

# Ganzrüben in der Monosilierung – Erfahrungen und Ausblick

**Dr. Andreas von Felde, KWS SAAT AG**

Informationsveranstaltung Zuckerrüben in der Biogaspraxis  
18.09.2013 Soltau



Seeding the future  
since 1856



# Biogas in Deutschland derzeit....



# Energiepflanze Rübe



## **Vorzüge:**

- Hohe Trockenmasseerträge
- Sehr hohe Flächeneffizienz
- Schnelle Umsetzbarkeit
- Steigerung der Biogasanlagenleistung



# Auszug BGA mit Rübenaktivitäten



Summe BGA: 5.020  
mit Rüben-Potenzial [in kW]

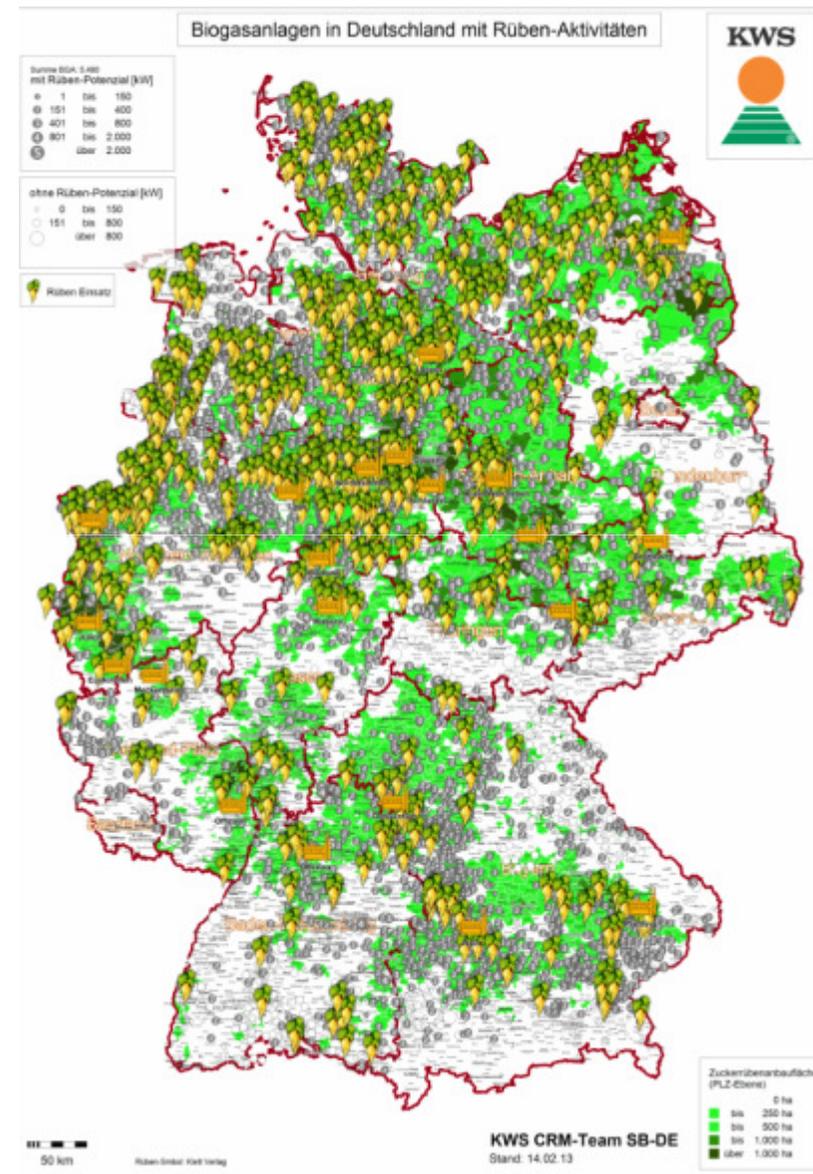
|   |      |       |
|---|------|-------|
| 1 | bis  | 150   |
| 2 | bis  | 400   |
| 3 | bis  | 800   |
| 4 | bis  | 2.000 |
| 5 | über | 2.000 |

ohne Rüben-Potenzial [in kW]

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 0    | bis | 150 |
| 151  | bis | 800 |
| über |     | 800 |



| Ganze Rübe           |    | Rübenbrei                                   |    |
|----------------------|----|---|----|
| Erdbecken, befahrbar | 7  | Erdbecken                                   | 16 |
| Fahrsilo             | 30 | Edelstahlsilo, Betonsilo, emailliertes Silo | 19 |



Stand 21.2.2012

# Aufbau einer Fahrsilolagerung für Rüben mit günstiger seitlicher Folienwand, 2011



# 2011: Einlagerung von 5000 t Rüben im Nov. 2011 (von 56 ha !)



- Bedarf der Wäsche wegen hohem Steinbesatz
- 89 t/ha Ertrag von Sandböden (20 ha unter Beregnung)
- Vollständige Aufnahme und Verwertung des Rübensaftes
- Benchmark Maissilage ( $\sim 10,00$  €/t) angestrebt
- Ziel: 10% Verlust an Energie



