

Zuckerrüben in Biogasanlagen
Verfahren – Lagerungsverluste – Kosten

KTBL-Heft 120



Fachliche Begleitung

KTBL-Arbeitsgruppe „Daten zum Einsatz von Zuckerrüben in Biogasanlagen“

Dr. Manfred Bischoff | Dr. Waldemar Gruber (Vorsitz) | Dr. Hubert Heilmann |
Sascha Hermus | Dr. Andreas Lemmer | Dominik Schaiper | Martin Strobl |
Dr. Johannes Thaysen

Die Informationen der vorliegenden Publikation wurden vom KTBL und den Autoren nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen jedoch keine Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Qualität.

© KTBL 2017

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon 06151 7001-0 | Fax 06151 7001-123
E-Mail ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Redaktion

Stefan Hartmann | KTBL, Darmstadt

Satz

Serviceteam Herstellung | KTBL, Darmstadt

Titelfoto

© www.landpixel.eu

Druck und Bindung

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG | Frankfurt am Main

Printed in Germany

ISBN 978-3-945088-50-0

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Verfahren und stoffliche Verluste	6
2.1	Vorkette: Rübenbereitstellung frei Anlage	6
2.2	Frischrübeneinsatz	8
2.3	Rübensilierung	12
2.3.1	Silierung von Rübenmus im Erdbecken oder im Hochbehälter	13
2.3.2	Ganzrüben-Monosilage	17
2.3.3	Mischsilierung	21
3	Einfluss von Lagerung und Silierung auf den spezifischen Gasertrag	23
4	Ökonomische Bewertung und vergleichende Einordnung	27
4.1	Bereitstellungskosten: Vorkette „frei Anlage“	28
4.2	Frischrübeneinsatz	29
4.3	Rübenmus im Erdbecken oder im Hochbehälter	30
4.4	Ganzrüben-Monosilage	32
4.5	Einfluss der Flächenkosten, des Rübenertrags und der Lagerverluste auf die Bereitstellungskosten	34
4.6	Prozessleistung und Bereitstellungskosten im Vergleich zu anderen Substraten	35
5	Schlussbetrachtung	37
	Literatur	39
Anhang		
	Tab. A: Beispielhafte Verfahrensübersicht und -kosten für die Bereitstellung von Zuckerrüben	41
	Abkürzungsverzeichnis	43
	Mitwirkende	44

1 Einleitung

Aus Sicht der Prozessbiologie ist die Zuckerrübe ein geeignetes Substrat für die fermentative Erzeugung von Biogas: Hohe Gehalte an leicht umsetzbaren Zuckerverbindungen und das nahezu vollständige Fehlen von schwer abbaubaren Strukturstoffen ermöglichen Abbaugrade, wie sie bei kaum einem anderen für die Biogasproduktion verwendeten Substrat erreicht werden. Im Fermentationsprozess hat die Zuckerrübe zudem einen positiven Einfluss auf die Rühr- und Pumpfähigkeit des Gärsubstrats.

Das Gesamtverfahren der Zuckerrübenvergärung, vom Anbau bis zur Gärrestlagerung, stellt dagegen die Betreiber von Biogasanlagen vor besondere Herausforderungen. Bedingt durch den Erdanhang an den Rüben und durch die Steine im Erntegut sind Reinigungsschritte erforderlich. Außerdem führt der vergleichsweise geringe Trockenmassegehalt der Zuckerrüben sowie der sehr niedrige pH-Wert der Rübensilage dazu, dass herkömmliche Lagerstätten nicht oder nur bedingt geeignet sind.

Zuckerrüben können nur für wenige Wochen ohne Konservierung am Feldrand oder an der Biogasanlage gelagert werden. Ist dagegen ein nahezu ganzjähriger Einsatz der Zuckerrüben in der Biogasanlage geplant, müssen die Rüben durch eine Silierung konserviert werden, um einen aeroben Trockenmasseabbau zu vermeiden (Abb. 1).

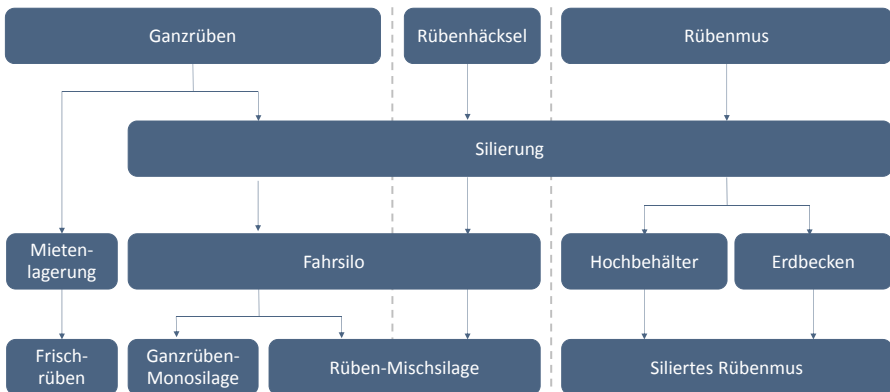


Abb. 1: Ausgewählte Verfahren der Rübenlagerung und -konservierung

Die vorhandenen Daten zu den entstehenden Lagerungsverlusten und Kosten der Verfahren unterscheiden sich für die verschiedenen Verwertungspfade in Umfang und Qualität. Im Folgenden werden die Prozesse und die Ergebnisse aus Projekten, die sich mit Lagerungsverlusten, zu erwartenden Gaserträgen und Kosten beim Einsatz von Zuckerrüben in Biogasanlagen beschäftigt haben, zusammengefasst. Dabei werden die in Abbildung 1 dargestellten Verfahren berücksichtigt.

