



Siliverluste bei der Substratlagerung minimieren

Dr. Klaus Hünting
VBZL Haus Riswick

Musteranlage:

Anlagengröße in KW	400
Maisanteil	70%
Einspeisevergütung	19,5 Cent

Substratbedarf:

Anlagengröße in KW	400
Volllaststunden der Biogasanlage	8000
benötigte KWh	3.200.000
KWh el/ m ³ CH ₄	3,85
benötigter Methanertrag [Nm ³ /Jahr]	832.000
davon aus Mais (Maisanteil: 70%) [Nm ³ /Jahr]	582.400
Ertrag t Frischmasse (FM) /ha	45
m ³ CH ₄ / t FM (52% Methangehalt im Biogas)	104
m ³ CH ₄ / ha (52% Methangehalt)	4.680
benötigte Fläche in ha	124
Erntemenge gesamt in t	5.580

Management bei der Siloplanung

Anforderungen an den wöchentlichen Vorschub zur Minimierung des Nacherwärmungs-Risikos bei optimaler Verdichtung:

Sommer: 2,5 m / Woche

Winter: 1,5 m / Woche

Management bei der Siloplanung

Silodimensionierung:

- Jahresmenge in t:	5.580
- Tagesmenge in kg:	15.300
- TM in%:	33
- Mais kg TM / Tag:	5.101
- Lagerdichte; kg TM / m ³ :	250
- m ³ /Tag:	20,4
- m ³ /Woche:	143

Vorschub im Sommer: 2,5 m /Woche :

= > $143 \text{ m}^3 / 2,5 \text{ m} = 57,1 \text{ m}^2$ Anschnittsfläche

Silobreite: 15 m; Silohöhe: 3,80 m

Silobreite: 20 m; Silohöhe: 2,90 m

Silobreite: 25 m; Silohöhe: 2,30 m

Management bei der Siloplanung

Silodimensionierung:

- Jahresmenge in t:	5580
- Tagesmenge in kg:	15.300
- TM in%:	33
- Mais kg TM / Tag:	5101
- Lagerdichte; kg TM / m ³ :	250
- m ³ /Tag:	20,4
- m ³ /Woche:	143

Vorschub im Winter: 1,5 m /Woche :

= > $143 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m} = 95,2 \text{ m}^2$ Anschnittsfläche

Silobreite: 15 m; Silohöhe: 6,30 m

Silobreite: 20 m; Silohöhe: 4,80 m

Silobreite: 25 m; Silohöhe: 3,80 m

Tagesbedarf_Silohoeihen_Biogas - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Anlagengröße kw	Volllaststunden der Biogasanlage	Benötigte kW/h	kwh el/ m³ CH4	Benötigter Methanertrag [Nm³/Jahr]	70% davon aus Mais [Nm³/Jahr]		
2	400	8000	3200000	3,85	832000	582400		
3								
4	Ertrag t/ha	m³ Biogas / t FM	m³ CH4 / t FM (52% Methangehalt im Biogas)	m³ CH4 / ha (52% Methangehalt)	benötigte Fläche in ha	Erntemenge gesamt in t		
5	45	200	104	4680	124	5580		
6								
7	Jahresmenge in t	Tagesmenge in t						
8	5580	15,29						
9								
10	Mais	15290	kg frisch / Tag					
11	TM	33	%					
12	kg Mais t /tag	5046						
13	kg TM / m³	250						
14	m³/tag	20,2						
15	m³/Woche	141						
16								
17		Winter	Sommer					
18	Vorschub	1,5	2,5	m/Woche				
19								
20	Anschnittsfläche:	94,2	56,5	m²				
21				Winter:	Sommer:			
22	Silobreite in m:	10	Silohöhe in m:	9,40	5,70			
23	Silobreite in m:	15	Silohöhe in m:	6,30	3,80			
24	Silobreite in m:	20	Silohöhe in m:	4,70	2,80			
25	Silobreite in m:	25	Silohöhe in m:	3,80	2,30			
26	Silobreite in m:	30	Silohöhe in m:	3,10	1,90			
27								

Management bei der Siloplanung

- Jahreszeit angepasste Befüllhöhe beim Anlegen beachten
- separate Silomieten für kalte bzw. warme Jahreszeiten

