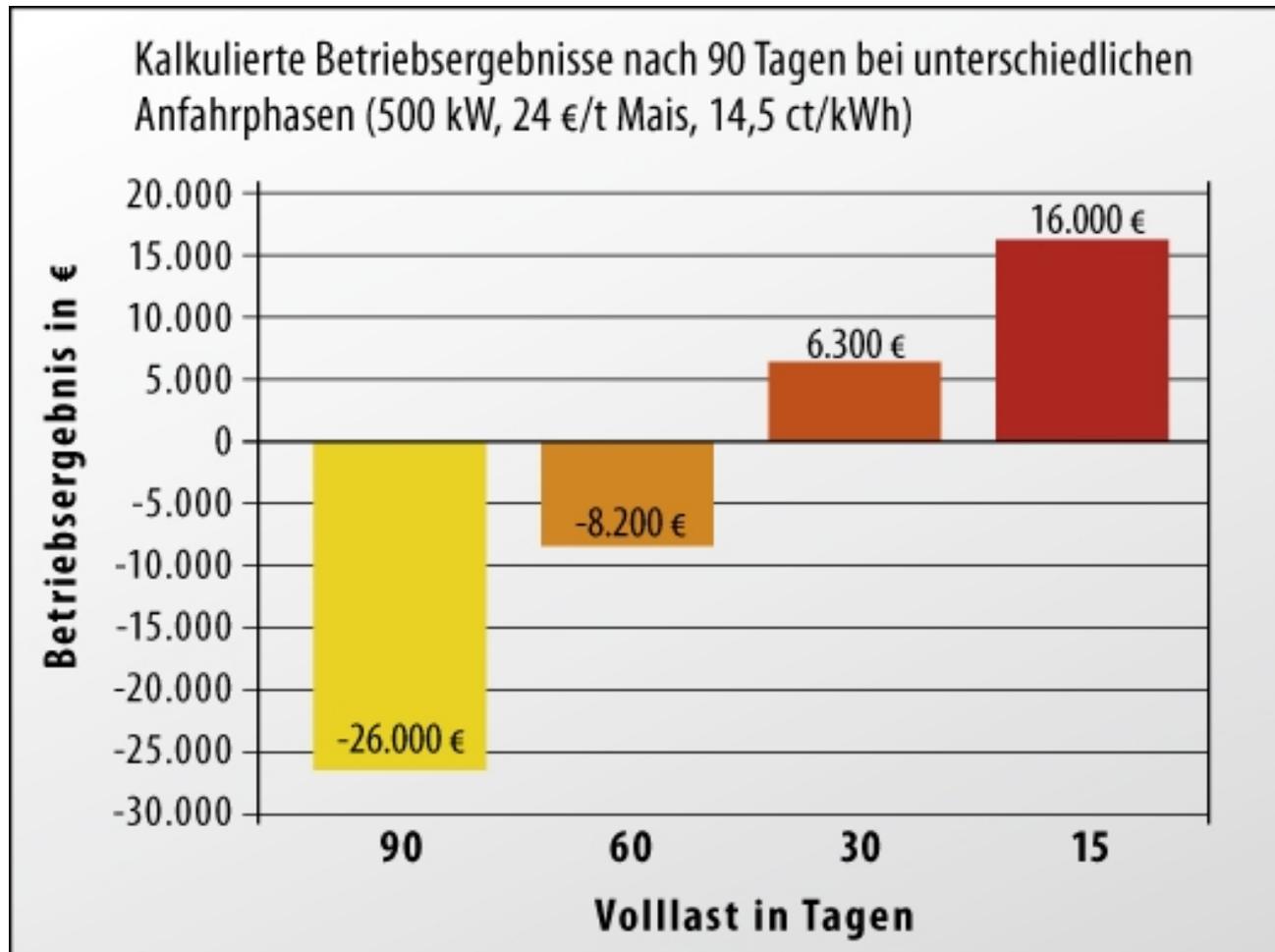
- Dampfexplosion
- Thermo-Druck-Hydrolyse
- Alkalische Vorbehandlung
- Mechanische Vorbehandlung (z.B. Kugelmühle)
- Saure Hydrolyse
- Enzyme

