

Futterwert von Sorghum-Hirse und deren Verwendung in der Milchproduktion

Nutritive value of sorghum forage and its use in milk production

Christian Fasching^{1*}

Zusammenfassung

Die Landwirte sind auf Grund der Problematik rund um den Maiswurzelbohrer gezwungen, sich um Alternativen zum Silomais zu kümmern. Dabei ist Sorghum-Hirse eine häufig diskutierte Kultur. Anhand von Literaturergebnissen sowie Ergebnissen heimischer Futtermitteluntersuchungen und Erhebungen der Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich wird der Frage nachgegangen, in wie weit Hirsesilage eine Alternative zu Silomais sein kann.

Die Ergebnisse aus der Literatur und die der heimischen Untersuchungen vermitteln denselben Eindruck. Der Trockenmassegehalt der heimischen Sorghum-Hirse-Silage liegt mit 26,8 % deutlich unter dem von heimischen Silomais (36,7 %). Die Differenz beim Stärkegehalt beträgt 27,8 %. Auch bei den Gerüstsubstanzen zeichnen sich deutliche Unterschiede ab. Der Gehalt an aNDFom der heimischen Sorghum-Hirse-Silage liegt bei 61,0 % und der von heimischen Silomais bei 40,3 %. Dies wirkt sich auch auf die Verdaulichkeit der organischen Masse aus. Sie beträgt bei der heimischen Sorghum-Hirse-Silage 64,0 %. Der Gehalt an NEL liegt um 1,4 MJ/kg Trockenmasse unter dem von heimischem Silomais.

Auch der in der Literatur beschriebene Milchproduktionswert, entspricht nicht dem von Silomais. Die Trockenmasseaufnahme bei Hirserationen liegt geringfügig unter der von Silomaisrationen. Obwohl der Krafftutteranteil der Hirserationen höher ist, liegt die tägliche Milchleistung um 1,5 kg unter der von Silomaisrationen. Bei Hirserationen wird auch ein deutlich höherer Verlust an Körpermasse beobachtet.

Neben dem Trockenmasseertrag pro Hektar, welcher mit dem von Silomais nicht mithalten kann, sind bei Sorghum-Hirsens große Sortenunterschiede wahrscheinlich. Die Untersuchungen und Analyseergebnisse lassen keinen kompromisslosen Austausch von Silomais mit Sorghum-Hirse-Silage erwarten. Der höhere Gehalt an Gerüstsubstanzen verringert die Verdaulichkeit und verdünnt die Ration. Aus diesem Grund muss diese mit zusätzlichem Krafftutter aufgewertet werden. Speziell bei Betrieben mit hohen Milch- und Einsatzleistungen kann sich die zusätzliche Krafftuttergabe problematisch auswirken und die Situation rund um den Energiemangel unnötig verschärfen.

Schlagwörter: Sorghum, Hirse, Silomais, Silage, Milch, Futterwert, Milchproduktionswert, Alternative

Summary

Due to the issues around the corn rootworm, farmers are forced to find alternatives to corn silage. In this regard, sorghum is a frequently discussed culture. Based on literature results, outcomes of local feed studies and surveys of the Chamber of Agriculture (Carinthia and Lower Austria) the use of sorghum is being investigated as an alternative to corn.

The results from the literature as well as the local investigations convey the same impression. Dry matter content of local sorghum silage is 26.8 %, and therefore significantly below that of the local corn silage (36.7 %). The difference in the starch content amounts to 27.8 %. Also with regard to the cell wall substances, remarkable differences can be observed. The content of aNDFom of local sorghum silage is 61.0 %, whereas that of local corn silage is 43.3 %. This affects the digestibility of the organic matter. Expressed in numbers, this means 64.0 % digestibility of the local sorghum silage. The content of NEL is 1.4 MJ/kg dry matter below that of the local corn silage.

Also, the milk production value of sorghum described in the literature does not match the value of corn silage. The dry matter intake of sorghum rations is slightly lower than that of corn silage rations. Even though the concentrate proportion of sorghum rations is higher, the actual milk yield is 1.5 kg below the value of corn rations. Additionally, in sorghum rations, a significantly higher live weight loss is observed.

In addition to the dry matter yield per hectare, which is lower than that of corn silage, large varietal differences in sorghum are likely. Based on the research and analytical results, an uncompromising exchange of silage corn on sorghum cannot be expected. The higher content of cell wall substances reduces the digestibility and dilutes the ration. For this reason, it must be upgraded with additional concentrates. Especially in herds with high milk yield, the additional concentrate feeding can lead to problematic impacts and can exacerbate the situation around the lack of energy unnecessarily.

Keywords: sorghum silage, corn silage, silage, dairy, nutrient value, milk performance, alternative

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christian Fasching, email: christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at



Einleitung

„Die Einwanderung eines neuen Schädling aus Osteuropa bedroht den heimischen Maisanbau: „*Diabrotica virgifera virgifera*“, kurz „Maiswurzelbohrer“, ist ein Käfer, der als Larve die Wurzeln der Maispflanze und als Käfer die oberirdischen Pflanzenteile schädigt. Breitet sich der Maiswurzelbohrer auf ein gesamtes Maisfeld aus, ist mit einer Vernichtung von bis zu 80 Prozent der Ernte zu rechnen.

„Wenn österreichweit keine wirksamen Maßnahmen gegen den Befall des Schädling getroffen werden, ist in wenigen Jahren mit einem Ausfall von mindestens einem Fünftel der gesamten Maisernte zu rechnen“, so Dr. Friedrich Polesny, Bereichsleiter für Landwirtschaft in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES). Derzeit sind Maisbauern des gesamten Burgenlandes, des östlichen Bereichs von Niederösterreich und der Bezirke Fürstenfeld und Radkersburg in der Steiermark betroffen.“

So lautete die Presseinformation der AGES am 22.04.2004. Seitdem breitet sich der Schädling kontinuierlich aus. Am stärksten betroffen sind die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland, Steiermark und Kärnten. Befallsfrei hingegen sind nur mehr Salzburg und Vorarlberg (*Abbildung 1*).

Mittlerweile füllt die Problematik rund um den Maiswurzelbohrer unzählige Seiten. Die Prognosen für das Jahr 2014 sind düster. Landwirte, Berater und Experten, alle sind auf der Suche nach erfolgsversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen. Doch die Möglichkeiten sind begrenzt! Nach Einschätzung der Experten zählt die Fruchtfolgemaßnahme zu einer der wirkungsvollsten. Sofort stellt sich die Frage nach Alternativen. „*Sorghum-Hirse!*“ Sie ist eine in diesem Zusammenhang häufig diskutierte Kultur. Inwieweit die Leistungen von Sorghum-Hirse mit denen von Silomais vergleichbar sind und ob sie den Erwartungen entspricht, soll im folgenden Beitrag geklärt werden.