# Vorbereitungen am Rübensilo









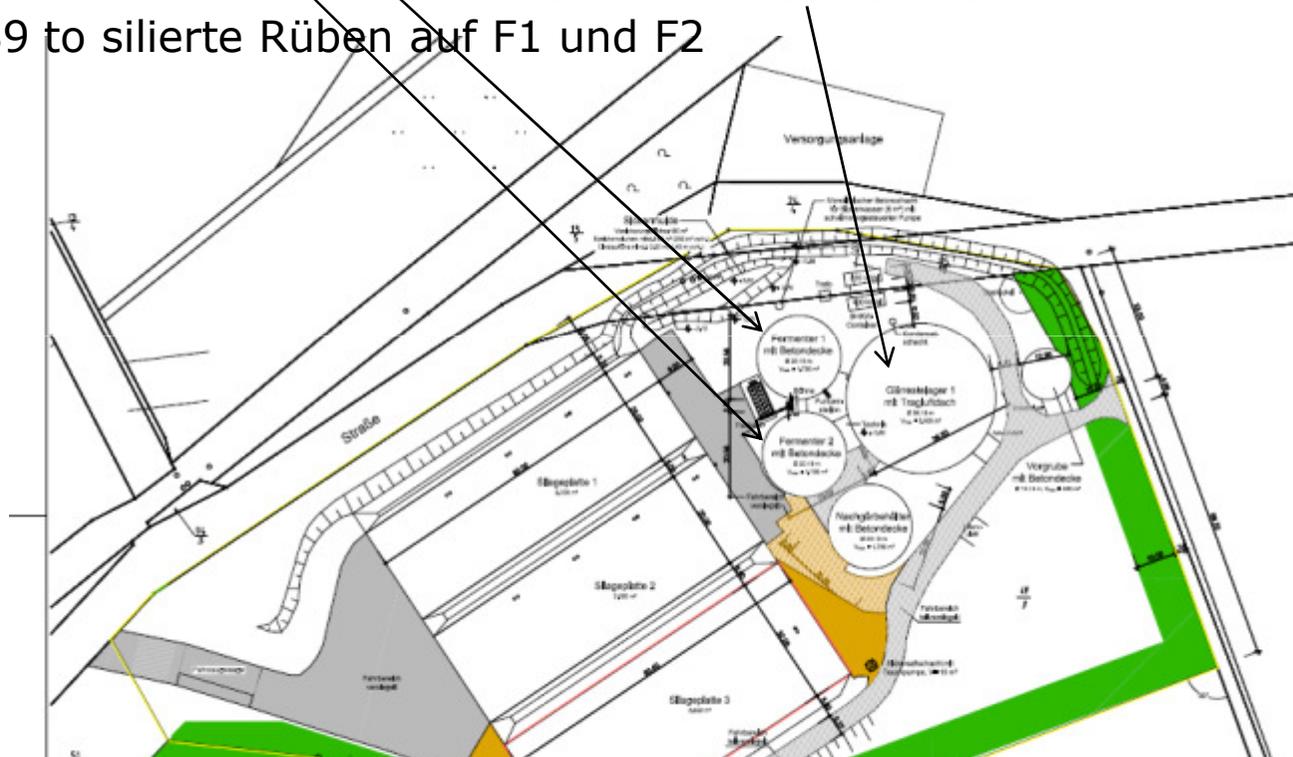


# Kosten der Kampagne 2011/12 in Harmelingen

|                    | ZR 2011 (Ist 4985 to) |
|--------------------|-----------------------|
|                    | €/to                  |
| Silo               | 1,08                  |
| Ernte              | 3,8                   |
| Laden              | 2,45                  |
| Transport          | 4,5                   |
| Rübenwäsche, Miete | 3                     |
| Wasserbeschaffung  | 2,5                   |
| VDW Bröckler       | 1                     |
| Folie und Zudecken | 0,42                  |
| Wasserentsorgung   | 2,5                   |
| <b>gesamt:</b>     | <b>21,25</b>          |

# Rübenfrischmasse-Bilanz in der Biogasanlage, Kampagne 11/12 (Praxisdaten)

- 768 to Sickersaft auf F1
- 768 to Sickersaft auf F2
- 487 to Sickersaft auf das Gärproduktelager (Kalt)
- 2689 to silierte Rüben auf F1 und F2



4767 to verfüttert von 4985 to Einlagerung  
Entspricht etwa 6% Verlust an Frischmasse; ca. 170 m<sup>3</sup> Biogas je to Einlagerung

# Wirkung des Sickersaftes im Gärrestelager

- Abbau der Säurefracht im Endlager EL vollständig vollzogen ohne Rezirkulation

**Biogasanlage**  
 Bioenergie Harmelingen  
 Andreas von Felde  
 Carsten Weseloh  
 beh2010@gmx.de  
 andreasvon.felde@ewetel.net