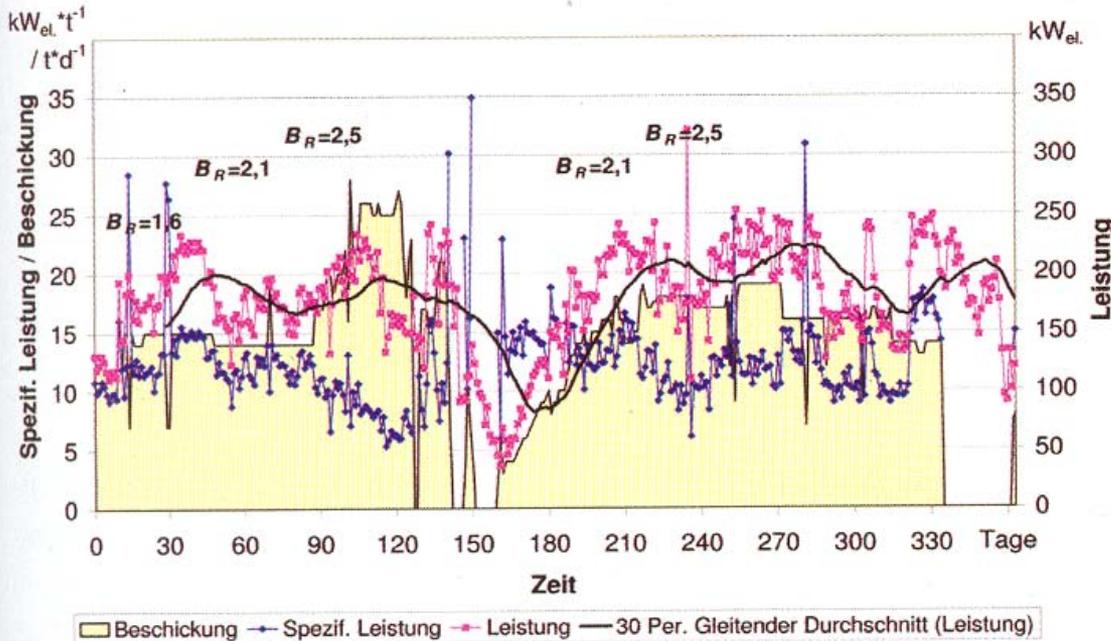


5. Prozessbiologie

- Temperatur
- Raumbelastung
- Alkalinität & pH-Wert
- Nähr- und Mineralstoffversorgung
- Reduzierung von Hemmstoffen
 - Ammoniak
 - H₂S
- Durchmischung <> TS-Gehalt <> Viskosität
- Prozessführung

Wirtschaftlichkeit Inbetriebnahme





Kosten Prozessstörungen

Annahmen:

Biogasanlage mit Gas-Otto-Motor (330 kW_{el.}, 447 kW_{th.}), Ausnutzungsgrad 90 %
(7.884 Jahresvolllaststunden), Inbetriebnahmejahr 2006, NawaRo-Bonus, KWK-Bonus
(10 % externe Wärmeverwertung)

Stromerlös:

Durchschnittlicher Vergütungssatz nach EEG	15,8 cent*kWh ⁻¹
Jahresstromproduktion	2.601.720 kWh
Jahreserlös aus Stromverkauf	411.072 EUR