Mit einer Produktion von 57 Mio. Tonnen (2012) (FAO Stat 2014) ist Sorghum nach Mais, Reis, Weizen und Gerste die weltweit fünft wichtigste Getreideart. Ihren Ursprung nimmt die monokotyle Pflanze im Gebiet des Tschadsees im Nordosten Afrikas. Es wird angenommen, dass sie dort

erstmalig vor 8.000 bis 10.000 Jahren domestiziert wurde. Durch Anpassung an die Umweltbedingungen werden heute in fast allen Industrieländern Hybridsorten angebaut. In den Hauptanbauregionen finden die Körner vorwiegend in der Tierernährung Verwendung. Die Weide-, Heu- oder Silagenutzung spielt dabei eine untergeordnete Rolle. In den Ländern Afrikas und Asiens wird Sorghum hauptsächlich zur Körnerproduktion für die menschliche Ernährung angebaut (ZELLER 2000).

Sorghum-Hirse ist eine C_4 -Pflanze und wird als sehr dürrer tolerant beschrieben. Sie gehört wie Reis und Mais zur Familie der Poaceae (Süßgräser). Es werden etwa 30 Arten unterschieden. Die größte Bedeutung für die Nutzung in der Landwirtschaft haben die Arten „*Sorghum-bicolor*“ (Mohrenhirse oder Zuckerhirse zur Körner-, Faser- oder Futternutzung) und „*Sorghum-sudanese*“ (Futternutzung) sowie die Kreuzung aus den beiden.

Ertrag und Futterwert von Sorghum-Hirse

Im Sommer 2009 legten ETTLE et al. (2011) am Versuchsfeld der LfL am Standort Freising einen Versuch zur Untersuchung der Ertragsleistung und Verdaulichkeit von Hirse-Silage an. Untersucht wurden die Sorten (*Sorghum-bicolor*), Grazer N (Monsanto), Inka (KWS) und Branco (KWS). Bei Branco handelt es sich um eine Sorte vom Typ „*Brown-Midrib*“ (BMR).

Der Trockenmassegehalt zur Ernte war bei allen drei Sorten ähnlich niedrig und lag zwischen 20,3 % und 21,9 %. Zu größeren und auch signifikanten Unterschieden kam es beim Trockenmasseertrag. Die Brown-Midrib-Sorte Branco war mit 9.400 kg TM/ha die schwächste, gefolgt von Inka und Grazer N mit 11.000 kg TM/ha bzw. 12.900 kg TM/ha.

Die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchung und der Verdaulichkeit sind in *Tabelle 1* dargestellt. Der Rohfasergehalt der Silagen unterscheidet sich maximal um 0,3 % und liegt bei mindestens 31,1 %. Die Brown-Midrib-Sorte Branco zeichnet sich beim Gehalt an aNDFom und aADFom durch deutlich niedrigere Werte aus. Dieser Brown-Midrib-Effekt wird auch von anderen Autoren beschrieben (BECK et al. 2007, CERNEY et al. 1990).

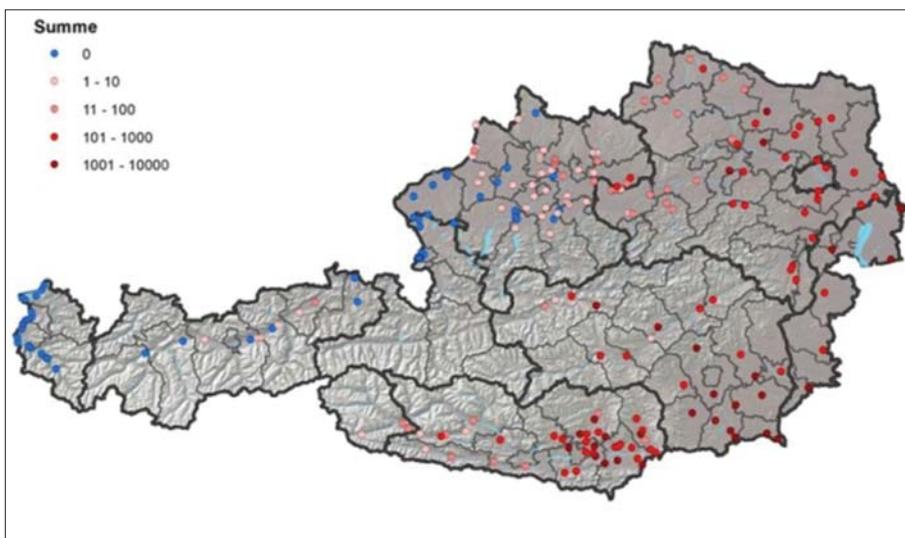


Abbildung 1: Verbreitung des Maiswurzelkäfers in Österreich, Stand Ende 2013 (AGES 2013)

Nach 19 Wochen Silierdauer wurden die Proben auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe bei Hammeln geprüft. Wie der niedrigere Gehalt an aNDFom und aADFom erwarten lässt, liegt die Verdaulichkeit der organischen Substanz der Sorte Branco mit 70 % deutlich über jener der Sorten Grazer N und Inka. Branco liegt mit diesem Verdaulichkeitswert nur 4 % unter dem der in den letzten Jahren an der LfL Bayern geprüften Maissilagen.

Mit einem Energiegehalt von 5,9 MJ NEL/kg TM hebt sich Branco auch signifikant von dem der anderen beiden Sorten ab. Grazer N und Inka liegen bei 4,42 MJ NEL/kg TM bzw. 4,57 MJ NEL/kg TM und damit