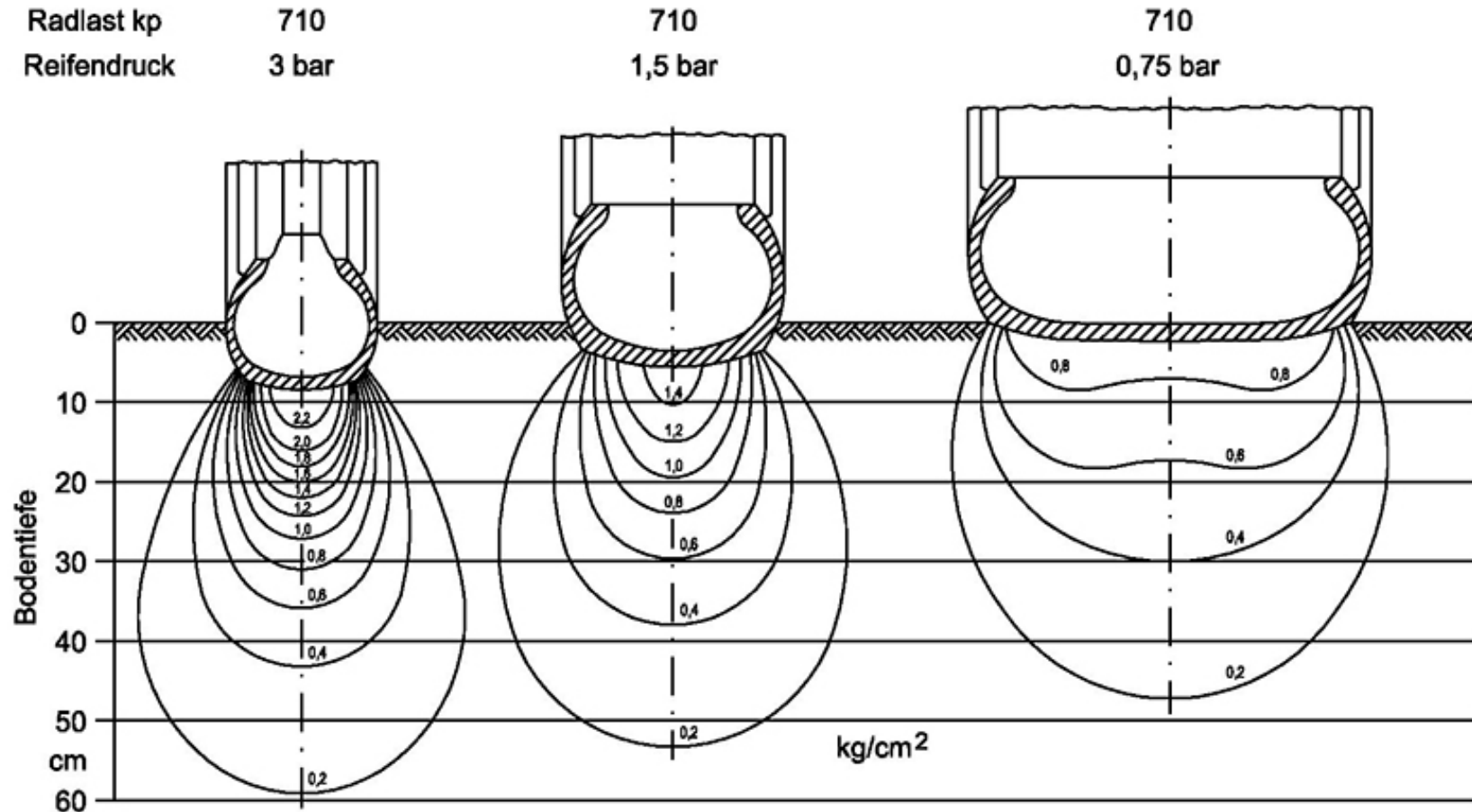
Einlagerung:

- Schichtstärke beim Befüllen: max. 40 cm beim Gras
 max. 30 cm beim Mais

- **aber:**

je dünner Schichten sind desto besser lassen sich diese verdichten!!!

