

## **Zuckerrüben-Gras-Silage in Milchkuhrationen**

*Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Florian Kindermann und Dr. Siriwan Martens, LfULG, Köllitsch*

### **Zuckerrüben in der Fütterung**

1801 gründete Franz Carl von Archard im schlesischen Ort Cunern, dem heute polnischen Konary, die erste Rübenzuckerfabrik der Welt. Seitdem ist die Zuckerrübe auf deutschen Äckern fester Bestandteil vieler Fruchtfolgen geworden. Durch die Einführung einer quotierten Marktordnung im Jahr 1968 wurde zudem der Anbau der Rüben gegenüber dem weltweit dominierenden Zuckerrohranbau geschützt. Bis 2017 wurden so relativ konstant auf rund 2 % der Ackerfläche, d.h. auf rund 400.000 Hektar Zuckerrüben angebaut. Dieser Schutz wurde danach jedoch aufgehoben. Die Zuckerrübe und damit eine lange Anbauerfahrung und Technologieoptimierung sind unter Druck. Die traditionsreiche deutsche Zuckerindustrie verliert zunehmend das Interesse an den anspruchsvollen Hackfrüchten. Andere potentielle Nutzer, wie die Bioenergiebranche, springen nur sehr zögerlich in die Bresche. Auch die Tierernährung zeigt bislang nur ein geringes Interesse an Zuckerrüben. Dies mag zunächst verwundern, erbringen die Zuckerrüben doch den höchsten Energieertrag je Hektar aller Kulturpflanzen. Wesentliche Gründe für das begrenzte Interesse sind zunächst die geringe Haltbarkeit der Hackfrüchte. Zudem sind bei längerfristiger Lagerung, ob in Mieten gekühlt oder in Folienschläuchen siliert, die Verluste unverhältnismäßig hoch. Auch die Futtevorlage und strenge Pansenphysiologische Restriktion für Zucker bremsen die Vorzüglichkeit der Zuckerrüben für die Milchviehfütterung aus. Darüber wurde in den letzten 50 Jahren wenig nachgedacht, da die Zuckerindustrie konstanter Hauptabnehmer der Früchte blieb und ihre Kampagne zur Verarbeitung der Rüben auf wenige Monate befristet hat. Der Fokus lag auf den Nebenprodukten, den Pressschnitzeln. Hier wurden unzählige Forschungsarbeiten zur Konservierung, aeroben Stabilisierung und Fütterung abgeschlossen, welche die Nachfrage nach den Saftfuttermitteln stabilisiert hat. Bedingt durch die Schließung traditioneller Zuckerfabriken werden die frischen oder silierten Pressschnitzel aber aus vielen Rationen verschwinden. Um dieses Verschwinden zu bremsen und die Tradition des Zuckerrübenanbaus an fabrikfernen Standorten zu erhalten, muss sowohl über die Fütterungseignung als auch über eine längerfristige Haltbarmachung der letzten verbliebenen Hackfrucht nachgedacht werden.

### **Zuckerrüben in der Milchkuhfütterung**

Die Zuckerrübe ist ein interessantes Futterenergiekonzentrat, welches in der Regel die Futteaufnahme positiv beeinflusst und oft eine „Kompottwirkung“ erzielt, d.h. dass die Rüben-TM kaum faserhaltige Futtermitteln aus den Rationen verdrängt. Zuckerrüben sind gut verdaulich. Die Verdaulichkeit von organischer Masse liegt zwischen 94 und 96 %. Auch die Verdaulichkeit der Gerüstkohlenhydrate, Hauptenergielieferant des Rübenmarkes, wird mit 80-90 % angegeben. Der Rohproteingehalt liegt bei knapp 7 % in der Trockenmasse und variiert nur geringfügig. Die Energiedichte gewaschener Rüben liegt etwas über 8 MJ NEL je kg TM. Der mittlere Trockensubstanzgehalt erreicht ca. 25 %. Diese Trockenmasse besteht zu ca. 70 % aus Saccharose, rund 20 % aus Rübenmark (hauptsächlich Gerüstsubstanzen wie zum Beispiel Zellulose, Hemizellulose, Pektine, Pentosane und  $\beta$ -Glucane) und zu 10 % aus Rübensaft (lösliche Nichtsaccharosestoffe: N-haltige Verbindungen, Invertzucker, organische Säuren, Mineralien). Die wasserlöslichen Kohlenhydrate (Zucker) werden in den Vormägen der Wiederkäuer sehr schnell fermentiert. Ihre ruminale Abbaurrate beträgt mehr als 40 % je Stunde. Zum Schutz der Pansenfunktion und -gesundheit sollten einem Milchrind deshalb nicht mehr als 1,5 kg Zucker je Kuh und Tag verfüttert werden. Somit können bei sonst zuckerarmer Ration maximal 2 kg TM (8-10 kg Frischmasse) Zuckerrüben in die Tagesration integriert werden. Bei der Fütterung intakter Rübenzellen, frisch oder siliert, wird häufig ein geringerer pH-Wert-Abfall in den Vormägen der Rinder gemessen als erwartet. Insbesondere die Zellwandkohlenhydrate können die ruminale Zuckerfermentation in begrenztem Maße ausbremsen.

