

# ***Aufbereitung und Lagerung von Zuckerrüben zur Vergärung in Biogasanlagen***



**Dr. Waldemar Gruber, Dr. Arne Dahlhoff, Landwirtschaftskammer NRW**

Gefördert von

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen**



# Durchführung der Versuche...

- Erntetermin 10.10.2012
- Lagerung unter Rübenvlies
  - Dauer > 1 Woche
  - Rüben trocknen ab
  - Reinigungsleistung erhöht sich



- Verfahren standortabhängig
  - Reinigungsleistung bei der Trockenreinigung abhängig von der Vorbehandlung (Abdeckung!)



## **Schmutzanteil:**

Vor Trockenreinigung:	6,2%
Nach Reinigungsband:	1,3%
oTS-Anteil Schmutz:	23%



Variante 1:  
Silierung von Zuckerrüben in CCM



## Variante 2: Silierung von ganzen Zuckerrüben





- Einlagerung am 22.11.2012
- Eingelagerte Masse: 276.122 kg
- Auskleidung der Fahrsilokammer mit Silofolie „rundherum“
- Strohmatte (gehäckseltes Stroh) zum Schutz der Folie und zum Aufsaugen von Flüssigkeit



## Variante 3: Silierung von Rübenmus





# Ergebnisse der Laboruntersuchungen ...

# Versuch 2013 "Gebröckelte Rüben in Lieschkolbenschrot"

	Gesamtmasse [kg]	TSk [kg]	kg o.TM [kg]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg TSK]
Einsilierte Masse	183280	84925	82964	728
Ausgelagerte Masse	167220	72176	68854	715
Lagerverlust	16060	12748	14110	13
Lagerverlust	8,8%	15,0%	17,0%	1,8%
	Biogas [m <sup>3</sup> ]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg FM]	Biogas [m <sup>3</sup> ]	CH4 [ m <sup>3</sup> ]
Einsilierte Masse	61791	342	62611	32040
Ausgelagerte Masse	51588	309	51608	27066
Lagerverlust	10203	33	11003	4973
Lagerverlust	16,5%	9,7%	17,6%	15,5%

	Gesamtmasse [kg]	TSk [kg]	kg o.TM [kg]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg TSK]
Einsilierte Masse	153690	39698	37393	678
Ausgelagerte Masse	115060	21781	18559	629
Saftaustritt	19455	1634	1564	715
Saftaustritt	12,7%	4,1%	4,2%	105,5%
Lagerverlust	38630	17917	18834	49,2
Lagerverlust	25,1%	45,1%	50,4%	7,3%
	Biogas [m <sup>3</sup> ]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg FM]	Biogas [m <sup>3</sup> ]	CH4 [ m <sup>3</sup> ]
Einsilierte Masse	26915	175	26896	13458
Ausgelagerte Masse	13696	121	13911	7643
Saftaustritt	1168	60	1167	593
Saftaustritt	4,3%	34,3%	4,3%	4,4%
Lagerverlust	13220	54,1	12985,0	5815
Lagerverlust	49,1%	30,9%	48,3%	43,2%

Versuch 2013 "Rübenmus"				
	Gesamtmasse [kg]	TSk [kg]	kg o.TM [kg]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg TSK]
Einsilierte Masse	33160	8356	7560	678
Ausgelagerte Masse	36220	6136	5136	624
Lagerverlust	-3060	2221	2424	54
Lagerverlust	-9,2%	26,6%	32,1%	7,9%
	Biogas [m <sup>3</sup> ]	Biogas [m <sup>3</sup> N/kg FM]	Biogas [m <sup>3</sup> ]	CH4 [ m <sup>3</sup> ]
Einsilierte Masse	5666	163	5405	2833
Ausgelagerte Masse	3830	108	3903	2254
Lagerverlust	1836	55	1502	578
Lagerverlust	32,4%	33,9%	27,8%	20,4%

- Untersuchungen von Weißbach (2009) beschreiben, dass bei der Silierung gestapelter Rüben die Gefahr des Lufteintrittes in die Zwischenräume der Rübenkörper sehr groß ist.
- Auch sind die Zwischenräume nach der Einlagerung der Rüben mit Luft gefüllt. Dies führt zu einer verlangsamten Aktivität der Milchsäurebakterien.
- Durch aerobe Verhältnisse entstehen Schimmelpilze, Hefen und andere Mikroorganismen, welche die organische Masse umzusetzen.
- Milchsäure ist für eine zügige und vollständige Silierung der Erntegüter verantwortlich. Eine zu langsame oder zu geringe Milchsäurebildung führt zu Lagerverlusten. Im Rübenmus lagen die Milchsäuregehalte über den Werten der ganzen silierten Zuckerrüben

- Die Untersuchungen der organischen Säuren und Alkohole ergaben die höchsten Werte von Essigsäure in den silierten Rüben.
- Essigsäure kann sowohl während der Silierung über Essigsäurebakterien entstehen als auch bei dem Abbau von Ethanol unter aeroben Bedingungen.
- Da in den silierten Rüben die Milchsäure gegenüber den anderen Varianten relativ niedrig ist, nähert dies die Vermutung, dass durch Lufteintritt aerobe Abbauprozesse stattfanden und dies die hohen Lagerverluste mit begründet.
- Hefepilze können mit und ohne Sauerstoff in einer Silage aktiv sein. Die alkoholische Gärung ist mit wenig, die Nacherwärmung mit hohen Energieverlusten verbunden.

## Verlust des Methanbildungspotentials 2013

<b>Rübenmus Container</b>		<b>ganze Zuckerrüben siliert</b>	
<b>Ø Lagerverlust 0- 90 cm</b>	22,3%	<b>Ø Lagerverlust 0- 180 cm</b>	43,2%
<b>Lagerverlust 0 - 30 cm</b>	50,8%	<b>Lagerverlust 0 - 30 cm</b>	49,8%
<b>Lagerverlust 30 - 60 cm</b>	9,1%	<b>Lagerverlust 80 - 110 cm</b>	41,8%
<b>Lagerverlust 60 - 90 cm</b>	1,8%	<b>Lagerverlust 110 - 180 cm</b>	41,7%

- die Aussagekraft hinsichtlich der Lagerverluste wird hoch eingeschätzt, da komplette Massenbilanzen erstellt wurden
- die Gestaltung der Lagerstätten hat einen erheblichen Einfluss auf die Lagerverluste von Zuckerrüben

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

