

Eine Frage der Konservierung

Zuckerrüben für die Biogasproduktion lassen sich haltbar machen, wenn sie unzerkleinert in einen Folienschlauch eingebracht und mit einem Siliermittel behandelt werden, wie aktuelle Versuche zeigen.

Von Dr. Andrea Wagner, Maika Scholtissek, Dr. Horst Auerbach, Dr. Carsten Herbes und Prof. Friedrich Weißbach

Zuckerrüben gewinnen zunehmendes Interesse als Energiepflanze. Hoher Flächenertrag und gute Fermentierbarkeit bei der Gewinnung von Biogas sprechen für sie. Erste Erfahrungen in der Praxis haben die schnelle Gasbildung und hohe spezifische Gaserträge bestätigt. Die bestmögliche technische Lösung für ihre Bevorratung und Aufbereitung ist bisher aber noch nicht gefunden.

Rüben sind nun einmal nur begrenzte Zeitalterfähig, sodass für den ganzjährigen Ein-

satz eine Konservierung nötig wird. Außerdem müssen sie vor dem Einsatz möglichst weitgehend vom Erdbesatz befreit und zerkleinert werden. Da es keine Zerkleinerungsmaschine gibt, die mit Steinen fertig wird, müssen diese vorher zuverlässig abgetrennt werden, was praktisch nur in Verbindung mit dem Waschen der Rüben gelingt.

Daraus ergibt sich, dass erntefrische oder in Mieten gelagerte Zuckerrüben vor dem Zerklleinern gewaschen werden müssen, um sie

in den Fermenter einbringen zu können. Aber wie sollen Zuckerrüben für die Nutzung im Frühjahr und Sommer konserviert werden und wie soll dabei ihre Aufbereitung erfolgen?

Der idealen Konservierung auf der Spur

Um eine praktikable Verfahrenslösung dafür zu finden, wurden im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts mehrerer Firmen Versuche mit Zuckerrüben aus dem Ernte-



Abbildung 1: Gär-saftanfall und potenzieller Verlust durch Gär-saftabfluss nach neun Monaten Lagerdauer

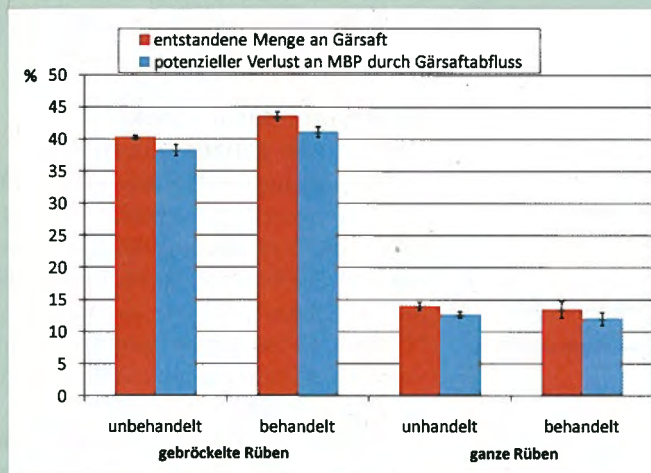
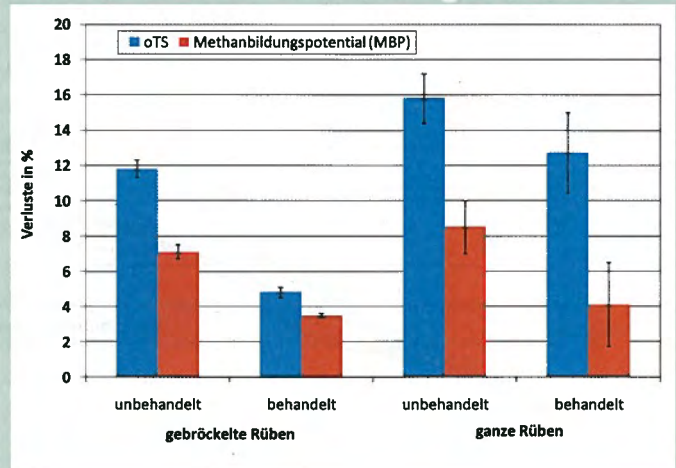


Abbildung 2: Verluste durch Gärgasbildung und Rest-atmung ohne bzw. nach Behandlung der Zuckerrüben mit KOFASIL® STABIL und neun Monaten Lagerdauer



jahr 2008 vorgenommen. Ziel dieser Versuche war die Beantwortung der Fragen: Erst zerkleinern und dann einlagern oder umgekehrt? Wie konservieren, um das Gasbildungspotenzial so gut wie möglich zu erhalten? Mit welcher Gasausbeute ist in frischen und konservierten Zuckerrüben zu rechnen?