Kennzahlen bei der Siloeinlagerung



normal gelagerter und normal feuchter Boden

Demmel <small>© nach SÖHNE 1953</small>	Einfluß der Radlast und des Kontaktflächendrucks auf die Verteilung des Bodendruckes <small>(nach SÖHNE 1953, abgeändert nach TIJINK und SPOOR 2004)</small>	 Be 052 009
--	---	----------------

27.03.2015



27.03.2015



27.03.2015

Management bei der Siloeinlagerung

Einlagerung:

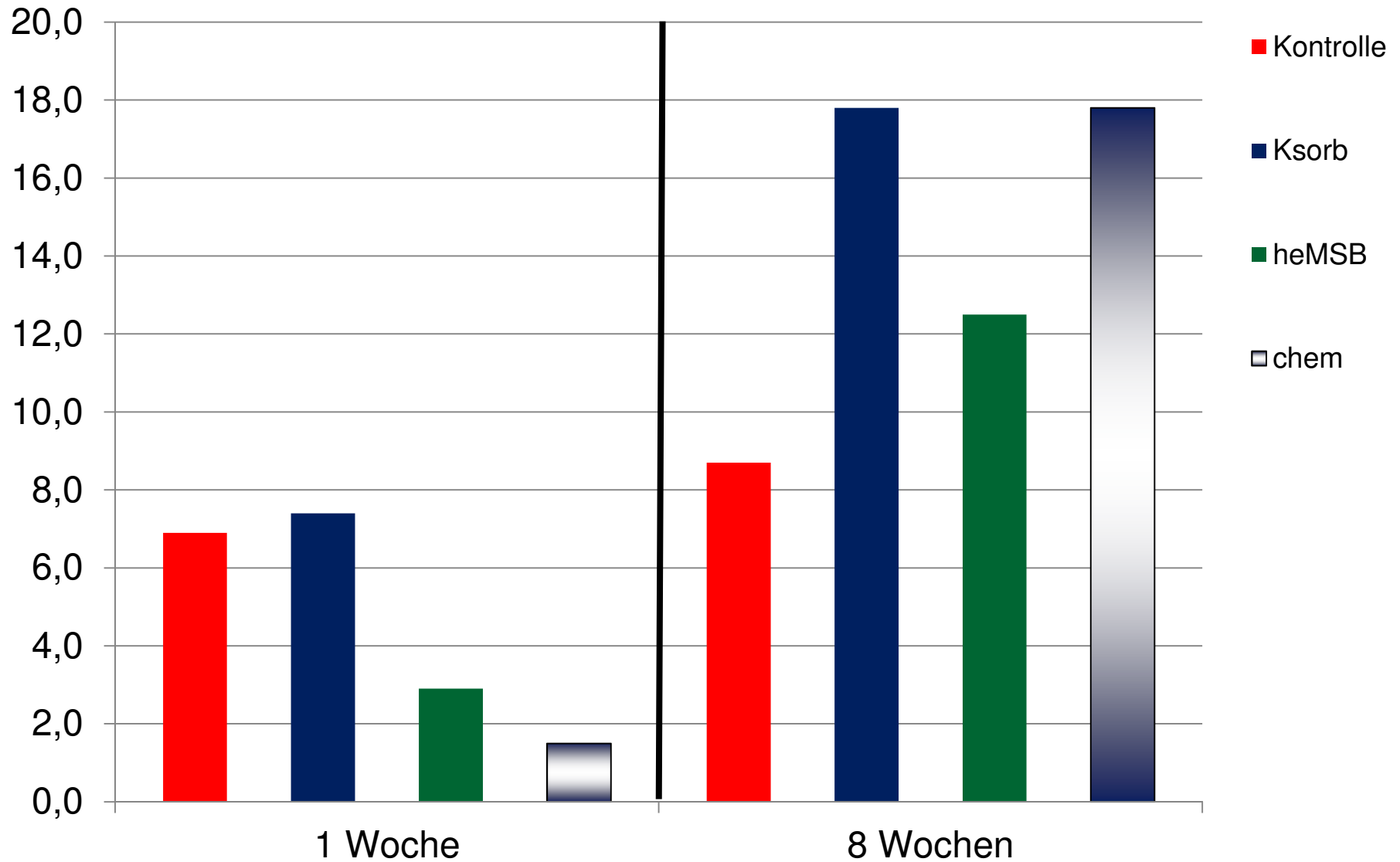
- unmittelbares Verschließen der Siloanlage nach dem Beenden des Verdichtens
 - Reduktion der Hefenpopulation im Silo
- Verwendung von Unterziehfolie und Deckfolie
- Siloschutznetze gegen Beschädigung durch Tiere und Vögel
- **Mindestlagerdauer von 7 Wochen nicht unterschreiten;**
 - insbesondere bei der Verwendung von heMSB