Tel. 0421 – 32 14 34  
 Fax 0421 – 32 14 36  
 eMail info@biogasberatung.de

Tabellarische Aufstellung der Analyseergebnisse:

| Datum    | Fer-<br>menter | pH-<br>Wert | org. Säuren<br>mg/L | TS<br>% | NH <sub>4</sub> -N<br>mg/L | Leitfähigkeit<br>mS/cm | Wechsel-<br>parameter     |
|----------|----------------|-------------|---------------------|---------|----------------------------|------------------------|---------------------------|
| 20.12.11 | 1              | 7,63        | 1.610               | 7,61    | 2.160                      | 13,7                   |                           |
| 20.12.11 | 2              | 7,76        | 1.380               | 7,14    | 2.130                      | 14,0                   | FOS/TAC = 0,35            |
| 20.12.11 | Endl.          | 7,01        | 7.510               | 5,64    | 2.260                      | 13,8                   | Ionenchr. : FOS/TAC = 1,0 |
| 03.01.12 | 1              | 7,60        | 2.270               | 7,75    |                            | 13,7                   | FOS/TAC = 0,50            |
| 03.01.12 | 2              | 7,68        | 2.030               | 7,42    |                            | 13,8                   |                           |
| 03.01.12 | Endl.          | 7,44        | 5.320               | 5,80    |                            | 13,9                   | Ionenchr.                 |
| 10.01.12 | 1              | 7,59        | 2.050               | 7,69    |                            | 13,5                   | FOS/TAC = 0,43            |
| 10.01.12 | 2              | 7,67        | 2.110               | 7,58    |                            | 13,2                   | Ionenchr.                 |
| 24.01.12 | 1              | 7,61        | 4.000               | 9,20    | 2.330                      | 13,3                   | FOS/TAC = 0,55            |
| 24.01.12 | 2              | 7,62        | 3.920               | 8,74    | 2.320                      | 12,9                   | Ionenchr.                 |
| 24.01.12 | Endl.          | 7,45        | 4.260               | 6,07    | 2.340                      | 13,7                   | Ionenchr.                 |
| 07.02.12 | 1              | 7,65        | 3.230               | 8,93    |                            | 13,8                   |                           |
| 07.02.12 | 2              | 7,65        | 3.610               | 8,46    |                            | 13,3                   |                           |
| 07.02.12 | NG             | 7,81        | 1.160               | 5,80    | 3.080                      | 15,5                   |                           |

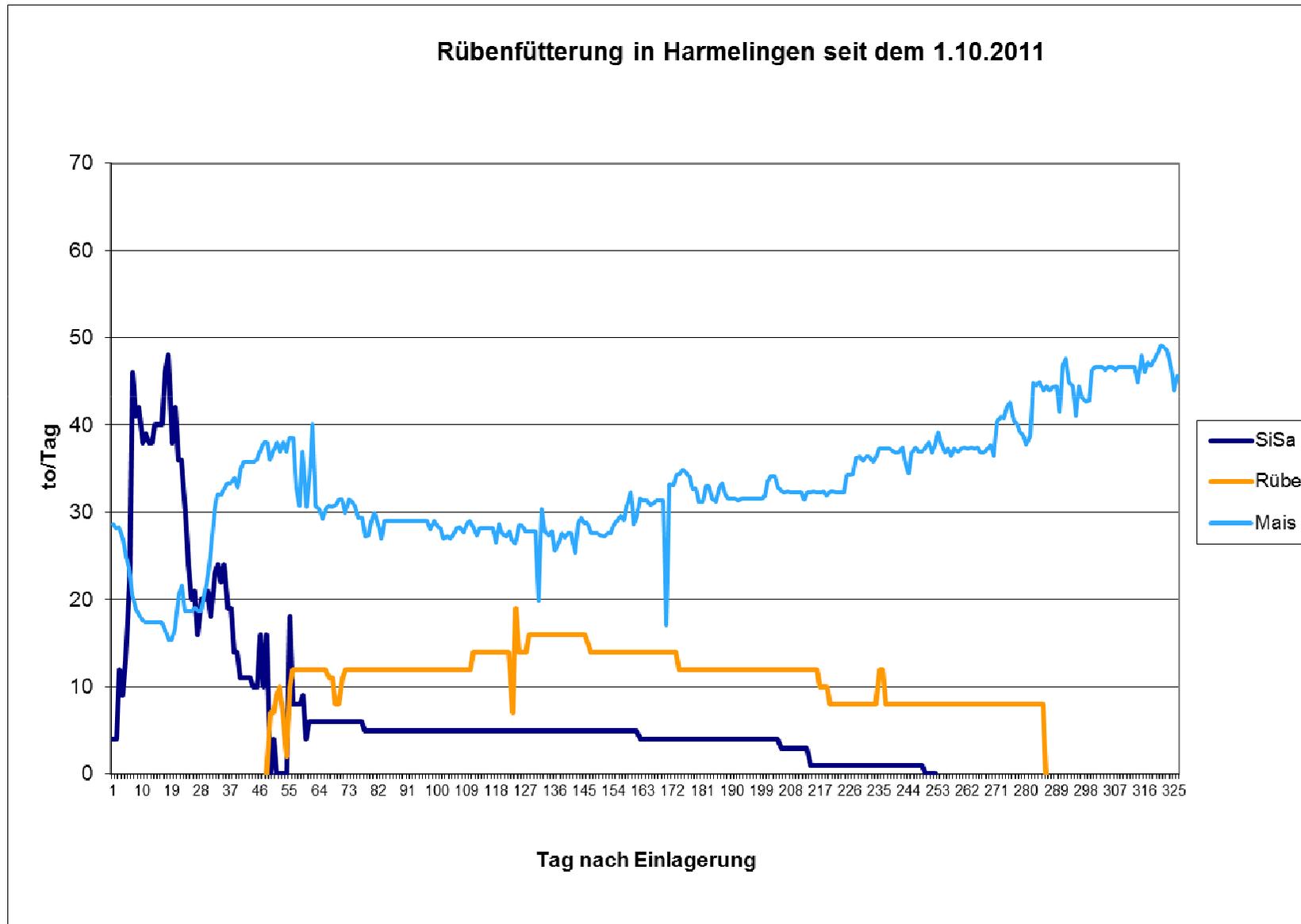
**Biogasanlage**  
 Bioenergie Harmelingen  
 Andreas von Felde  
 Carsten Weseloh  
 beh2010@gmx.de  
 andreasvon.felde@ewetel.net