Tabelle 1: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais

Quelle	Sorte	Art	TM %	TM Ertrag kg/ha	XP % TM	XA % TM	Stärke % TM	aNDFom % TM	aADFom % TM	Verdaulichkeit % TM	Methode
ETTLER et al. (2009)	Branco	<i>S. bicolor</i> ; bmr	20,3	9.400	8,68	5,94		62,5	35,6	70,0	dOM, GfE (1991)
	Inka	<i>S. bicolor</i>	21,7	11.000	8,73	5,90		69,0	40,4	56,0	
	Grazer N	<i>S. bicolor</i>	21,9	12.900	8,82	5,92		74,1	40,8	55,0	
COLOMBINI et al. (2012)	Silo 8416	<i>S. bicolor</i>	29,0		12,30	5,90	20,80	45,2	29,8		
	Sweet Creek	<i>S. bicolor</i> × <i>S. sudangrass</i>	31,8		10,50	14,40	3,40	62,5	46,4		
	Agnister	Corn hybrid	34,1		8,70	4,30	31,50	39,5	23,5		
COLUMBINI et al. (2010)	333 hybrid	<i>S. bicolor</i> × <i>S. sudangrass</i> , bmr	18,5	7.200	9,00	9,40	2,80	61,1	42,7	59,6	dOM, NRC (2001)
	Nikaia	Corn hybrid	28,2	15.400	8,90	4,80	22,80	46,5	30,6	69,8	
MIRON et al. (2005)	FS-5	<i>S. bicolor</i>	26,8	16.400	5,40	8,20		58,4	32,0	68,0	dDM, TILLEY und TERRY (1963)
	Silobuster	<i>S. bicolor</i>	27,2	16.500	5,63	8,41		59,1	33,1	67,0	
	Supersile 20	<i>S. bicolor</i>	27,7	16.400	5,73	8,14		61,0	34,9	67,0	
	BMR-101	<i>S. bicolor</i> ; bmr	27,8	15.300	6,31	9,30		53,2	29,7	69,0	
MIRON et al. (2007)	FS-5	<i>S. bicolor</i>	27,6	13.000	4,61	7,72		61,2	38,5	64,0	dDM, TILLEY und TERRY (1963)
	BMR-101	<i>S. bicolor</i> ; bmr	25,7	10.800	5,61	9,02		59,6	34,8	67,0	
	Oropesa	Corn hybrid	34,1	17.800	6,28	5,90		50,7	31,7	67,0	
OLIVER et al. (2004)	Normal	<i>S. bicolor</i>	30,6	14.600	7,30	4,10	10,90	58,1	37,7	52,5	dDM, COCHRAN und GALYEAN (1994)
	BMR-6	<i>S. bicolor</i> ; bmr	32,9	9.700	7,50	4,50	16,80	50,2	33,6	62,9	
	BMR-18	<i>S. bicolor</i> ; bmr	34,1	13.500	7,80	3,30	14,50	48,2	28,5	69,1	
	Silomais	Corn hybrid	34,4	12.800	8,40	2,70	19,90	46,1	28,5	60,9	
THOMAS et al. (2013)	DBMR	<i>S. bicolor</i> ; bmr			6,03			61,3	36,1	57,6	IVTD, VAN SOEST et al. (1966)
	PS	<i>S. bicolor</i>			6,22			59,0	37,0	58,3	
	S700D	<i>S. bicolor</i>			6,12			61,2	38,4	56,3	
	MMR	<i>S. bicolor</i>			7,22			56,8	33,5	58,5	
BOYD et al. (2008)	Silo Master D	<i>S. bicolor</i>	30,1		7,90	4,70	20,10	51,9	35,2	45,7	IVDMD, GOERING und VAN SOEST (1970)
AYDIN et al. (1999)	SG-Sile All	<i>S. bicolor</i>		16.300	6,80			51,7	34,7		
	SG-BMR 100	<i>S. bicolor</i> ; bmr		13.700	7,30			50,4	36,5		
	Pioneer 3211	Corn hybrid		12.500	7,40			41,0	26,4		

auch bei einem für Hirse-Silage üblichen Niveau. Auf Grund der Vergleichbarkeit der energiebestimmenden Inhaltsstoffe führen ETTLE et al. (2011) die Differenzen im Energiegehalt vorwiegend auf die Unterschiede in der Verdaulichkeit zurück. Sie schlussfolgern, dass ein Ertrag und Futterwert, wie dieser von Silomais zu erwarten ist, mit den untersuchten Sorghum-Hirschen nicht erreicht werden kann.

In der Po-Ebene verglichen COLOMBINI et al. (2012) in einem Fütterungsversuch Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* Hybrid, Silo 8416, Syngenta) und eine spezielle, mehrmähdige Futter-Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* × *Sorghum-sudangrass*, Sweet Creek) mit Silomais (Agrister). Der Saattermin bei der Sorghum-Hirse und Silomais war der 8. Juni und Erntetermin der 4. Oktober. Bei der Futter-Sorghum-Hirse wurde der zweite Aufwuchs untersucht.

Die chemische Zusammensetzung der Silagen ist in *Tabelle 1* dargestellt. Der Silomais weist mit 34,1 % den höchsten Trockenmassegehalt auf, gefolgt von der Futter-Sorghum-Hirse mit 31,8 % und der Sorghum-Hirse mit 29,0 %. Auch wenn die Sorghum-Hirse den niedrigsten Trockenmassegehalt aufweist, ist dieser im Vergleich zu den Proben von ETTLE et al. (2011) hoch.

Mit 14,4 % der Trockenmasse ist der Rohaschegehalt der Futter-Sorghum-Hirse überdurchschnittlich und liegt um 8,5 % bzw. 10,1 % deutlich über dem von Sorghum-Hirse bzw. Silomais. Der Stärkegehalt von Silomais (31,5 % der TM) ist um das fast 10-fache höher als der von Futter-Sorghum-Hirse (3,4 % der TM) und um 10,7 % höher als der von Sorghum-Hirse. Der Gehalt an Gerüstsubstanzen im Vergleich zu Silomais ist relativ hoch. Bei Futter-Sorghum-Hirse beträgt der Gehalt an aNDFom 62,5 % der Trockenmasse und bei Sorghum-Hirse 45,2 %. Dieser ist um 23,0 % bzw. 5,7 % höher als der von Silomais (39,5 % der TM). Auch die Unterschiede beim Gehalt an aADFom lassen keinen kompromisslosen Austausch von Silomais mit Hirse erwarten. Dieser liegt bei Futter-Sorghum-Hirse um 22,9 % und bei Sorghum-Hirse um 6 % über dem von Silomais (23,5 % der TM).

COLOMBINI et al. (2012) untersuchten auch die potentiell ruminale Abbaubarkeit der aNDFom. Der Silomais hebt sich mit 80,6 % auch hier deutlich ab und liegt über der von Sorghum-Hirse (72,6 %) und der von Futter-Sorghum-Hirse (73,4 %).

Im Jahr 2005 verglichen COLOMBINI et al. (2010) in der Po-Ebene in einem ähnlichen Versuch Silomais der Sorte Nikaia mit einer einmähdigen Futter-Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* × *Sorghum-sudangrass*, 333 hybrid), wobei es sich bei der Hirse um eine Sorte vom Typ Brown-Midrib handelt.

Silomais erreichte bei der Ernte am 22. September im Vergleich zur Futter-Sorghum-Hirse einen mehr als doppelt so hohen Ertrag (15.400 kg TM/ha zu 7.200 kg TM/ha). Der Trockenmassegehalt der Silagen war mit 18,5 % nicht nur bei der Futter-Sorghum-Hirse niedrig sondern mit 28,2 % auch beim Silomais.

Obwohl es sich bei der Sorte 333-hybrid um einen BMR-Typ handelt, sind die Ergebnisse aus der Hirseanalytik wenig überzeugend. Auch der in diesem Versuch vergleichsweise unterdurchschnittliche Silomais macht die Hirse nicht konkurrenzfähig (*Tabelle 1*). Entgegen den Erwartungen liegt die potentielle ruminale Abbaubarkeit der aNDFom (66 %)

der Futter-Sorghum-Hirse (BMR-Typ!) unter jener der konventionellen Hirse-Typen von COLOMBINI et al. (2012).

Hirse wird auch in Israel auf Grund ihrer Dürretoleranz als Futterpflanze angebaut. Im Sommer 2003 legten MIRON et al. (2005) einen Hirseversuch mit 4 Sorten der Art *Sorghum-bicolor* an. Die Sorte BMR-101 ist, wie ihr Name bereits verrät, eine vom Typ Brown-Midrib. Die Sorten FS-5, Silobuster und Supersile-20 sind konventionelle Sorghum-Typen, wobei es sich bei der Sorte FS-5 um die in Israel am häufigsten angebaute Sorte handelt. Der Niederschlag in dieser Region bleibt während der Sommermonate aus. Berechnet wurden die Versuche mit 242 mm.