### **Aufbereitung hofeigener Zuckerrüben**

Zuckerrüben müssen, wenn sie vom Feld kommen, grundsätzlich gereinigt und vor dem Fütterungseinsatz gebröckelt werden. Während es für die Rübenzerkleinerung durchaus Verfahrenslösungen gibt, ist die dezentrale mechanische Reinigung bzw. gar das Waschen der Zuckerrüben momentan nicht wirklich gelöst. Bei höherem Lehm- bzw. Tongehalt der anhaftenden Erde, müssen die Aufwendungen für das Reinigen und der Wasserverbrauch für die Preiswürdigkeit des Verfahrens gänzlich in Frage gestellt werden. Der Schmutz provoziert neben dem sinkenden Energiegehalt (Verdünnungseffekt) sowohl Störungen der Vormagenfunktion als auch einen nicht unerheblichen Eintrag von unerwünschten biotischen und abiotischen Bodenschadstoffen und gärbioologisch problematische Mikroorganismen.

### **Lagerung und Konservierung**

Die klassische Form, Zuckerrüben zu lagern, ist eine kühlende Lagerung bei Lagertemperaturen von 0 bis 4 °C sowie einer relativen Luftfeuchte von 90 bis 95 %. Die maximale Lagerungsdauer unter diesen Bedingungen beträgt hier dabei maximal 4 - 6 Monate. In jüngeren Untersuchungen wurde auch die luftdichte Lagerung und Silierung ganzer Rüben in Folienschläuchen erfolgreich praktiziert. Jedoch auch hier steigen die Verluste sprunghaft an, wenn die Außentemperaturen 8 °C übersteigen. Zudem erfordert das Verfahren einen Frostschutz z.B. durch Strohaufgabe. Die Zuckerrüben müssen vor der Verfütterung zerkleinert werden, da sonst einerseits Schlundrinnenverstopfungen möglich sind und andererseits Rüben durch die Rinder aus der Futtermischung selektiert werden können. Gebröckelte Zuckerrüben mit klassischen Verfahren zu silieren scheint aber illusorisch, da das schnell entstehende Sickerwasser sowohl hohe Verluste als auch umweltseitige Probleme mit sich bringt. Um zerkleinerte Zuckerrüben erfolgreich zu silieren und sie gleichzeitig fütterungsfertig zur Verfügung zu stellen, wurden in den letzten Jahren verstärkt Mischsilagen getestet, welche aus Zuckerrüben und trockenen Grobfuttermitteln bestanden. Hier wurden insbesondere Silomais bzw. Maissilagen, verschiedenes Getreidestroh, Gras- und Luzerneheu oder trockene Silagen genutzt. Damit soll sowohl der Zuckersaft gebunden, aber auch die Futterwertigenschaften der Grobfuttermittel erhöht werden.