Tel. 0421 – 32 14 34  
 Fax 0421 – 32 14 36  
 eMail info@biogasberatung.de

Tabellarische Aufstellung der Analyseergebnisse:

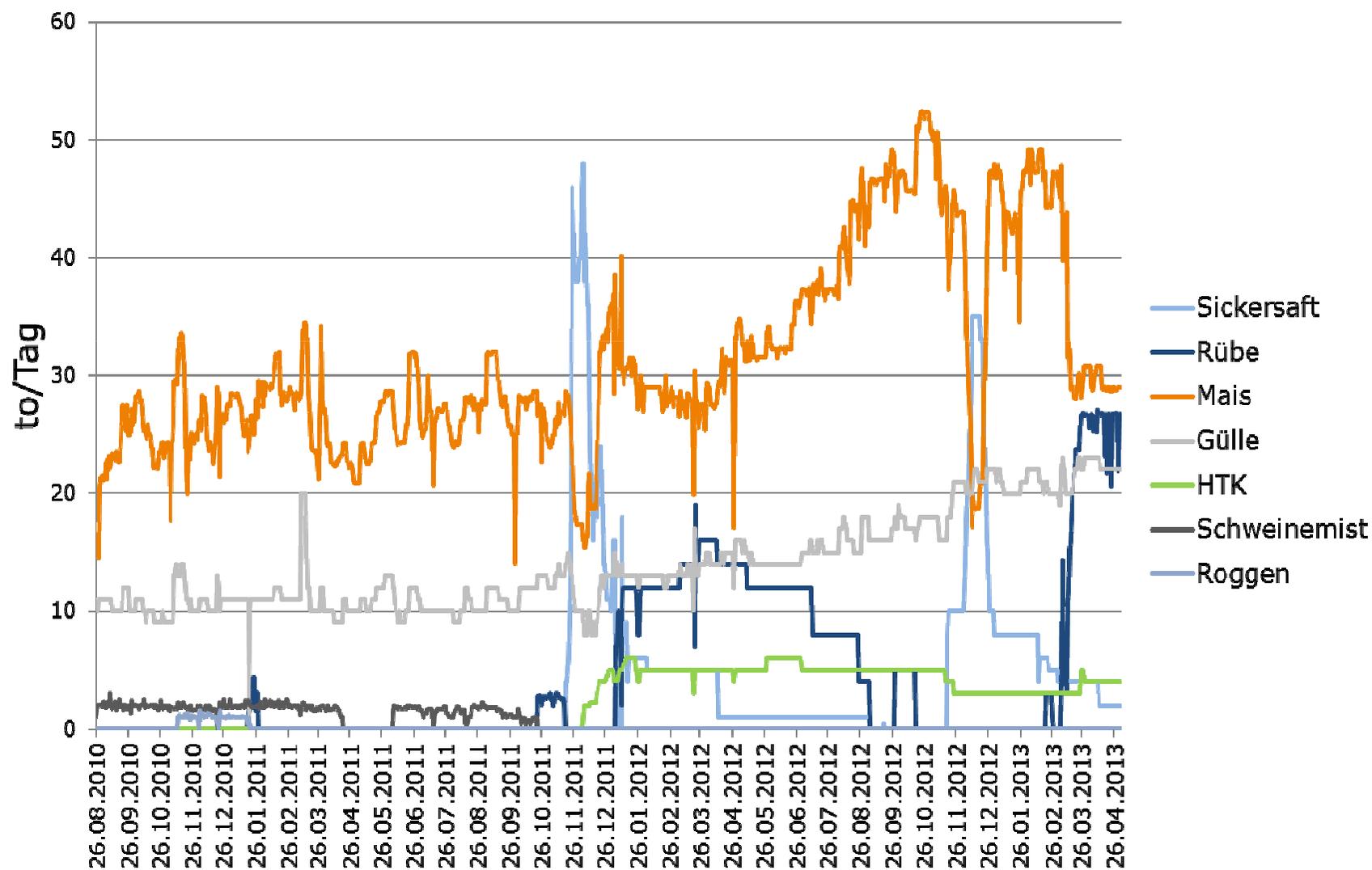
| Datum    | Fer-<br>menter | pH-<br>Wert | org. Säuren<br>mg/L | TS<br>% | NH <sub>4</sub> -N<br>mg/L | Leitfähigkeit<br>mS/cm | Wechsel-<br>parameter |
|----------|----------------|-------------|---------------------|---------|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| 28.02.12 | 1              | 7,71        | 1.550               | 8,03    |                            | 12,3                   |                       |
| 28.02.12 | 2              | 7,72        | 1.620               | 8,24    |                            | 12,6                   |                       |
| 28.02.12 | NG             | 7,78        | 1.120               | 6,53    | 2.780                      | 15,0                   |                       |
| 28.02.12 | EL             | 7,75        | 450                 | 6,06    | 1.870                      | 13,9                   | Ionenchr.             |
| 27.03.12 | 1              | 7,75        | 590                 | 8,76    | 2.660                      | 12,7                   | FOS/TAC = 0,26        |
| 27.03.12 | 2              | 7,76        | 550                 | 9,27    | 2.630                      | 12,6                   | Ionenchr.             |
| 27.03.12 | NG             | 7,80        | 410                 | 6,93    | 3.010                      | 15,3                   |                       |
| 17.04.12 | 1              | 7,78        | 820                 | 9,02    |                            | 13,7                   | FOS/TAC = 0,27        |
| 17.04.12 | 2              | 7,74        | 900                 | 9,09    |                            | 13,2                   | FOS/TAC = 0,28        |
| 17.04.12 | NG             | 7,92        | 750                 | 6,85    |                            | 17,3                   |                       |
| 12.06.12 | 1              | 7,95        | 710                 | 9,06    | 2.780                      | 13,1                   |                       |
| 12.06.12 | 2              | 7,99        | 570                 | 8,81    | 2.760                      | 11,6                   |                       |
| 12.06.12 | NG             | 7,89        | 680                 | 7,41    | 3.300                      | 16,8                   |                       |
| 12.06.12 | VG             | 6,90        | 8.070               | 6,49    | 2.630                      | 12,8                   |                       |