Der Trockenmasseertrag der Sorte BMR-101 war mit 15.300 kg/ha im Vergleich zu den restlichen drei Sorten (16.400 kg/ha bis 16.500 kg/ha) leicht unterdurchschnittlich. Der Trockenmassegehalt lag bei allen Sorten zum Zeitpunkt der Ernte zwischen 27 % und 28 %. Dieser änderte sich während der Silierung nicht.

Der Gehalt an aNDFom wird von MIRON et al. (2005) als ähnlich beschrieben und liegt bei allen 4 Sorten zwischen 53 % und 61 % der Trockenmasse. Größere Unterschiede beobachten sie hingegen beim Ligningehalt. Hier weist die Sorte BMR-101 mit 3,9 % der Trockenmasse einen signifikant niedrigeren Gehalt auf.

Auch bei der Verdaulichkeit der organischen Masse konnten MIRON et al. (2005) keine bedeutenden Unterschiede feststellen. Es überrascht, dass auch die der Sorte vom Typ Brown-Midrib BMR-101 auf einem ähnlich hohen Niveau liegt (67 % bis 69 %). Entgegen den Erwartungen bildet diese Brown-Midrib-Sorte bei der Verdaulichkeit der aNDFom sogar das Schlusslicht.

MIRON et al. (2007) verglichen in einer weiteren Studie den Futterwert der Sorghum-Hirse FS-5 und BMR-101 mit dem von Silomais der Sorte Oropesa. Auf Grund der gänzlich fehlenden Niederschläge wurde die Hirse in diesem Versuch mit 250 mm und Silomais mit 550 mm beregnet. Der Silomais konnte mit 17.800 kg TM/ha den mit Abstand höchsten Ertrag aufweisen, gefolgt von den Sorghum-Hirschen FS-5 (13.000 kg TM/ha) und BMR-101 (10.800 kg TM/ha). Der Unterschied beim Trockenmassegehalt ist signifikant und reicht von 25,7 % bis 34,1 % (FS-5: 27,6 %; BMR-101: 25,7 %; Oropesa: 34,1 %).

Bei der aNDFom unterscheiden sich ebenfalls alle drei Proben signifikant voneinander. Auch hier zeichnet sich der Silomais durch einen um 8,9 % bzw. 10,5 % niedrigeren Gehalt aus (FS-5: 61,2 %; BMR-101: 59,6 %; Oropesa: 50,7 %).

Der Brown-Midrib-Effekt der Sorte BMR-101 macht sich erst bei der Verdaulichkeit der Trockenmasse bemerkbar. Sie liegt bei 67 % und damit auf selben Niveau wie die von Silomais. Die Verdaulichkeit der konventionellen Sorghum-Hirse FS-5 liegt um 3 % niedriger (64 % dDM).

Auch OLIVER et al. (2004) prüften in ihrem Versuch im Jahr 2001 an der Universität Nebraska den Futterwert von zwei Brown-Midrib-Sorten (*Sorghum-bicolor*) und verglichen diesen mit dem einer konventionellen Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor*) und dem von Silomais.

Die Sorten vom Typ Brown-Midrib, BMR-6 und BMR-18, erreichten einen Ertrag von 9.700 kg TM/ha bzw. 13.500 kg TM/ha. Der Ertrag der konventionellen Sorghum-Hirse lag bei 14.600 kg TM/ha und jener des Silomais

Autoren untersuchten Sorghum-Hirsens der Art *Sorghum-bicolor* und verglichen diese mit ihren Alternativen wie Silomais und Raygras.

Beim Versuch von AYDIN et al. (1999) in Nebraska fällt die Sorghum-Hirse SG-Sile All durch ihren, im Vergleich zum Silomais, überdurchschnittlich hohen Trockenmasseertrag von 16.300 kg auf. Außer, dass die Versuchsflächen nicht beregnet wurden, verzichteten AYDIN et al. (1999) auf die Beschreibung der Klimadaten. In wie weit die Sorghum-Hirse ihre Stärke als dürrerotolerante Kultur ausspielen konnte, kann an dieser Stelle nur vermutet werden. Die restlichen Ergebnisse dieser Studien sind den bisherigen Ergebnissen ähnlich und ändern wenig am gewonnenen Bild über den Futterwert der Hirse. Sie können in *Tabelle 1* nachgelesen werden.

Der durchschnittliche Trockenmassegehalt der, in den Versuchen untersuchten konventionellen Sorghum-Hirsens beträgt 27,0 % und bei Sorten vom Typ Brown-Midrib 28,2 %. Die Hirsens liegen damit um 5,7 % bzw. 4,5 % unter den Ergebnissen von Silomais (32,7 %). Der Stärkegehalt ist im Vergleich mit dem in den Versuchen verwendeten Silomais (24,7 %) relativ niedrig. Er liegt bei 17,3 % für konventionelle Hirsens und 15,7 % für Hirsens vom Typ Brown-Midrib. Auch beim Gehalt an Gerüstsubstanzen unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich. Wie der Brown-Midrib-Typ erwarten lässt, liegt der Gehalt an aNDFom um 3,9 % unter dem der konventionellen Typen (55,1 % bzw. 59,0 %). Mit 44,8 % ist jener von Silomais am niedrigsten. Dasselbe Bild zeigt sich beim Anteil an aADFom. Silomais liegt mit 28,1 %, gefolgt vom Hirse-Typ Brown-Midrib (33,5 %) und konventioneller Hirse (35,9 %), am niedrigsten. Die Ergebnisse der Gerüstsubstanzen machen sich auch bei der Verdaulichkeit der organischen Masse bemerkbar. Diese beträgt für Silomais und dem Brown-Midrib Hirse-Typ 66,0 % und für konventionelle Hirse-Typen 59 %. Die detaillierten Ergebnisse können in *Tabelle 2* nachgelesen werden.

Vergleich mit heimischen Hirsens

Um den Futterwert der konventionellen Hirsens (*Sorghum-bicolor*) aus der Literatur mit dem der heimischen Hirsens zu vergleichen, stehen 151 Analyseergebnisse von Hirse-Silagen zur Verfügung. Untersucht wurden die Proben im Futtermittellabor Rosenaus. Sie stammen aus den Jahren 2011 bis 2013 (*Tabelle 2, Abbildung 1 und 2*).