### **Gemeinsame Silierung mit Grobfuttermitteln**

Um die Zellsaftbindung verschiedener Grobfuttermittel als auch den Gärerfolg von Zuckerrüben-Grobfutter-Mischsilagen zu testen, wurden in Köllitsch verschiedene Tests durchgeführt. Maßstab für das gewählte Mischungsverhältnis war zunächst die Minimierung von Zellsaftaustritt. Zur Messung der abfließenden Zellsaftmenge während der Silierung wurden 2 Folienbeutel übereinander vakuumiert und verschweißt (s. Foto). Das zu silierende Material befand sich im inneren Beutel vakuum- und mit Paketklebeband verdichtet (Rostocker Modellsilage). Dieser Beutel wurde mittels einer Kanüle durchstochen und durch Überschweißen mit einem weiteren Folienbeutel wiederum luftdicht verpackt. Nach vier Wochen Silierung zerkleinerter Zuckerrüben konnten so ca. 160 L Sickersaft / t Frischmasse gemessen werden. Daraufhin wurde das Wasserbindevermögen



verschiedener Futtermittel bestimmt. Dies ergab dann das jeweils optimale Mischungsverhältnis. In der Tabelle 1 sind Ergebnisse für Stroh, Heu und Grassilage als Mischungspartner dargestellt. Das angestrebte Ziel, den Zellsaft zu binden, wurde erreicht. Sowohl nach Zusatz von 5 % TM Weizenstroh als auch 10 % TM Wiesenheu oder 30 % TM Grassilage zu frischen gebröckelten Zuckerrüben konnte kein nennenswerter Sickersaftanfall gemessen werden. Während die Silierverluste bei den beiden Grasprodukt-Mischsilagen mit ca. 11 TM% noch tolerierbar waren, zeigte die Strohvariante mit nahezu 20 % doch deutlich zu hohe Verluste. Die aerobe Stabilität aller Mischsilagen war dagegen mit 4-5 Tagen ausreichend hoch. Ausschlaggebend für den Fütterungseinsatz sind letztlich die Futterwertkennzahlen und die Gärparameter. Hier offenbart sich das im Vorfeld bereits beschriebene Problem doch sehr drastisch. Durch den hohen Rohaschegehalt der Zuckerrüben (im Mittel 23,5 % der TM) lagen auch die Aschegehalte

bei den Mischsilagen bei 19 -23 %. Dies führte letztlich dazu, dass auch die entstandene Futtermischung nur einen mäßigen bis schlechten Futterwert aufwies. Die Energiedichte war mit ca. 5 MJ weit unter den Erwartungen. Dazu kommt die Tatsache, dass sowohl die Ethanol- als auch die Esterbildung (Ethylacetat und Ethyllactat) unerwünscht deutlich war. Obwohl es keine spezifischen Restriktionen für diese Gärprodukte in der Wiederkäuerfütterung gibt, stehen diese doch im Verdacht, zu unerwünschten sensorischen Veränderungen beizutragen, welche bis zur Totalverweigerung der Futteraufnahme führen können.

**Tabelle 1:**

Ausgewählte Ergebnisse aus Silierversuchen mit Zuckerrüben-Grobfutter-Mischungen

Zuckerrübe / Grobfutter		Mischungspartner <sup>TM</sup>	5 %	10 %	30 %
			Weizen- stroh	Wiesen- heu	Gras- silage
Trockenmasse	Siliergut / Silage <sup>kor.</sup>	[g/kg FM]	287	313	280
Verlustgeschehen	Silierung	% TM	19,7 <sup>b</sup>	11,4 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>
	Sickersaft	% FM	0,0	0,1	0,3
	aerobe Stabilität der Silage	Tage	4,3	4,4	4,9
ausgewählte Futterwertkennzahlen	Rohprotein		54 <sup>a</sup>	63 <sup>b</sup>	90 <sup>c</sup>
	Rohasche		<b>228<sup>b</sup></b>	<b>221<sup>b</sup></b>	<b>192<sup>a</sup></b>
	<sup>a</sup> NDF <sub>om</sub>	[g/kg TM]	214 <sup>a</sup>	302 <sup>b</sup>	316 <sup>b</sup>
	Rohfaser		91 <sup>a</sup>	140 <sup>b</sup>	146 <sup>b</sup>
	Zucker		105 <sup>a</sup>	136 <sup>b</sup>	136 <sup>b</sup>
	NEL kalkuliert	MJ / kg TM	4,7	4,8	5,3
	NEL erwartet*		7,8	7,7	7,6
Siliererfolg	pH - Wert		3,77	3,79	3,87
	Milchsäure		5,9	5,4	6,8
	Essigsäure		2,1	2,1	2,8
	Ethanol	[% TM]	19,9 <sup>c</sup>	14,3 <sup>b</sup>	10,9 <sup>a</sup>
	Ester **		0,43 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>