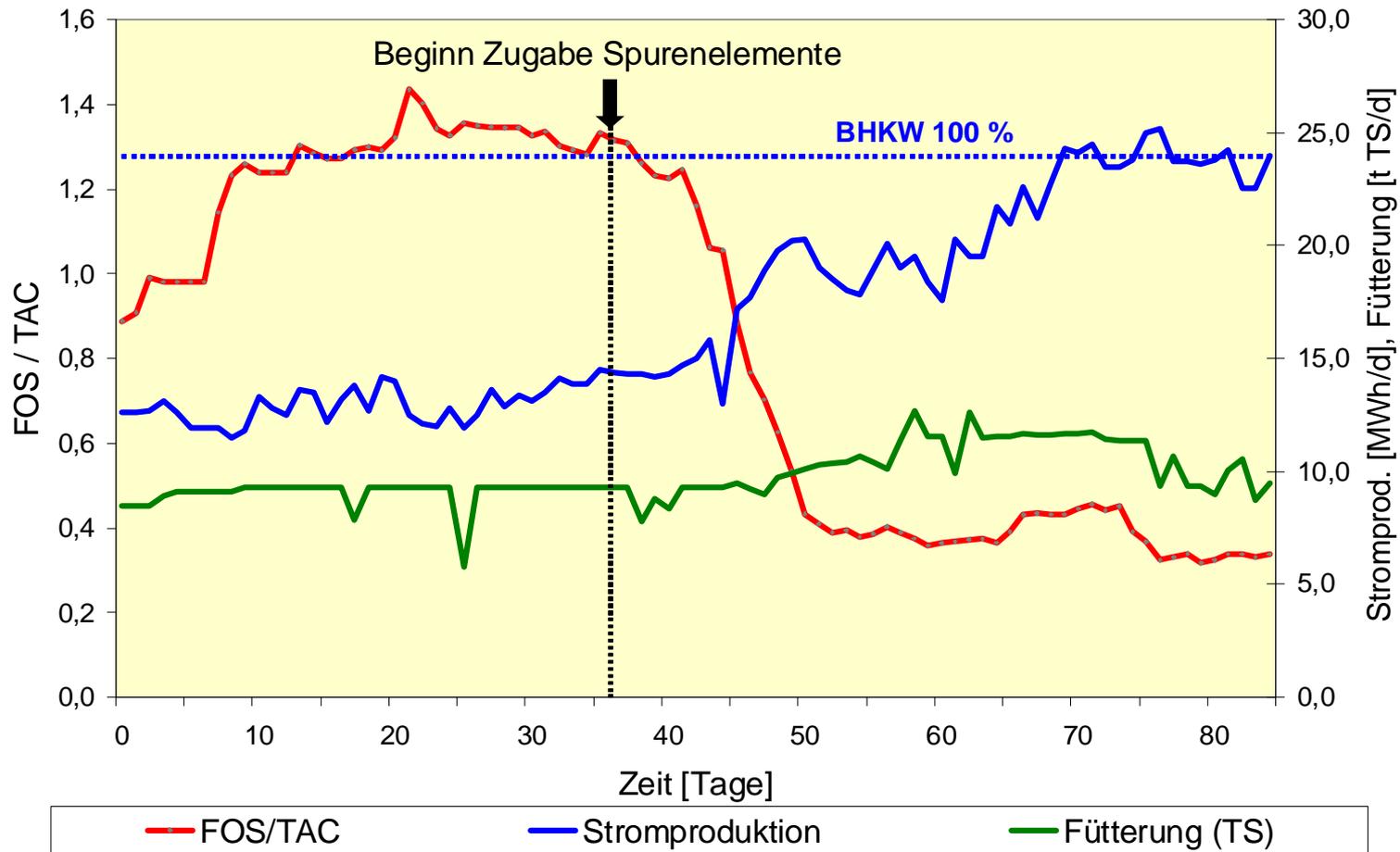
Prozessstörung:

Reduktion der BHKW-Leistung um 80 % über zwei Wochen, im Anschluss lineare Steigerung der Leistung auf Volllast innerhalb von sechs Wochen