Der Trockenmassegehalt der Hirsens aus der Literatur ist mit dem der heimischen Hirsens vergleichbar und liegt bei

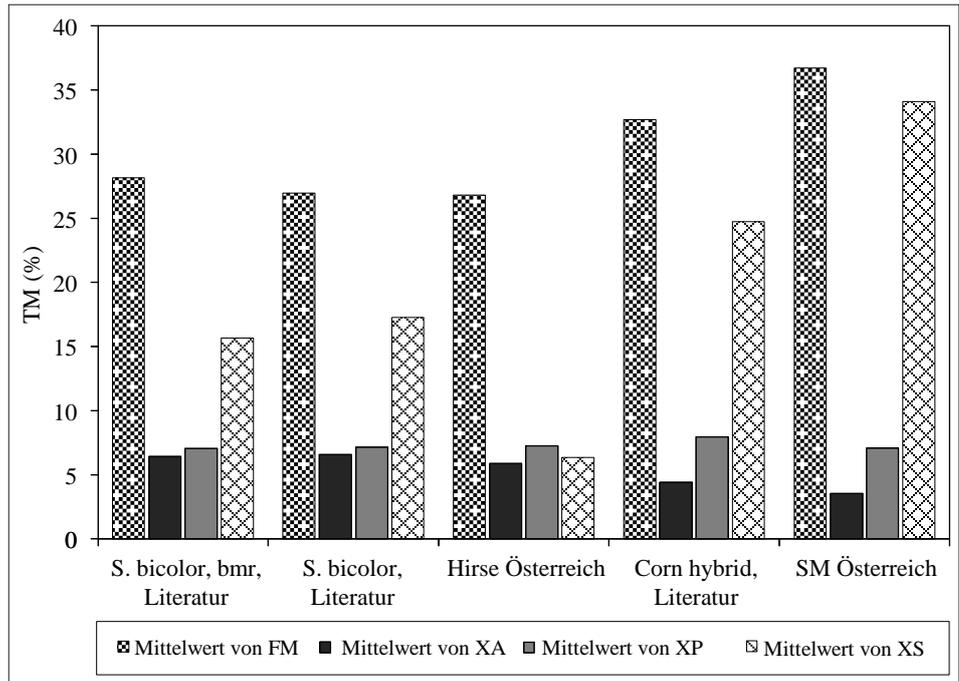


Abbildung 1: Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais verschiedener Autoren sowie heimischer Untersuchungen I

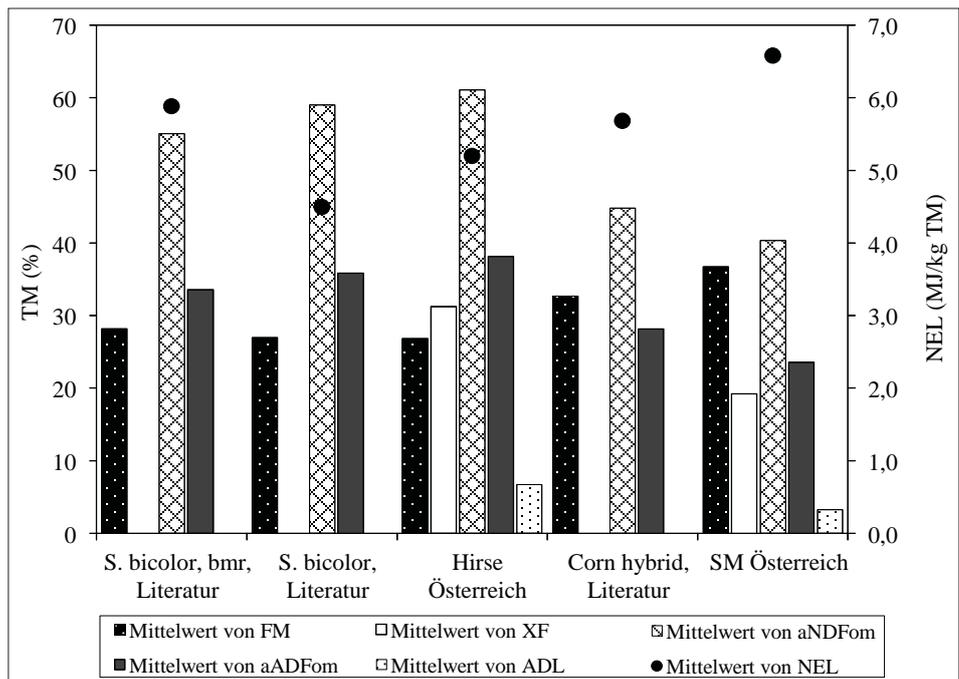


Abbildung 2: Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais verschiedener Autoren sowie heimischer Untersuchungen II

27,0 % bzw. 26,8 %. Auch beim mittleren Gehalt an Rohprotein (7,1 % bzw. 7,2 %) gibt es keinen nennenswerten Unterschied. Große Unterschiede zeichnen sich hingegen beim Stärkegehalt ab. Dieser liegt im Mittel bei 6,3 % und damit um 11 % unter dem der Hirsen aus der Literatur. Die in Rosenau untersuchten Hirse-Silagen werden auch von einem leicht höheren Gehalt an Gerüstsubstanzen gekennzeichnet. Bei der Verdaulichkeit der organischen Masse heben sich die heimischen Hirsen wieder deutlich ab. Diese liegt bei 64,0 % und damit um 5,0 % über der Verdaulichkeit der Hirsen aus der Literatur.

Ist Hirse eine echte Alternative zu Silomais?

Um einen Eindruck zu gewinnen, ob die heimische Sorghum-Hirse-Silage eine Alternative zum heimischen Silomais sein kann, werden die Ergebnisse der Hirse- und Silomaisanalysen vom Futtermittellabor Rosenau gegenübergestellt. 190 Silomaisergebnisse aus den Jahren 2010 bis 2013 werden mit den Ergebnissen von 151 Hirseproben aus den Jahren 2011 bis 2013 verglichen.

Beim Vergleich des Futterwertes wird schnell klar, dass kein kompromissloser Austausch von Silomais mit Hirse erwartet werden kann. Bereits der Trockenmassegehalt unterscheidet sich um 9,9 %, wobei der von Silomais bei 36,7 % und jener von Hirse bei 26,8 % liegt. Die heimischen Silomaisergebnisse fallen auch durch den sehr niedrigen Rohaschegehalt auf. Dieser liegt bei 3,5 % und damit um 2,4 % unter dem der Hirsen (5,9 %).

Der niedrige Stärkegehalt der heimischen Hirse-Silagen (6,3 %) ist nicht erklärbar. In wie weit dieser mit der unvollständigen Abreife in Verbindung steht, kann nur vermutet werden. Mit 34,1 % beim Silomais beträgt die Differenz über 27 %. Auch im Vergleich mit den Gehaltswerten der DLG-Futterwerttabelle schlägt sich der heimische Silomais sehr gut. Dieser liegt für Silomais (Ende Teigreife, Kolbenanteil 45 – 55 %) mit einem Trockenmassegehalt von 35 % bei 28,6 %. Der Zuckergehalt der heimischen Hirsen liegt bei 9,3 % und der von Silomais bei unter 1 %.