\* gewaschene Rübe mit 55 g Rohasche und 8 MJ NEL je kg TM

\*\* Summe aus Ethylacetat und Ethyllactat

### Köllitscher Fütterungstest

Um die Wirkung von Zuckerrüben-Grobfutter-Mischsilagen auf den Fütterungserfolg zu testen, wurde ein 60-tägiger Fütterungstest mit jeweils 2 homogen zusammengesetzten Gruppen a 30 Milchrindern (ca. 35 kg Milchleistung) im LVG Köllitsch durchgeführt. In der Kontrollgruppe wurden 6,6 kg Trockenmasse einer Grassilage (34 % TM und je kg TM: 74 g Rohasche, 6,5 MJ NEL, 27 g Zucker, 386 g aNDFom und 170 g Rohprotein) gefüttert. In der Testration wurden 3 kg dieser Grassilage durch eine Zuckerrüben-Grassilage-Mischsilage (70:30 in der TM, 28 % TM mit je kg TM: 171 g Rohasche, 5,2 MJ NEL, 125 g Zucker, 314 g aNDFom und 90g Rohprotein) ersetzt. Die Zuckerrüben wurden mit einem Rübenschnitzler („Rubby 2000“ der Marke Fliegl) zerkleinert. Um die Homogenität der Mischsilage zu gewährleisten, wurden die Rübentrüffel in einem Futtermischwagen mit der Grassilage vermischt und in einem Folienschlauch eingelagert. Die Silierdauer betrug 6 Wochen. Trotz verschiedener Reinigungsschritte und Wässerung der Hackfrüchte blieben die Rohaschegehalte im Mittel bei 20 % in der TM. Bei diesen Aschewerten sank der Energiegehalt der Mischsilage auf unter 5,2 MJ NEL je kg TM. Die Ergebnisse des Fütterungstestes bestätigten dann diese Verschlechterung im Futterwert. Die Rationen unterschieden sich durch den Asche- und in Folge den Energiegehalt. Dies hatte Folgen auf die Futteraufnahme der Zuckerrüben-Gruppe, die 1,5 kg weniger TM aufnahm. Damit wurden auch in nahezu allen aufgenommenen Nährstofffraktionen Minderaufnahmen provoziert. Im Mittel wurden 14 MJ NEL weniger Energie je Kuh und Tag aufgenommen. Somit war es folgerichtig, dass die Milchleistung der Gruppe, welche Zuckerrüben-Grassilage-Mischsilage bekam, geringer war. Der positiv anmutende Nebeneffekt auf die geringere N-Ausscheidung

und N-Effizienz ist hier eher nebensächlich. Die Futtereffizienz war nicht unterschiedlich, da die signifikant geringere Futteraufnahme zu einer signifikant geringeren Milchleistung geführt hat.