Ausgefallene Stromproduktion	212.890 kWh
Verlust aus entgangener Vergütung	33.636 EUR
Anteiliger Verlust bezogen auf ein Jahr	8,2 %

Effenberger,
Lfl 2007

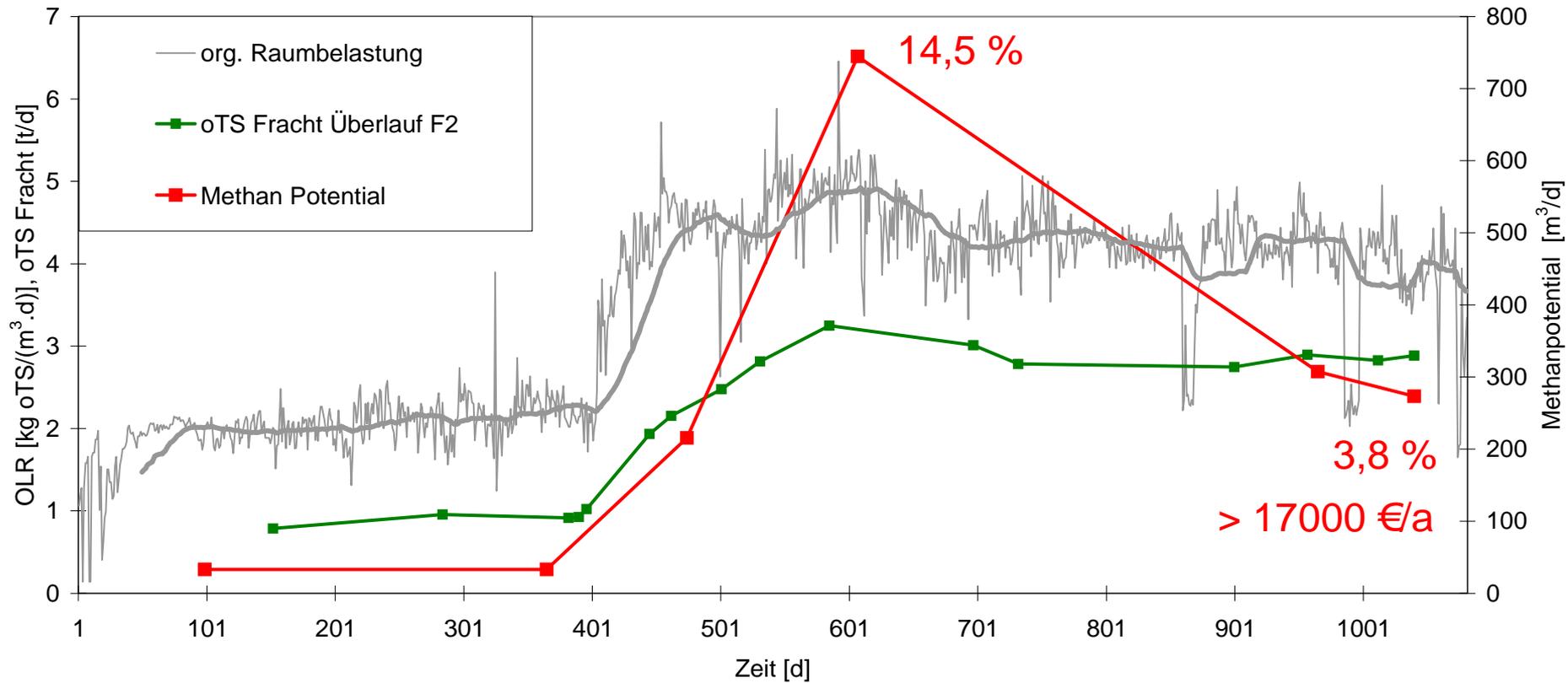
Beseitigung von Mangel und/oder Hemmung im Fermenter