Auch beim Gehalt an Gerüstsubstanzen können die heimischen Hirseergebnisse nicht mit denen von Silomais konkurrieren. So liegt die aNDFom von Silomais (40,3 %) um mehr als 20 % unter der von Hirse (61,0 %). Beim Gehalt an aADFom beträgt die Differenz über 14 % (23,5 % bzw. 38,2) und beim Gehalt an ADL 3,5 %

Nachdem vom Silomais zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Verdaulichkeit der organischen Masse vorlag, kann diese nur mit der von der DLG-Futterwerttabelle verglichen werden. Für Silomais mit 35 % Trockenmasse, Ende Teigreife und mittleren Kolbenanteil von 45 – 55 % gibt die DLG-Futterwerttabelle eine Verdaulichkeit der organischen Masse von 73 % an. Der Mittelwert der insgesamt 132 Untersuchungen der heimischen Sorghum-Hirse beträgt 64 %. Die Differenz zu denen von der DLG angegebenen Verdaulichkeitswerten beträgt 9 %, was sich in weiterer Folge auch bei der Energiedichte bemerkbar macht. Diese beträgt 6,6 MJ NEL für die heimischen Silomaisuntersuchungen und 5,2 MJ NEL für die Hirseuntersuchungen. Neben den Nährstoffen sollte aber auch der Ertrag seine Bewertung finden. Von den Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich liegen 35 Ergebnisse aus den Jahren 2011 und 2013 vor. Bei einer Standardabweichung von

4.574 kg/ha liegt der durchschnittliche Trockenmasseertrag bei 13.526 kg/ha. Es ist zu beobachten, dass vor allem zwischen den Sorten erhebliche Unterschiede auftreten können. Trotzdem kann, auch bei ertragreichen Sorghum-Sorten, welche am selben Standort wie Silomais angebaut werden, nur in Ausnahmefällen ein vergleichbarer Ertrag erwartet werden. Dieser liegt in Österreich zwischen 15.000 kg TM/ha und 24.000 kg TM/ha.

Sortenunterschiede

Wie Untersuchungsergebnisse von Rosenau und Erhebungen der Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich zeigen, entsprechen die heimischen Hirsen dem Anforderungsprofil einer „Maisalternative“ nicht. Beim Studieren der Analyseergebnisse fällt jedoch auf, dass die Standardabweichung der Nährstoffe aus den Hirseanalysen deutlich höher ist als jene von Silomais. Dies ist mitunter ein Hinweis auf Sortenunterschiede. Um die Sorten miteinander zu vergleichen, werden die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse von den Sorgen gebildet, von denen mindestens zwei Energiebewertungen vorliegen. Von den insgesamt 151 Ergebnissen aus den Jahren 2011 bis 2013 erfüllten 14 Sorten das Kriterium, sodass diese in den Vergleich mitaufgenommen werden können (*Tabelle 3 und Abbildung 3*).

Bei Reihung nach der Verdaulichkeit der organischen Masse belegen die Sorten Topsilo, Inka und Vegga die Plätze 1 bis 3, wobei die Platzierung auf 5, 2 bzw. einem Messwert basiert. Topsilo und Inka (vOM: 69,1 % bzw. 67,5 %) zeichnen sich durch eine um 4,7 % bzw. 3,0 % höhere Verdaulichkeit aus als die drittplatzierte Sorte Vegga.

Auch wenn nur ein Verdaulichkeitsmesswert bei der Sorte Vegga vorliegt, beträgt der Mittelwert des Energiegehaltes beider Messwerte 5,4 MJ NEL. Sie liegt damit um nur 0,1 MJ NEL hinter der Erst- bzw. Zweitplatzierten. Die Viertplatzierte Sorte Sucrosorgho hat zwar mit 64,2 % eine ähnliche Verdaulichkeit, liegt aber beim Energiegehalt um 0,2 MJ NEL bzw. 0,3 MJ NEL hinter der Drittplatzierten bzw. den ersten beiden Sorten.

Trotzdem die Sorte Topsilo die Erstplatzierung in Anspruch nimmt, liegt der Trockenmassegehalt mit 21,8 % auf sehr niedrigem Niveau. Der Stärkegehalt ist mit 6,8 % im oberen Bereich und Zucker (4,5 %) im unteren Bereich angesiedelt. Letztendlich ist es die Kombination mit dem unterdurchschnittlichen Gehalt an Gerüstsubstanzen, was den ersten Platz dieser Sorte begründet.

Um Sortenunterschiede abzusichern, sind Exaktversuche und weiterführende Untersuchungen notwendig. Letztendlich sollte dabei auch der Trockenmasseertrag in die Bewertung aufgenommen werden.

Hirse und ihr Milchproduktionswert

Nachdem noch keine Ergebnisse von heimischen Fütterungsversuchen vorliegen, wird der Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais anhand von Versuchen verschiedener Autoren dargestellt. Der Futterwert der jeweils in diesen Versuchen verwendeten Silagen (Hirse und Silomais) kann in *Tabelle 1* nachgelesen werden.

Um den Milchproduktionswert festzustellen, stellten AYDIN et al. (1999) einen Fütterungsversuche an. Sie untersuchten den kurzfristigen Einfluss unterschiedlicher

Tabelle 3: Futterwert und Anzahl der Ergebnisse ausgewählter Sorghum-Hirse-Sorten der Jahre 2011 bis 2013

	TM Ertrag kg/ha	FM % TM	XA % TM	XP % TM	XS % TM	XZ % TM	XF % TM	aNDFom % TM	aADFom % TM	ADL % TM	NEL MJ/kg TM	vOM %
EUG12IF	15.000	26,4	4,9	6,5	3,6	13,8	34,3	62,6	38,8	6,9	4,9	59,2
Biomasse 150	11.790	24,3	5,0	6,9	4,0	10,4	35,4	64,1	40,1	6,8	4,8	59,3
Bulldozer	12.577	22,9	6,4	7,0	1,7	4,9	36,1	65,6	42,9	7,9	4,7	59,3
Amiggo	10.962	30,4	4,7	6,5	2,6	2,6	36,4	66,6	44,7	8,7	4,8	59,7
Tarzan	12.452	29,5	5,0	7,0	1,2	7,3	34,8	65,1	39,2	7,1	5,0	61,5
Sole	9.583	30,3	5,4	6,9	6,9	2,6	36,1	67,6	44,9	7,8	4,8	61,6
Maja	23.517	29,7	5,4	7,8			34,3				5,0	61,8
Zerberus	14.494	29,0	5,4	6,8	3,1	9,6	32,7	61,0	37,0	6,1	5,1	62,9
Goliath	13.487	27,0	5,1	7,3	1,1	10,0	33,1	62,9	38,9	8,3	5,2	63,3
Harmattan	7.619	20,6	6,9	8,6	7,5	1,9	30,8	59,2	36,9	6,3	5,1	63,9
Sucrosorgho	13.180	27,6	5,8	6,5	1,7	13,9	31,4	61,8	37,9	6,9	5,2	64,2
Vegga	10.068	23,7	6,5	8,8	8,7	2,8	29,2	54,9	34,4	5,4	5,4	64,4
Inka	23.240	30,7	5,6	6,0			29,5				5,5	67,5
Topsilo	13.232	21,8	6,5	8,0	6,8	4,6	30,4	59,0	37,8	5,2	5,5	69,1
Anzahl												
EUG12IF	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Biomasse 150	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Bulldozer	3	7	7	7	2	2	7	2	2	2	7	7
Amiggo	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2
Tarzan	2	4	4	4	2	2	4	2	2	2	4	4
Sole	1	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2
Maja	1	4	4	4			4				4	4
Zerberus	3	10	10	10	3	2	10	2	2	2	10	10
Goliath	3	6	6	6	2	5	6	2	2	2	6	6
Harmattan	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Sucrosorgho	5	26	26	26	5	4	26	4	4	4	26	26
Vegga	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Inka	1	2	2	2			2				2	2
Topsilo	2	11	11	11	7	8	11	7	7	7	11	5