Der Leser erhält Anhaltspunkte über die prozessbezogenen Vor- und Nachteile der verwendeten Konservierungsverfahren sowie einen Vergleich zum Einsatz anderer Energiepflanzen. Dabei ist zu beachten, dass die beschriebenen Konservierungsverfahren noch nicht den Standardisierungsgrad erreicht haben wie die Silierung klassischer Futterpflanzen, z.B. Mais und Gras. Die Verfahren sind somit noch in der Entwicklung und weitere Optimierungen sind möglich.

Dieses Heft beschäftigt sich ausschließlich mit der Zuckerrübe im etablierten Anbauverfahren. Der Einsatz von Futterrüben sowie der Anbau der Zuckerrübe als Winterrübe mit Ernte im Frühjahr werden nicht betrachtet.

2 Verfahren und stoffliche Verluste

2.1 Vorkette: Rübenbereitstellung frei Anlage

Der Anbau von Zuckerrüben für die Biogasproduktion entspricht weitestgehend den herkömmlichen Produktionsverfahren zur Zuckergewinnung. Eine beispielhafte Auflistung der nötigen Verfahrensschritte findet sich im Anhang (Tab. A). Zur Sortenwahl kann generell gesagt werden, dass durch die starke Korrelation zwischen Zucker- und Trockenmasseertrag Sorten mit hohem Zuckerertrag auch für die Biogaserzeugung geeignet sind. Mittlerweile bieten Züchter spezielle Sorten von Energierüben an, bei denen der Trockenmasseertrag, die Abreinigungseigenschaften sowie die Überwinterungseignung züchterisch bearbeitet sind. Für Zuckerrüben ist eine Spätrodung empfehlenswert, damit das volle Ertragspotenzial der Rübe ausgeschöpft wird. Allerdings ist eine Rodung Ende November/Anfang Dezember nicht ganz ohne Risiko und oft mit deutlich höherem Erdanhang verbunden. Die weitere Betrachtung der Vorkette beginnt in diesem Heft mit der Ernte der Zuckerrüben.

Die Prozessschritte, von der Ernte bis zum Transport an die Anlage und gegebenenfalls bis zum Entsteinen und Waschen der Rüben, sind bei allen betrachteten Verfahren gleich. Geerntet wird üblicherweise mit einem selbstfahrenden Rübenroder, der die Rüben am Feldrand ablegt. Je nach Ernte-, Verwendungs- oder Weiterverarbeitungszeitpunkt ist eine Abdeckung der Feldrandmiete zu empfehlen, um Atmungsverluste auf ein Minimum zu reduzieren. Die Rüben werden mit einem Reinigungslader vorgereinigt und auf die Transportfahrzeuge gebracht (Abb. 2). In Abhängigkeit von der Bodenart und von der Menge anhaftender Erde ist eine Entsteinung und Reinigung nötig, da ansonsten die Pump- und Einbringtechnik der Biogasanlagen Schaden nimmt bzw. Sedimentablagerungen in den Gär- und Lagerbehältern auftreten können. Zur Reinigung und Entsteinung von Zuckerrüben sind unterschiedliche Systeme verfügbar. Bei den Silierverfahren muss eine sehr durchsatzstarke Technik eingesetzt werden, um die angelieferten Rüben schnell verarbeiten zu können.

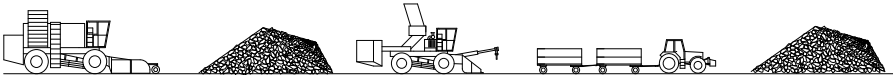


Abb. 2: Verfahrensschema Erntekette: Ernte mit Rübenroder, Lagern in Feldrandmiete, Verladen mit Reinigungslader und Transport zur Biogasanlage

Ernteverluste

Durch die maschinelle Ernte der Zuckerrüben treten unvermeidbare Masseverluste auf. Lagern bei Tests von Rübenrodern die gemessenen Verluste in den 70er-Jahren noch bei rund 10 %, betragen sie heutzutage nur noch rund 5 %. Diese Verluste sind technisch unvermeidbar; der genannte Wert wird bei optimaler Maschineneinstellung und angepasster Fahrgeschwindigkeit erreicht. In der Praxis liegen die Werte meist höher. Zu beobachten sind abgebrochene Rübenspitzen, zu tief oder nicht geköpfte Rüben sowie Beschädigungen am Rübenkörper. Schätzungen gehen davon aus, dass die eingetretenen Ernteverluste in der Praxis eher über als unter 10 % liegen (Becker 2011).

Den größten Einfluss auf die vom Roder bedingten Masseverluste hat das Köpfen der Rübe. Am Rübenkopf ist der größte Durchmesser des Rübenkörpers, somit bewirkt ein zu tiefes Köpfen eine deutliche Minderung des Ertrags. Unter-