# Entwicklung von Sickersaft und Silierrüben 2011/2012 (5000 to gewaschen)

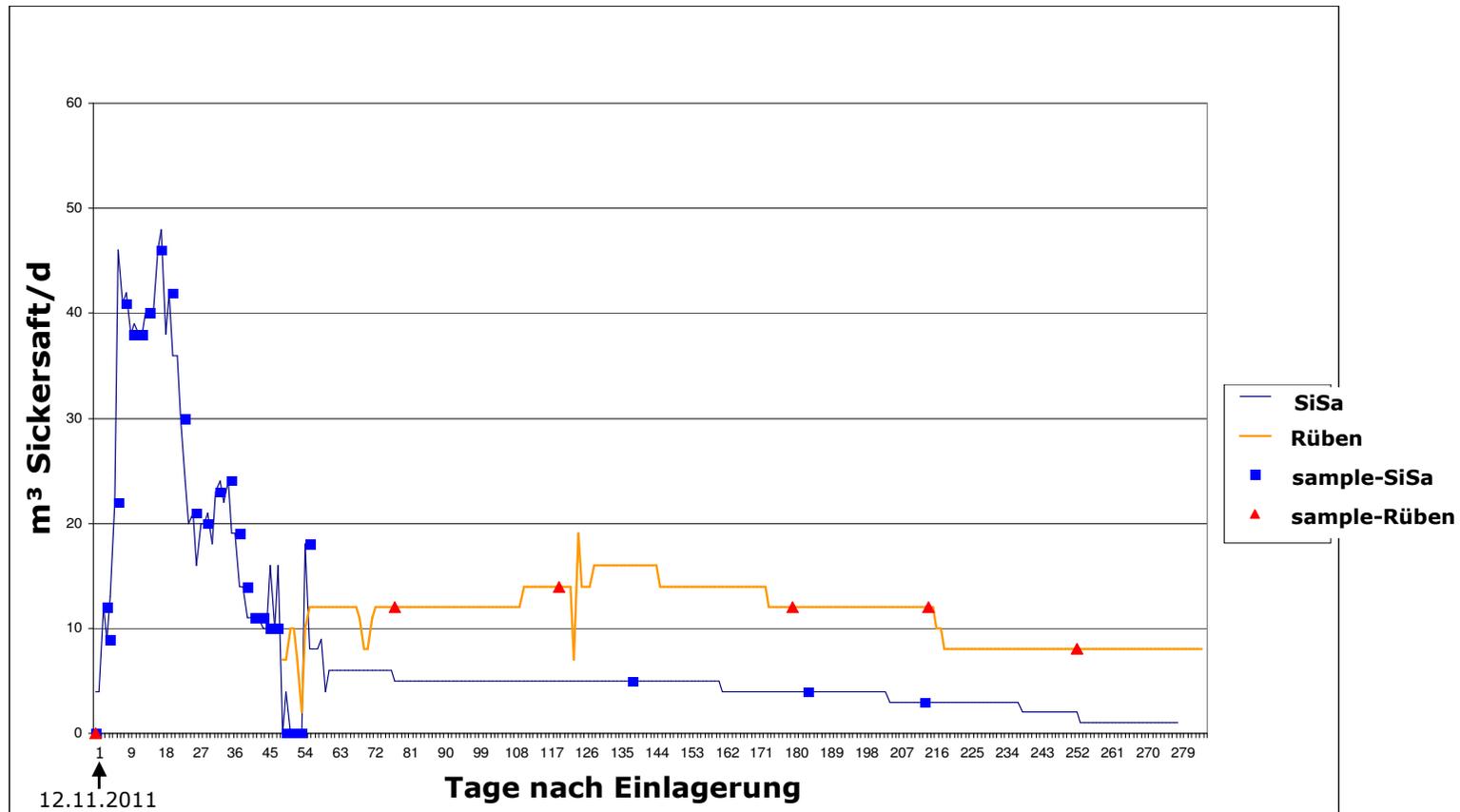


# Substratübersicht nach annähernd 3 Jahren Anlagenbetrieb