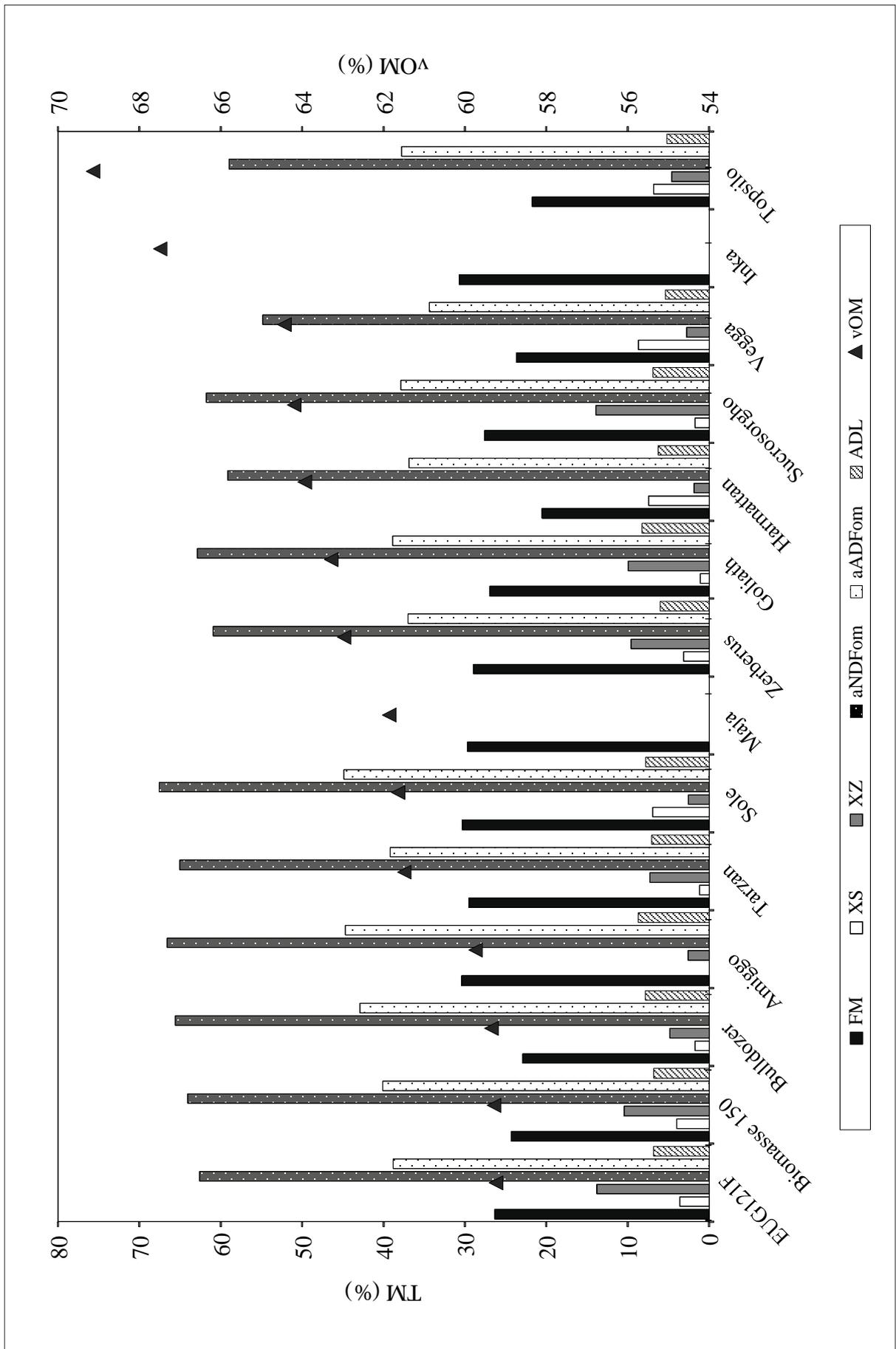


Abbildung 3: Futterwert ausgewählter Sorghum-Hirse-Sorten der Jahre 2011 bis 2013

Rationen auf Futtermittelaufnahme und Milchleistungsparameter. Der Versuch dauerte 4 Wochen und wurde mit 16 Holstein-Kühen angestellt. Der Grundfutteranteil betrug 65 % und bestand zur Gänze entweder aus Sorghum-Hirse-Silage vom Typ Brown-Midrib, konventionellen Sorghum-Hirse-Silage, Luzernesilage oder Silomais. Der Rohproteingehalt der Gesamtration betrug bei allen Varianten 16,5 %. Dementsprechend wurden auch die Anteile der verschiedenen Kraftfutterkomponenten gewählt.

Die Trockenmasseaufnahme war mit 25,3 kg/Tag bei der Silomaisvariante am höchsten, gefolgt von der Luzernevariante (24,0 kg/Tag), BMR Sorghum-Hirse (22,7 kg/Tag) und der Sorghum-Hirse-Variante (21,5 kg/Tag). Die Milchleistung der Silomaisvariante war am höchsten und die der Variante mit konventioneller Sorghum-Hirse am niedrigsten. Sie unterscheiden sich von den beiden anderen Varianten signifikant. Beim Anteil an Milchinhaltsstoffen kam es zu keinen gravierenden Unterschieden. Allein bei der Silomaisvariante ist der Gehalt an Milcheiweiß signifikant höher als jener der anderen Varianten.

Auch OLIVER et al. (2004) untersuchten mit 16 Holstein-Kühen, in einem 4 wöchigen Versuch den Einfluss von unterschiedlichen Rationen auf den Milchproduktionswert. Dabei kamen unterschiedliche Silagen, welche einen Anteil von 40 % in der Gesamtration ausmachten, zum Einsatz. Sie untersuchten konventionelle Sorghum-Hirse-Silage, zwei Sorghum-Hirse-Silagen vom Typ Brown-Midrib (BMR-6 und BMR-18) sowie Silomais. Luzerneheu wurde allen Rationen im Ausmaß von 10 % beigemischt. Die Kraftfütterzusammensetzung war bei allen Varianten dieselbe, der Anteil an der Gesamtration betrug 50 %.