Silerversuch zum Effekt der Lagerdauer auf die aerobe Stabilität

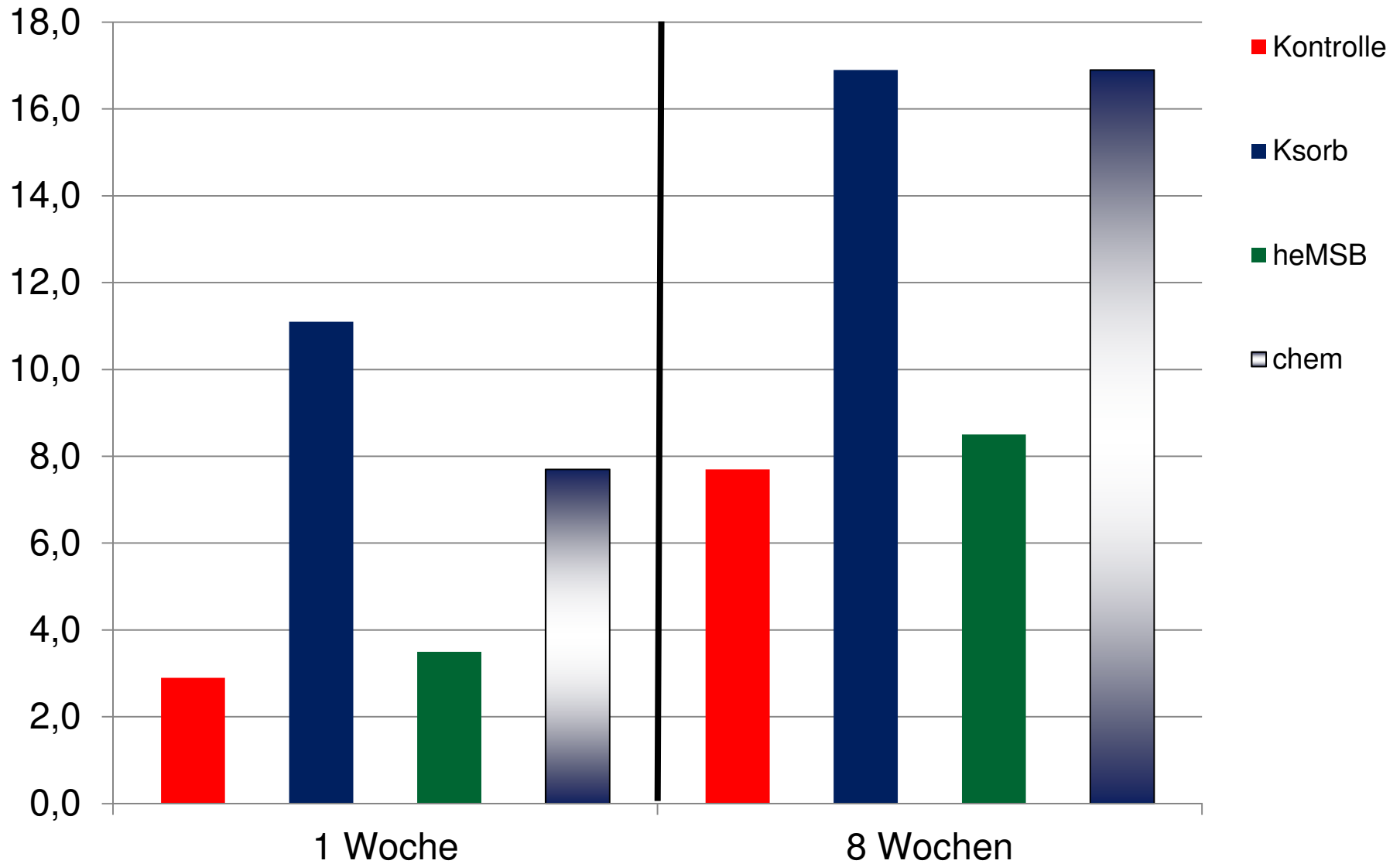
Versuchsaufbau:

- **Silomais in drei unterschiedliche Abreifestufen:**
 - 30 % TM
 - 35 % TM und
 - 39 % TM
- **jeweils zwei Lagerdauern:**
 - 1 Woche
 - 8 Wochen
- **jeweils 4 Varianten:**
 - unbehandelte Kontrolle; (Kontr.)
 - Kaliumsorbat (400g / t FM); (Ksorb)
 - biologisches Siliermittel mit dem DLG-Gütezeichen in WR 2
(1g / t FM); (heMSB)
 - chemisches Mittel (NaBenz + NaProp) (3,5l / t FM); (Chem); DLG WR 2

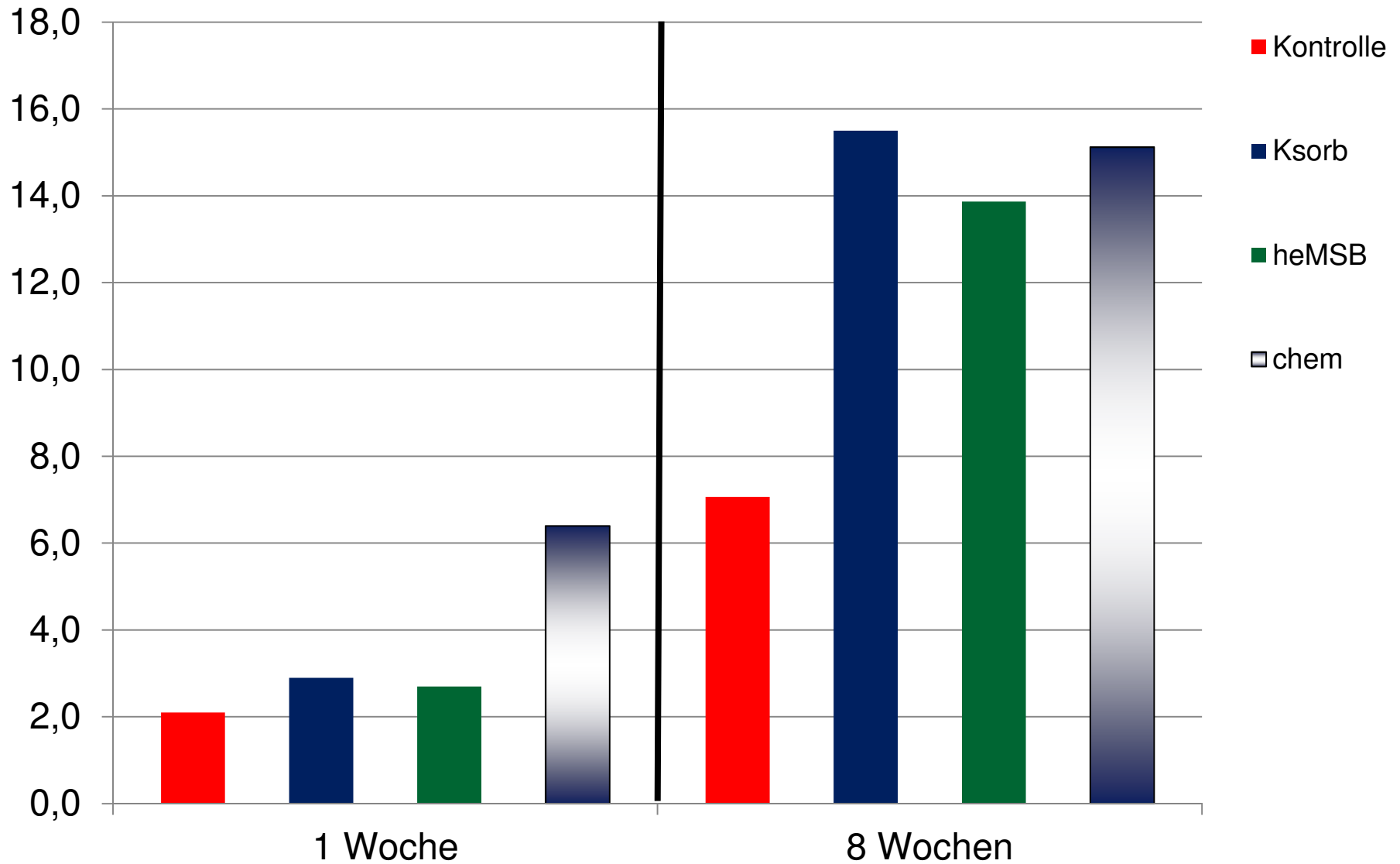
Ergebnisse 30 % TM: Aerobe Stabilität; 1 und 8 Wochen