## Substratfütterung der BGA Harmelingen seit 2010



# Probennahmeraster zur Bestimmung der Qualitätseigenschaften

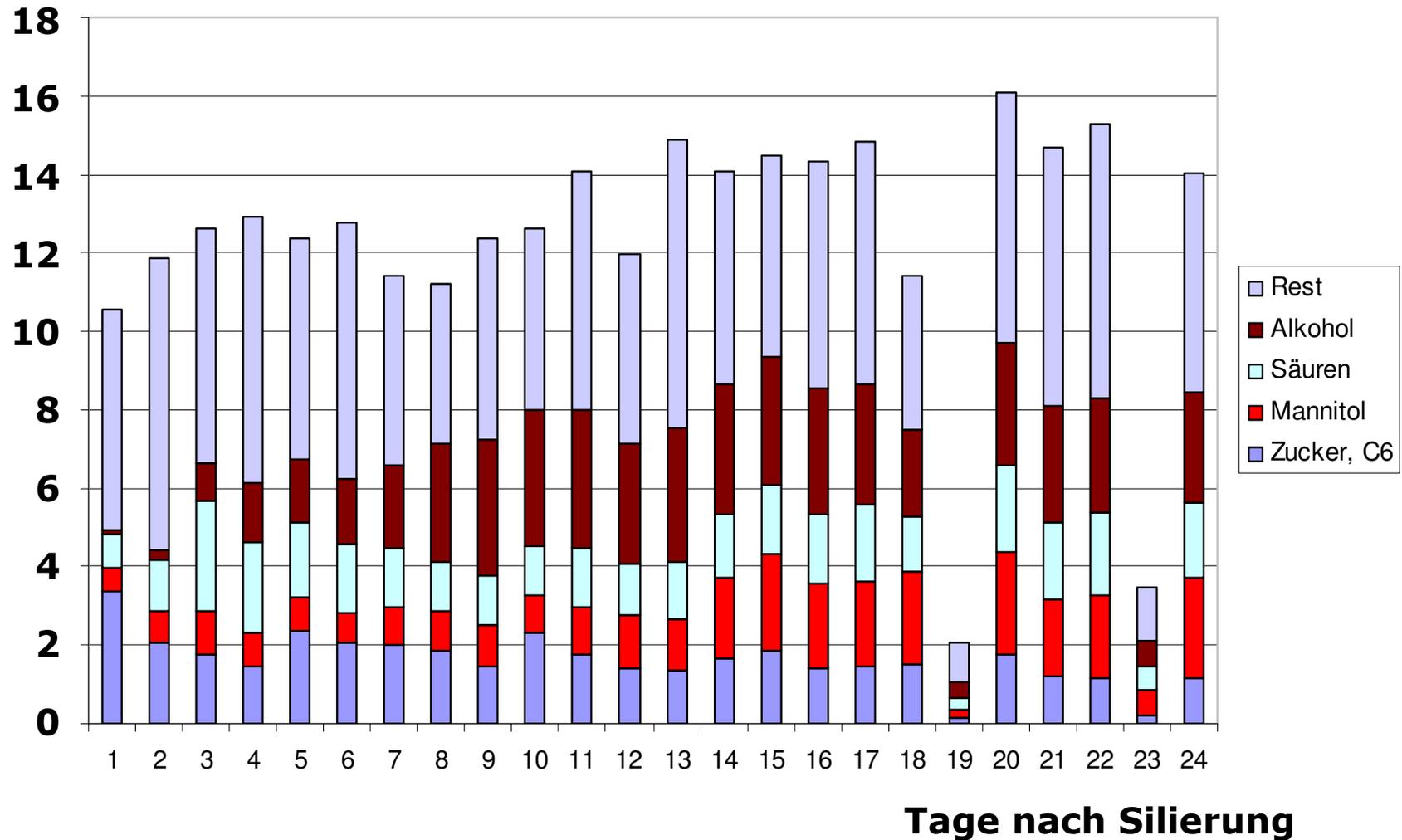


\* (4985 to ZR, 10 Monate Lagerung)