Dazu wurden Modellversuche in 215 Liter fassenden Plastik-Fässern vorgenommen, die mit Vorrichtungen zur Kontrolle des Gasaustausches und zum Ablassen des Gär-saftes versehen waren. Die Hälfte der Fässer wurden Ende März nach 4,5 Monaten Lagerdauer, die restlichen im August nach neun Monaten geöffnet.

Bewertungskriterien waren: die Mengen an entstehendem Gär-saft, die Gärverluste im Silo und während der Auslagerung der Silage sowie das Methanbildungspotenzial (MBP) von frischen und konservierten Zuckerrüben. Das MBP wurde nach der von Weißbach vorgeschlagenen Methode aus dem Gehalt an fermentierbarer organischer Trockensubstanz (FoTS) auf der Basis einer chemischen Laboranalyse berechnet.

Gär-saft unbedingt verwerten

Das Prinzip des Konservierens durch Silierung besteht bekanntlich darin, dass das Lagergut unter Luftabschluss gebracht wird. Zuckerrüben geben im Silo nach dem Absterben des Zellgewebes sehr große Mengen an nährstoffreichem Gär-saft ab, der erhalten bleiben und unbedingt mit verwertet werden muss. Das würde eigentlich Lagerungsbehälter erfordern, die sowohl gas- als auch wasserdicht sind. Bei einer Lagerdichte der Rübenmasse von nur rund 230 Kilogramm Trockensubstanz je Kubikmeter

wären solche Behälter jedoch unbezahlbar. Glücklicherweise ist in Praxisversuchen gefunden worden, dass sich Zuckerrüben auch in Folienschläuchen silieren lassen, und zwar überraschend auch ohne vorherige Zerkleinerung. Das ermöglicht, Folienschläuche als kostengünstige, weitgehend gasdichte Silos zu nutzen. Auch flüssigkeitsdicht sind diese Schläuche, das aber nur solange wie sie unverletzt bleiben. Schon eine kleine unentdeckte Beschädigung reicht aus, und der Saft geht verloren.

Um das Risiko von Verlusten durch unkontrollierten Abfluss von Gär-saft zu minimieren, sollte daher die anfallende Menge so

Technik der Einlagerung

Technologie: Die Einlagerung von ganzen Rüben im Schlauch erfolgt mit einer Schlauchpresse für Rüben (Rüben Bagger) die über einen Fülltrichter mit einem Teleskoplader oder Überladewagen befüllt werden kann. Die Rüben werden durch ein Schiebeschild in PE-Schläuche mit 1,95 m (Rüben Bagger CT5) bzw. 2,40 m Durchmesser (Rüben Bagger CT8) gedrückt. So können Mengen von bis zu 75 t bzw. 240 t pro Schlauch gelagert werden, mit 1,3 bzw. 3,0 t/laufenden Meter. Verfahrensleistungen liegen je nach Maschinentyp bei 100-140 t/h. Die Entnahme erfolgt mit einer Schneidschaufel, Radlader oder anderen Ladegeräten und nachfolgender Zerkleinerung mit einer für diesen Zweck umgerüsteten Walzenmühle, die sonst für Feuchtgetreide eingesetzt wird. Die Lagerungskosten des flexiblen Verfahrens liegen zwischen 4,50-6,00 EURO/Tonne.

gering wie möglich gehalten werden. Wie die Ergebnisse unserer Versuche zeigen (siehe Abbildung 1), geben unzerkleinerte Rüben erheblich weniger Gär-saft ab. Diese geringere Saftmenge lässt sich im Schlauch leichter zurückhalten und nach ihrer Entstehung während der ersten Wochen der Lagerung vorsorglich abpumpen.

Wie wertvoll der entstehende Gär-saft ist, kann den durch zahlreiche Analysen festgestellten Gehalten an organischer Trockensubstanz (oTS) und an MBP entnommen werden (siehe Tabelle). Im Unterschied zu anderer pflanzlicher Biomasse besteht die oTS von Zuckerrüben zum großen Teil aus einem wasserlöslichen Stoff, dem Zucker.