6. Gärrestnutzung/ -verwertung

- Restmethanpotential (Endlagerabdeckung)
- Gärrest-Nachbehandlung
- Transportkosten Gülle
 - Fest/Flüssig Separierung + Rezirkulation (statt Regenwassernutzung)
 - Filtration + Umkehrosmose
 - Gärresttrocknung
- Veredelung (z.B. Düngerkonzentrat)

Restmethanpotential im Endlager



Gesamtmethanproduktion: 5600 (5150) m³/d

IFA Tulln 2006

Mögliche Investitionen durch die direkte Mehrverwertung von Restgas

(installierte Leistung: 250 kW)

J. Vogtherr, H. Oechsner, Uni Hohenheim 2008

Ziel: Verwertung von Restgas im vorhandenen BHKW
(Jahresbetriebsstunden: 7.500)

Investition bei Gas-Mehrverwertung (ohne KWK und Technologie-Bonus)

Gas-Mehrverwertung von:		möglicher Mehrertrag/a	resultierende Investition
1%	[€]	2.947,50	19.016,13
3%	[€]	8.842,50	57.048,39
5%	[€]	14.737,50	95.080,65
6%	[€]	17.685,00	114.096,77
9%	[€]	26.527,50	171.145,16
10%	[€]	29.475,00	190.161,29

Nutzungsdauer 10 Jahre, eff. Zins 6% auf Invest/2, abzgl. BHKW-Betriebskosten von 1,6 Ct/kWh

Ökonomische Betrachtung

Ursache	Verluste bzw. Entgangene Vergütung
Unnötige Lagerungsverluste (8 % mehr Substratverbrauch)	- 21900 €/Jahr
Entgangene Vergütung durch Prozessstörung (vgl. Effenberger) Abzüglich Substratkosten (28 d, 50 %)	- 53263 €/Jahr - 42760 €/Jahr
Ø 5 % unter Volllast bei voller Fütterung Ø 5 % unter Volllast bei reduzierter Fütterung	- 36135 €/Jahr - 22445 €/Jahr
Methanrestpotential (Einsparung 5% Substrat á 30 €/t)	- 13690 €/Jahr
2000 mg/l Essigsäureäquivalente ins Endlager (50 % Essig-/50 % Propions.)	- 7620 €/Jahr

Annahmen: Biogasanlage mit 500 kWel, 16,5 Cent Vergütung;
35 m3/d Gärrest; Maispreis 30 €/t frei Anlage

7. Wirkungsgrad Motor

- Kontinuierliche Gasversorgung (Volllast)
- Gasaufbereitung
 - Feuchtigkeit
 - Entschwefelung
- CH₄ Gehalt
- Optimale Motoreinstellungen



8. Wärmenutzung

- Nahwärmenetz
- Industrieller Wärmeabnehmer in der Nachbarschaft
- Trocknung (Holz, Früchte, Getreide,)
- ORC-Prozess
- Gewächshäuser
-

Wenn keine „sinnvolle“ Wärmenutzung möglich ist:

- Aufbereitung zu Erdgasqualität und Einspeisung ins Gasnetz
- Biogastankstelle
- Gärresttrocknung

9. Prozessführung

Betriebstagebuch

- **Substratcharakterisierung** (TS, OTS, N_{ges} , ...)
- **Input - Output Bilanzierung:**
 - Input Biomasse (oTS) - Output Biogas
 - Gasverbrauch - Stromeinspeisung
- **Alle (!!!) Ereignisse oder Störungen im Betrieb**
 - Störungen der Anlagensteuerung,
 - Temperaturschwankungen,
 - Substratwechsel, usw.
- **Alle (!!!) Kosten** (Reparaturen, Instandhaltung, Wartung, ...)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Harald Lindorfer

SCHAUMANN BioEnergy GmbH

An der Mühlenau 4, D-25421 Pinneberg

Tel: 04101 - 218 5412

Fax: 04101 - 218 5499

Email: harald.lindorfer@schaumann-bioenergy.eu

Internet: www.schaumann-bioenergy.eu