# Rüben-Sickersaftqualitäten 2011 (Ganzrübe gewaschen)



## TM in %, korrigiert auf flüchtige Substanzen



# Analytik silierter Rüben

## Versuch:

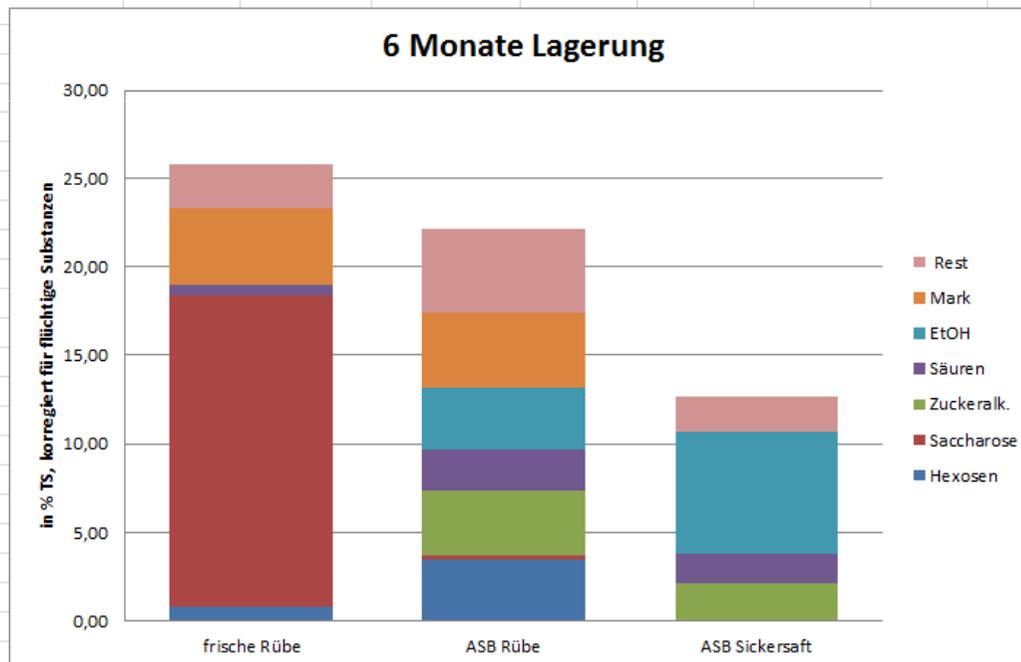
### 6 Monate Lagerung bei Aussentemperatur (April - Oktober)

(Versuche wurden in Labormaßstab durchgeführt = 60 kg Ansätze)

| Probe          | in % auf Frischmasse |            |            |        |      |      |         |      | (unbekannt) |
|----------------|----------------------|------------|------------|--------|------|------|---------|------|-------------|
|                | Hexosen              | Saccharose | Zuckeralk. | Säuren | EtOH | Mark | TS corr | Rest |             |
| frische Rübe   | 0,80                 | 17,6       | 0,00       | 0,55   | 0,01 | 4,30 | 25,79   | 2,53 |             |
| ASB Rübe       | 3,45                 | 0,25       | 3,69       | 2,25   | 3,54 | 4,20 | 22,16   | 4,78 |             |
| ASB Sickersaft | 0,00                 | 0          | 2,13       | 1,66   | 6,86 | 0,00 | 12,65   | 2,00 |             |

| End-pH Werte   |     |
|----------------|-----|
| Probe          | pH  |
| ASB Rübe       | 3,7 |
| ASB Sickersaft | 3,5 |

ASB = mit Wasser behandelte Rüben (Kontrolle), getaucht



## Gesamtbetrachtung der Rüben-Kampagne 2011/12

4985 to Einlagerung in der Ernte:

2023 m<sup>3</sup> Sickersaft

+

2689 to silierte Rüben

mit 120 m<sup>3</sup> Biogas/m<sup>3</sup> SiSa

mit 171 m<sup>3</sup> Biogas/to

= 242.760 m<sup>3</sup> Biogas

= 459.819 m<sup>3</sup> Biogas

**Gesamt: 702.579 m<sup>3</sup> Biogas**

**Auf die eingelagerte Rübenmenge entstanden so 140 m<sup>3</sup> Biogas/to Rübe mit 23% TS.**

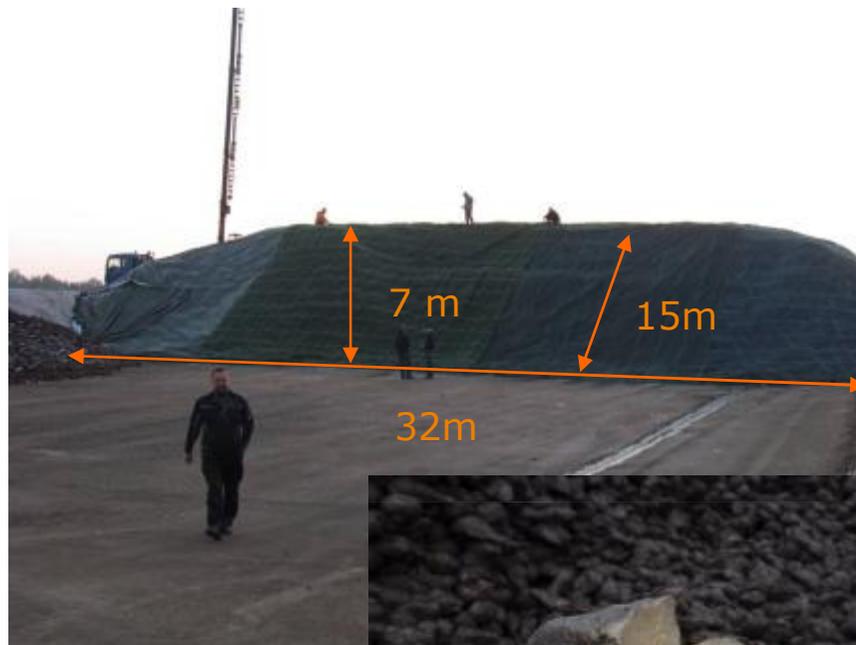
**Da das Biogasertragspotenzial der frischen Rübe mit 160m<sup>3</sup> anlag entspricht dies einem Energieverlust von 12,5%.**

## Rübenfütterung nach 5 Monaten Lagerung

- 1000 t Silierrüben bereits verfüttert
- Gasertrag von über 170m<sup>3</sup> bei 55% Methangehalt
- Starke Verdichtung der Rüben nach der 7m hohen Einlagerung auf nun etwa 3,5m
- Hierdurch guter Verschluss in der Entnahme-**WAND**



# November 2011 bis März 2012.....



- Rübenhaufen mit stehender Entnahmewand
- Halbierung der Rübenhöhe im Stapel
- Stabile Gasproduktion ( $>170 \text{ m}^3$  Biogas je to eingelagerte Rübe)



## Soltau, Rübensilo im Juni 2012



# Rübenlagerung nach 240 Tagen Silierung und bei 30°C Hitze



Am 27. August 2012 – 285 Tage nach Einlagerung sind alle Rüben verfüttert und die Platte gefegt



# Einlagerung 2012



# Einlagerung 2012



# Einlagerung 2012



# Der neue Beet Beater / Keinstein 2012





# Kosten der Kampagne 2012/13 in Harmelingen

| ZR 2012 (Ist 7500 to) |              |
|-----------------------|--------------|
| Silo                  | 1,08         |
| Ernte                 | 3,8          |
| Laden                 | 2,45         |
| Transport (~10km)     | 3,5          |
| Beet Loader           | 1,5          |
| KEinstein             | 1,25         |
| Huning                |              |
| Folie und Zudecken    | 0,42         |
| <b>gesamt:</b>        | <b>13,92</b> |

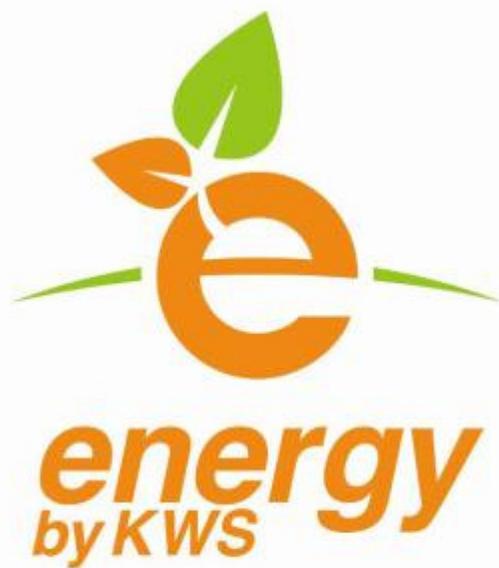
## Fazit

- Das Verfahren der Lagerung und Silierung ganzer Rüben ist technisch mittlerweile etabliert.
- Die Energieverluste nach 10 Monaten und Wäsche der Rüben konnte mit 12,5% ermittelt werden und lag nahe am ausgemachten Zielwert der Betreiber von 10%
- Durch Verzicht auf die Rübenwäsche und Nutzung der Trockenentsteinung konnten die verfahrenskosten hier um mehr als 7 €/to gesenkt werden.
- Weitere Einsparungen in Transport und Laden sind angestrebt.
- Sickersaft kann sowohl in den Fermentern (nach Animpfphase) als auch in den Gärrestlagern vollständig fermentiert werden.
- Der Verzicht auf die Rübenwäsche senkt den SiSa-Anfall spürbar.
- Ein möglichst hoher Anteil frisch zu verfütternder Rüben wird interessant bleiben (Kosten etc.)

Es ist manchmal ein langer Weg, bis ein Ziel erreicht wird, aber...



University of Osnabrück 2011



Seeding the future  
since 1856