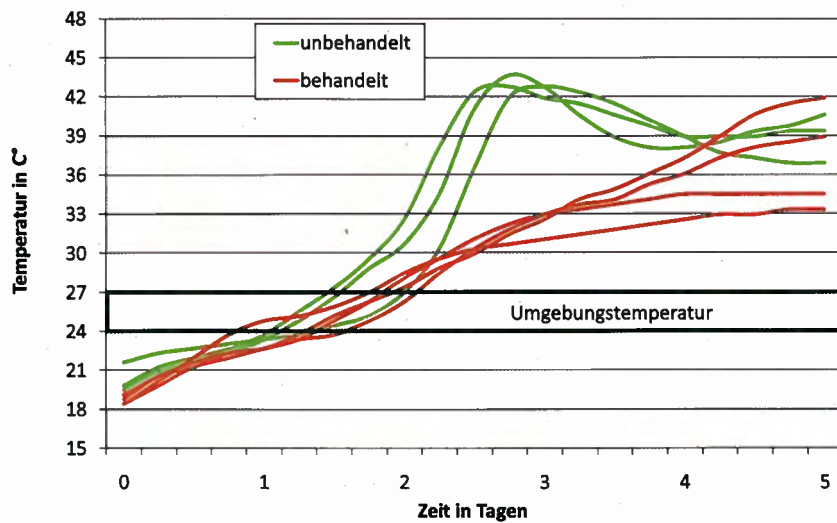
Gär-saft gleich viel wert wie Rübensilage

Deshalb ist der abfließende Gär-saft praktisch gleichviel wert wie die im Silo zurückbleibende Rübensilage. Bei der Silierung geht im Übrigen der oTS-Gehalt des Siliergutes infolge der Gärgasbildung etwas zurück, während das spezifische Gasbildungspotenzial je Kilogramm oTS ansteigt. Dieser Anstieg wird dadurch verursacht, dass das Hauptgärprodukt in Zuckerrübensilage aus Alkohol besteht.

Der Alkohol enthält aber mehr Energie und ergibt deshalb mehr Methan als der Zucker, aus dem der Alkohol gebildet wurde. Auf die Frischmasse (FM) berechnet, liefern Silage und Gär-saft wie auch erntefrische oder in Mieten bis zum Ausgang des Winters gelagerte Rüben praktisch die gleiche Menge an Methan.

Von Interesse ist aber auch, wie viel an oTS und MBP durch die biologischen Prozesse im Silo verloren gehen. Denn obgleich die

Abbildung 3: Einfluss der Behandlung von Zuckerrüben mit KOFASIL®STABIL auf die Erwärmung der Silage bei Luftzutritt im Stabilitätstest



Gehalte an oTS und Methanbildungspotential (MBP)

Substrat	oTS-Gehalt	Methanbildungspotenzial (MBP)	
	g/kg FM	Liter/kg oTS	m³/t FM
Rüben, frisch im November	231 (226...236)	361 (360...361)	83 (82...85)
Rüben, Mietenlagerung bis März	221 (218...225)	363 (361...364)	80 (79...82)
Silage, im Silo bis August	212 (198...231)	383 (357...403)	81 (77...86)
Gärsaft, unverdünnt	199 (177...214)	385 (374...410)	77 (68...80)

hauptsächlich von Hefen bewirkte Gärung zu dem energiereichen Stoffwechselprodukt Alkohol führt, wird dabei Energie verbraucht. Außerdem ist trotz gutem Luftabschluss mit Verlusten durch Restatmung zu rechnen.

Es wurde deshalb untersucht, ob sich der mikrobielle Energieverbrauch durch ein chemisches Siliermittel einschränken lässt. Geprüft wurde zu diesem Zweck ein Flüssigpräparat, das Wirkstoffe enthält, die besonders gut Hefepilze unterdrücken. Die ganzen Rüben wurden vor dem Silieren einer

Oberflächenbehandlung mit dem Siliermittel unterzogen, in die gebröckelten Rüben wurde das Siliermittel eingemischt. Das Ergebnis genauer Bilanzen zur Feststellung der jeweils eingetretenen Gärverluste zeigt Abbildung 2.

Es ist deutlich erkennbar, dass bei der Silierung von unzerkleinerten Rüben höhere Gärverluste entstehen als bei der von zerkleinerten. Ursache dafür ist das Hohlraumvolumen zwischen den Rüben, in das Luftsaauerstoff mit eingeschlossen wird. Auch dringt während einer längeren Lagerung der

Rüben im Schlauch durch Vorgänge des Druckausgleichs zwischen diesem Hohlraumvolumen und der Atmosphäre immer wieder einmal etwas Luftsauerstoff ein, der zu mikrobiellen Umsetzungen führt.