**Tabelle 2:**  
Futterwertdaten der Zuckerrüben-Gras-Silage im Vergleich zur Grassilage

Ration (gewogen)	Grassilage <i>n</i> = 31	ZR-Grassilage <i>n</i> = 31
Zuckerrüben-Grassilage [kg TM/ Kuh*d]	-	3,0
Grassilage [kg TM/ Kuh*d]	6,6	3,6
Maissilage [kg TM/ Kuh*d]	3,3	3,3
Pressschnitzelsilage [kg TM/ Kuh*d]	2,0	2,0
Körnermais [kg TM/ Kuh*d]	2,1	2,1
Gerste [kg TM/ Kuh*d]	1,3	1,3
Luzernetrockengrün [kg TM/ Kuh*d]	0,9	0,9
Getreide-Glycerin- Mineralstoffmix [kg TM/ Kuh*d]	3,0	3,0
Rapsextraktionsschrot [kg TM/ Kuh*d]	4,0	4,0
<b>Energie- und Nährstoffe [analytisch]</b>		
Rohprotein [g / kg TM]	169	164
nutzbares Rohprotein [g / kg TM]	161	157
Proteinlöslichkeit [% des RP]	40,0	39,4
aNDFom [g / kg TM]	361	360
NEL [MJ / kg TM]	6,97 <sup>b</sup>	6,81 <sup>a</sup>
Zucker [g / kg TM]	52,6	54,2
Stärke [g / kg TM]	195	179
Rohasche [g / kg TM]	67,7 <sup>a</sup>	75,3 <sup>b</sup>
Rohfett [g / kg TM]	35	33
<b>Futter- / Nährstoffaufnahme</b>		
Trockenmasse [kg / Tier*d]	21,8 <sup>b</sup>	20,3 <sup>a</sup>
aNDFom [g / Tier*d]	7873 <sup>b</sup>	7370 <sup>a</sup>
Energie [MJ / Tier*d]	152 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>
Rohprotein [g / Tier*d]	3686 <sup>b</sup>	3357 <sup>a</sup>
UDP5 [g / Tier*d]	1.069	1.041
RNB [g / Tier*d]	30 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>
lösliches Protein [g / Tier*d]	1474 <sup>b</sup>	1323 <sup>a</sup>
<b>Milch</b>		
ECM [kg / Tier*d]	39,0 <sup>b</sup>	37,4 <sup>a</sup>
Eiweiß [%]	3,75	3,80
Fett [%]	4,17	4,31
Harnstoff [mg / l]	246 <sup>b</sup>	218 <sup>a</sup>
<b>Ausscheidungen <i>n</i> = 27</b>		
Futter minus Milch-N [g / Tier*d]	361 <sup>b</sup>	314 <sup>a</sup>
Harn-N-Abgabe [g / Tier*d]	191 <sup>b</sup>	168 <sup>a</sup>
Kot-N -Gehalt [g / kg TM]	33,3	31
Blut-Harnstoff [mmol/l]	3,93 <sup>b</sup>	3,52 <sup>a</sup>
<b>Effizienzparameter</b>		
kg Futter-TM / kg ECM	0,56	0,55
g Milch-N / g Futter-N	0,39	0,41

*Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede im Tukey-HSD ( $p < 0,05$ ).*

## Fazit

Die Zuckerrübe ist ein interessantes Futterenergiekonzentrat, welches positiv auf Futteraufnahme und zur Leistungsfähigkeit von Milchkuhrationen beitragen kann. Die Verfütterung von Zuckerrüben spielte aufgrund anderer Wertschöpfungsanreize bisher eine eher untergeordnete Rolle. Dies hat sich geändert. Der Zuckerrübenanbau wird zurückgefahren. Die Hackfrüchte

bieten sich z.T. auch als Futtermittel an. Vieles spricht dafür, vieles aber auch dagegen, Zuckerrüben in die Milchviehration zu holen. Zunächst ist die längerfristige Haltbarkeit der Hackfrüchte und eine Minimierung des Verlustes an Zellsaft während der Lagerung und Konservierung zu klären. Dies scheint durchaus machbar, wenn gebröckelte Zuckerrüben gemeinsam mit trockenen Grobfuttermitteln einsiliert werden. Hier scheint zum Beispiel 30 % TM trockene Grassilage ein guter Mischungspartner zu sein. Das Hauptproblem ist aber der Rohaschegehalt. Wem es nicht gelingt den Aschegehalt der zuckerreichen Hackfrüchte vor einer Mischsilierung bzw. auch vor der Verfütterung auf unter 5 % zu senken, dem gelingt es auch nicht positive Veredlungseffekte der Rübe über die Milchkuhfütterung zu erzielen. Trotz intensiver Bemühungen durch Mechanik und Waschen von hofeigenen Zuckerrüben war es uns beispielsweise nicht gelungen, den Aschegehalt der Rüben unter 20 % zu senken. Falls es weitere Bemühungen und Interessen an diesem Verfahren geben sollte, muss zwangsläufig zunächst das Reinigungsproblem großtechnisch gelöst werden. Ob sich damit auch die Ethanol- und Esterbildung während der Silierung minimieren lassen, müssen weitere Studien zeigen.