Ergebnisse 35 % TM: Aerobe Stabilität; 1 und 8 Wochen



Ergebnisse 39 % TM: Aerobe Stabilität; 1 und 8 Wochen



Zusammenfassung:

- **deutliche Verbesserung der aeroben Stabilität bei längerer Lagerdauer**
- die Behandlungen zeigen deutliche Wirkung bei längerer Lagerdauer
- indifferentes Bild bei nur einwöchiger Lagerdauer, unabhängig von der Behandlung
- **es besteht weiterer Forschungsbedarf!**

Management bei der Siloöffnung

- Sauerstoffzutritt ist gegeben (21 % Sauerstoff in der Atmosphäre)
- Sauerstoff aktiviert Mikroorganismen wie Hefen und Schimmelpilze die sich stark vermehren und zu Nacherwärmung mit anschließender Verschimmelung führen
- Sauerstoffbedarf von Schimmelpilzen um Stoffwechsel betreiben zu können: **weniger als 1% in der Atmosphäre !!!!**
- Eindringtiefe des Sauerstoffs in die Silomiete selbst bei ausreichender Verdichtung: **1 Meter**

Management bei der Siloöffnen

- Hauptwindrichtung bei der Anlage der Silomiete beachten
- stark lockernde Entnahme bewirkt eine Erhöhung des Porenvolumens und damit eine Erhöhung des Risikos der Nacherwärmung
- glatte, nicht gelockerte Anschnittsflächen
- bei Starkwind kann sich so die Eindringtiefe des Sauerstoffs in den Futterstock auf 3 -5 Meter erhöhen
- **wo möglich:**

bei hohen Windgeschwindigkeiten Anschnittsfläche verschließen

Auswirkungen der Nacherwärmung:

- Nacherwärmung bedeutet Energieverlust
- Nacherwärmung geht einher mit Schimmelwachstum
 - Schimmelpilze produzieren Giftstoffe
 - bei hohen Pilzgiftgaben möglicherweise negative Beeinflussung der Fermenter-Biologie

Einsatz von Siliermitteln

Einsatz von Siliermitteln:

Versuch zum Effekt von Siliermitteln auf die Biogasausbeute

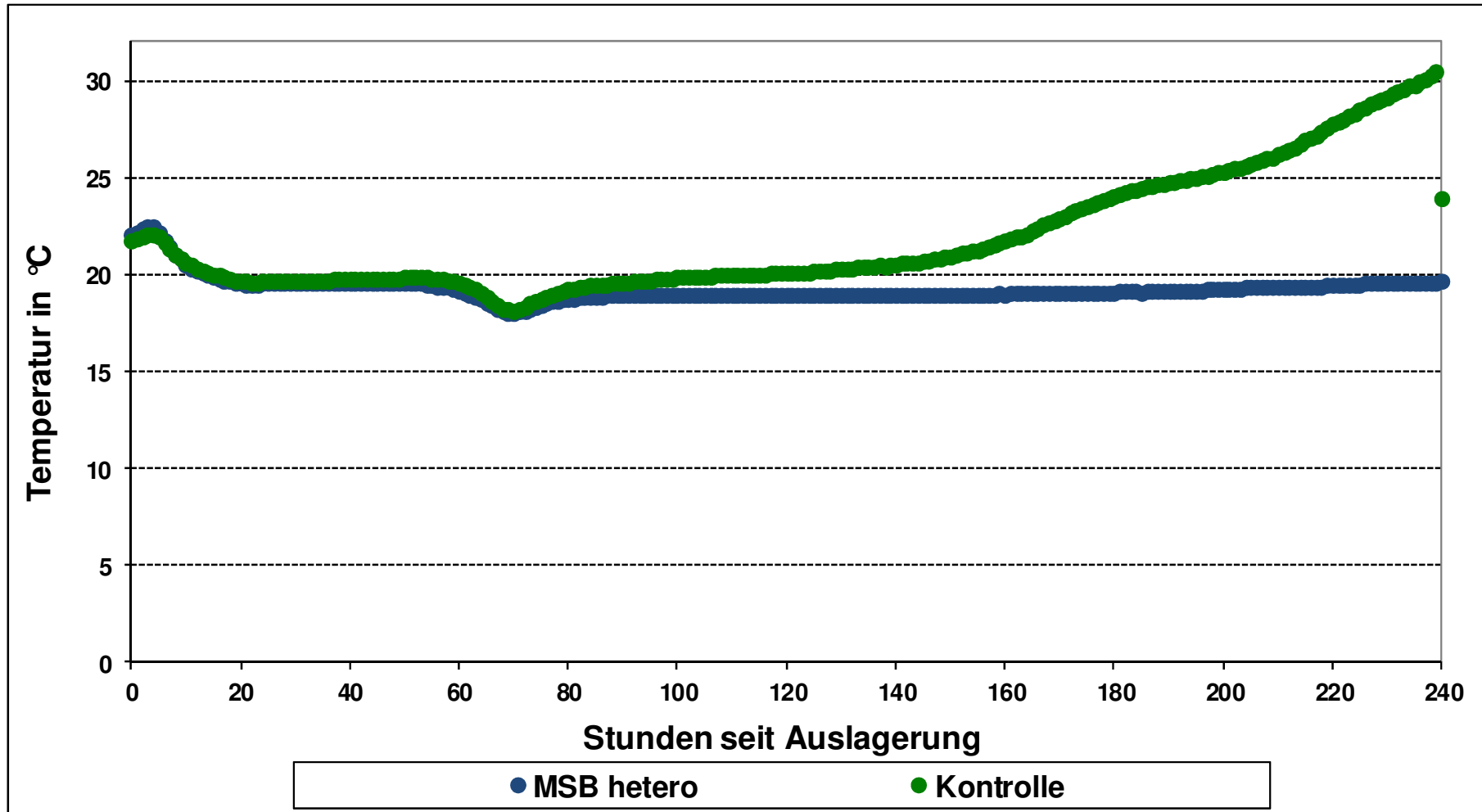
- von Dr. Hansjörg Nußbaum vom LAZBW Aulendorf (BW)

- heterofermentative Milchsäurebakterien zur Verbesserung der aeroben Stabilität

Ermittlung der Biogaserträge mittels Hohenheimer-Biogas-Test (HBT)