Siliermitteleinsatz senkt Gärverluste ganzer Rüben


Die Behandlung mit dem Siliermittel senkt die Gärverluste. Der Nachteil des Verzichtes auf die Zerkleinerung der Rüben hinsichtlich der Gärverluste wird durch das Siliermittel kompensiert. Der Verlust an MBP war bei Siliermitteleinsatz unabhängig von der Zerkleinerung praktisch gleich und auf sehr niedrigem Niveau.

Eine kritische Situation für die Erhaltung des MBP kann nach dem Silieren ganzer Rüben auch noch während der Entleerung des Folienschlauches entstehen. Nach dem Öffnen des Schlauchs kann nämlich das in den Hohlräumen befindliche Kohlendioxid ungehindert abfließen und durch einströmende Luft ersetzt werden.

Dadurch wird die mit hohen Nährstoffverlusten verbundene Nacherwärmung der silierten Rüben ausgelöst. Um die dadurch entstehenden Verluste gering zu halten, muss der Schlauch bei sommerlichen Außentemperaturen innerhalb von wenigen Tagen entleert und sein Inhalt verbraucht werden. Auch für diese Situation bringt das Siliermittel eine Verbesserung, denn es bewirkt eine deutlich verzögerte Nacherwärmung.

Das ist im Stabilitätstest nachgewiesen worden. Dafür wurden die aus dem Silo entnommenen ganzen Rüben zerkleinert und unter definierten Bedingungen dem Test auf aerobe Stabilität unterworfen. Das Ergebnis für die im August ausgelagerten Rüben zeigt Abbildung 3.

Nach vorausgegangener Zerkleinerung und unter den Bedingungen dieses Tests, tritt die




Bitte vormerken

EuroTier und BioEnergy Decentral
16.-19. November 2010
Halle 26 Stand L32

Mehr Bonus – weniger Formaldehyd mit ZÜBLIN CarbonEx® und OxiKat

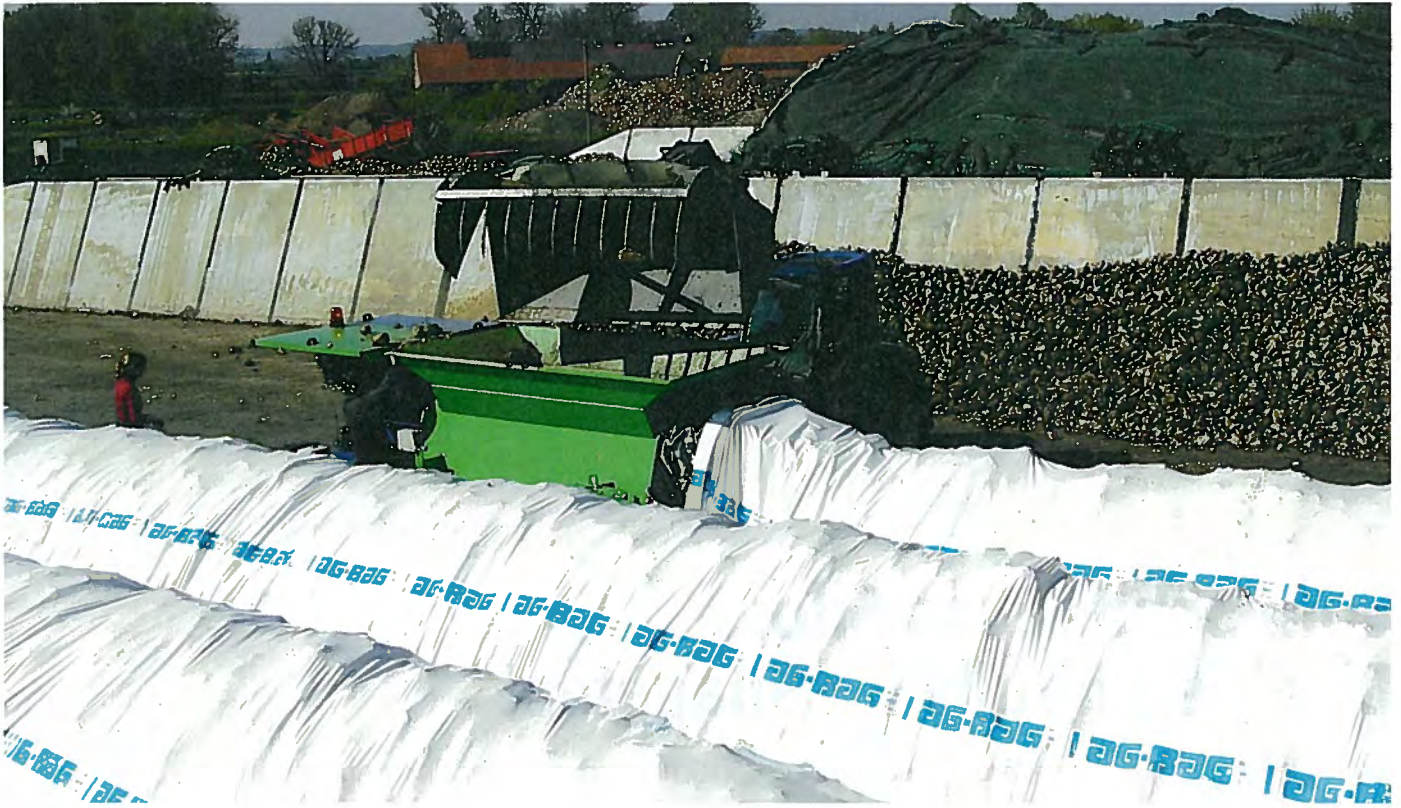
Bei der ZÜBLIN Umwelttechnik erhalten Sie ein maßgeschneidertes Paket zur Erlangung des Formaldehyd-Bonus

- ZÜBLIN CarbonEx® Aktivkohlefilter zur Feinentschwefelung von Biogas
- OxiKat zur Abscheidung von Formaldehyd aus dem Abgas des BHKWs
- KatProtect zur Überwachung des Aktivkohlefilters



ZÜBLIN

Züblin Umwelttechnik GmbH
Otto-Dürr-Straße 13
70435 Stuttgart
Telefon +49 711 8202-0
umwelttechnik@zueblin.de
www.zueblin-umwelttechnik.com



Nacherwärmung wesentlich schneller ein als in einem Folienschlauch mit ganzen Rüben. Der Test stellt dafür aber bestehende Unterschiede in der Luftempfindlichkeit verschiedener Silagen umso deutlicher heraus. Wie man sieht, wird die Nacherwärmung der silierten Rüben durch die Behandlung mit dem Siliemittel deutlich verzögert. Es ist deshalb zu erwarten, dass durch diese Behandlung längere Entleerungszeiten eines Folienschlauches mit silierten Rüben möglich und die in diesem Verfahrensabschnitt entstehenden Verluste an MBP vermindert werden.

Fazit: Eine Bevorratung von Zuckerrüben für die Zeit über den Monat März hinaus, erfordert ein Verfahren zur verlustarmen und kostengünstigen Konservierung. Dafür

eignet sich das Silieren unzerkleinerter, aber gewaschener und steinfreier Rüben im Folienschlauch. Zu diesem Verfahren gehört ein sorgfältiges Gärstoff-Management. Der Gärstoff muss vollständig erfasst und verwertet werden.

Der Verzicht auf das Zerkleinern der Rüben vor dem Silieren schränkt die Gärstoffbildung erheblich ein und erleichtert, diese Forderung zu erfüllen. Es hat jedoch höhere Verluste durch Gärung und Restatmung sowie ein größeres Risiko für die Nacherwärmung der silierten Rüben bei der Entleerung der Schläuche zur Folge. Gärverluste und Nachgärungsrisiko lassen sich durch die Oberflächenbehandlung der ganzen Rüben mit einem Siliemittel vor der Einlagerung wirksam vermindern. ◀

Autoren

- Dr. Andrea Wagner¹
- Maika Scholtissek¹
- Dr. Horst Auerbach²
- Dr. Carsten Herbes³
- Prof. Friedrich Weißbach⁴
- ¹BAG Budissa Agroservice GmbH
02694 Kleinbautzen
- ²ADDCON EUROPE GmbH
53113 Bonn
- ³NAWARO BioEnergie AG
04105 Leipzig
- ⁴Biogasberater
18107 Elmenhorst

NEU & GEBRAUCHTMASCHINEN



Herbert Hallmann

*Hallmann hört ~~demnächst~~ auf
Ende der Fahnenstange
und schluß mit Schnäppchen*

Maschinenhandel – Apparatebau
Dammweg 6 · 91728 Gnotzheim
· Tel.: 0 98 33 / 17 78
· Fax: 0 98 33 / 55 07

KÜBELWASCHMASCHINEN

(Edelstahl) für 120/240 Liter Kübel

Kühltürme!

Alles ab Lager oder Standort sehr günstig.
Anfragen kostet nichts!

HAMMERMÜHLEN

für Küchenabfälle / Knollenfrüchte, Grüngemüse

RÜBENMÜHLEN

EXZENTER-SCHNECKENPUMPEN

mit Zuführschnecke, m/o Regelbetrieb