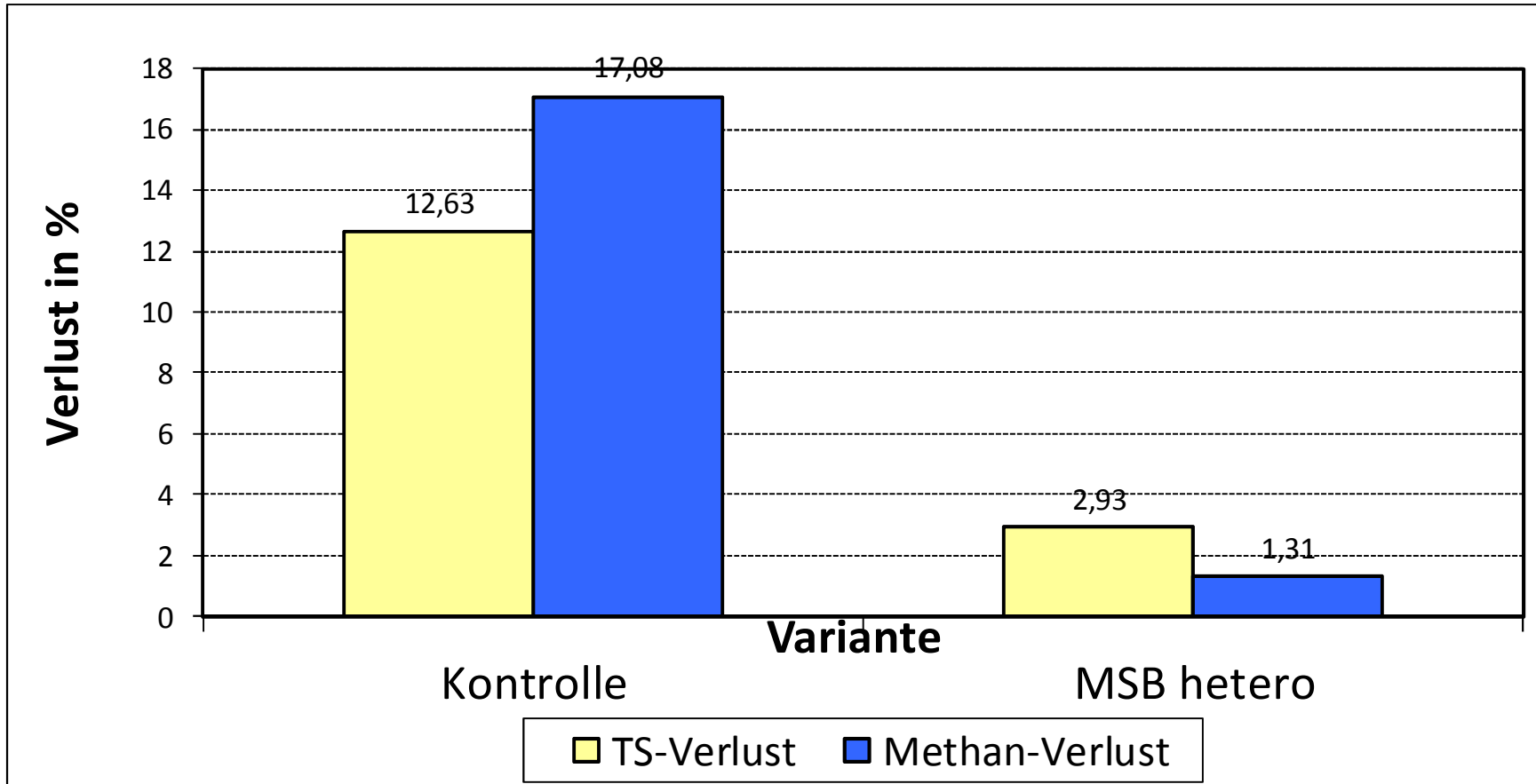
Substratbedarf:

Anlagengröße in KW	400
Volllaststunden der Biogasanlage	8000
benötigte KWh	3.200.000
KWh el/ m ³ CH ₄	3,85
benötigter Methanertrag [Nm ³ /Jahr]	832.000
davon aus Mais (Maisanteil: 70%) [Nm ³ /Jahr]	582.400
Ertrag t Frischmasse (FM) /ha	45
m ³ CH ₄ / t FM (52% Methangehalt im Biogas)	104
m³ CH₄ / ha (52% Methangehalt)	4.680



Temperatur der Silagen mit 49 Tagen Silierdauer im ASTA

TM- und Methanverluste durch Nacherwärmung



Nußbaum 2012

Reduzierung der Methanverluste durch MSB hetero
von absolut 17 % auf absolut 1,3 %

Wirtschaftlichkeit von Siliermitteln:

Verlusteffekte durch Nacherwärmung:

- 17,08 % Methanverlust bei Nichtbehandlung
- 1,31 % Methanverlust beim Einsatz von **heMSB**
 - $17,08 - 1,31 = 15,77$ % weniger Methanverlust

- 15,77% von $4680 \text{ Nm}^3 / \text{ha}$ = 738 Nm^3
- $738 \text{ Nm}^3 \times 3,85 \text{ KWh el} / \text{m}^3$ = $2841,3 \text{ KWh}$

- $2841,3 \text{ KWh} \times 0,195 \text{ €}$ = $554,05 \text{ € (/ha)}$

Mittelkosten: $45\text{t/ha} \times 0,85 \text{ €/t}$ = $38,25 \text{ €}$
+ $515,80 \text{ €}$

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!!!**

Dr. Klaus Hünting
Versuchsassistent Futterkonservierung
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft
Haus Riswick
Eisenpaß 5
D - 47533 Kleve
Tel.: +49 (0) 2821 996 195
klaus.huenting@lwk.nrw.de

27.03.2015

37

Wir führten die Entwässerungsarbeiten