Bei der Trockenmasseaufnahme kam es zu keinem signifikanten Unterschied. Sie war bei der Variante mit der Sorghum-Hirse der Sorte BMR-6 am höchsten (25,2 kg/Tag) und bei jener mit der konventionellen Sorghum-Hirse am niedrigsten (23,2 kg/Tag). Die höchste Milchleistung und der höchste Fettgehalt trat bei den Varianten mit BMR-6 und Silomais auf. Signifikant unterscheidet sich die Milchleistung dieser Varianten (34,1 kg/Tag, 33,8 kg/Tag) nur von der mit konventioneller Sorghum-Hirse (31,0 kg/Tag). Diese verzeichnet mit 3,57 % auch den niedrigsten Fettgehalt. Den höchsten nimmt die Variante BMR-6 mit 3,89 % in Anspruch, gefolgt von der Variante Silomais mit 3,88 %. Kein Unterschied konnte beim Milcheiweißgehalt beobachtet werden.

Auch MIRON et al. (2007) verglichen in einem Fütterungsversuch den Milchproduktionswert von Hirserationen mit dem einer Silomaisration. 42 Holstein-Kühe mit durchschnittlich 128 Laktationstagen wurden im Lateinischen Quadrat für die Dauer

von jeweils 7 Wochen mit einer der drei Versuchsrationen gefüttert. Das Grundfutter der jeweiligen Ration bestand entweder aus der konventionellen Sorghum-Hirse FS-5, der Sorghum-Hirse vom Typ Brown-Midrib BMR-101 oder der Silomaisorte Oropesa. Der Anteil an der Gesamtration, was gleichzeitig auch dem Grundfutteranteil entspricht, betrug bei den Hirserationen 35 % und bei der Silomaisration 41 %. Die Grundfutteranteile wurden so gewählt, dass der Gehalt an aNDFom aus dem Grundfutter 21 % beträgt. Entscheidend für die Kraftfütterzusammensetzung war ein Rohproteingehalt von 16,5 % in der Gesamtration.

Die Trockenmasseaufnahme war bei der Silomaisgruppe am höchsten. Sie lag mit 25,8 kg/Tag um 0,4 kg bzw. 0,9 kg über den Hirsegruppen FS-5 bzw. BMR-101. Die signifikant höchste Milchleistung wurde ebenfalls aus der Silomaisration ermolken. Sie liegt bei 42,1 kg/Tag, gefolgt von der Milchleistung der Hirsegruppen BMR-101 mit 41,4 kg/Tag und der Gruppe FS-5 mit 40,7 kg/Tag. Die Silomaisgruppe wird auch vom tiefsten Fettgehalt (3,52 %) und höchsten Eiweißgehalt (3,28 %) gekennzeichnet. Auffallend ist auch der in der Silomaisgruppe niedrige Verlust an Körpermasse. Innerhalb von 5 Wochen verloren die Versuchstiere 10 kg. Trotz des hohen Kraftfütteranteils verloren die Kühe der Gruppen FS-5 und BMR-101 Lebendmasse im Ausmaß von 49 kg bzw. 33 kg.

COLOMBINI et al. (2012) verglichen ebenfalls den Milchproduktionswert einer Hirseration mit dem einer Silomaisration. Dabei war der Gehalt an aNDFom maßgeblich für den Grundfutteranteil. Dieser betrug für die Gruppe mit Sorghum-Hirse der Sorte Silo 8416 auf TM-Basis 36,7 % und für die Gruppe mit Silomais der Sorte Agrister 41,5 %. Neben 13,6 % Luzernepellets enthielten die Rationen noch 1,3 % Weizenstroh. Die Kraftfütterzusammensetzung wurde so gewählt, dass der Gehalt an Stärke in der Gesamtration 26,0 % erreicht.

Was die Trockenmasseaufnahme angeht, konnten COLOMBINI et al. (2012) keinen Unterschied feststellen.

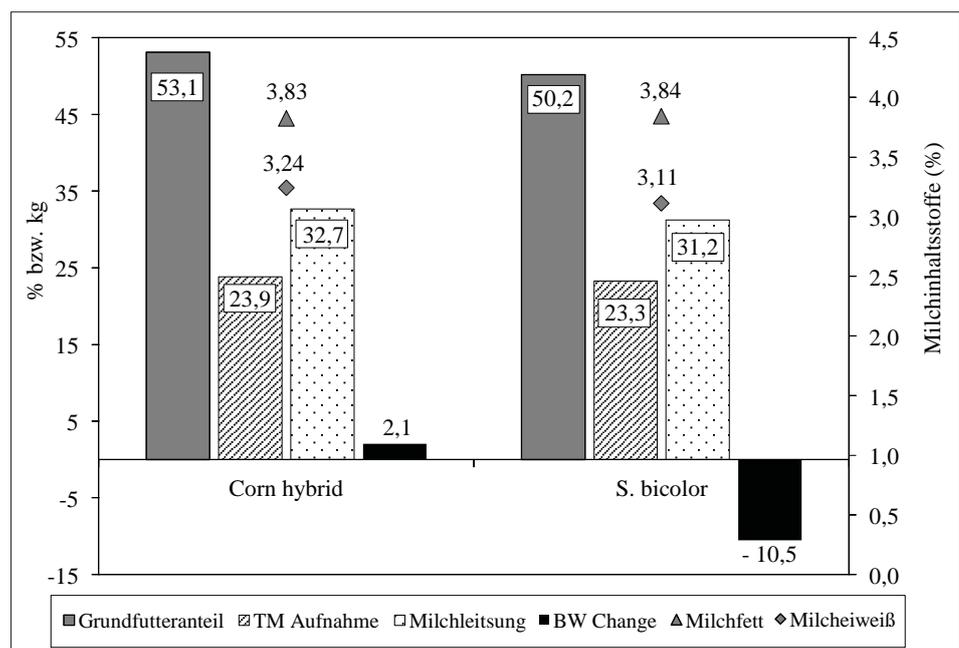


Abbildung 4: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais

Tabelle 4: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais

Quelle	Sorte	Art	GF Anteil %	Anteil Testsilage %	DMI kg/Tag	Milchleistung kg/Tag	Milchfett %	Milcheiweiß %	BW Change kg
COLOMBINI et al. (2012)	Silo 8416 Agrister	<i>S. bicolor</i>	52	37	20,0	24,6	4,33	3,28	
		<i>Corn hybrid</i>	56	42	20,0	25,4	4,08	3,36	
MIRON et al. (2007)	FS-5 BMR-101 Oropesa	<i>S. bicolor</i>	35	35	25,4	40,7	3,88	3,23	-49,0 ¹
		<i>S. bicolor, bmr</i>	35	35	24,9	41,4	3,81	3,25	-33,0 ¹
		<i>Corn hybrid</i>	41	41	25,8	42,1	3,52	3,28	-10,0 ¹
OLIVER et al. (2004)	Normal BMR-6 BMR-18 Corn Hybrid	<i>S. bicolor</i>	50	40	23,2	31,0	3,57	2,89	-1,4 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	50	40	25,2	34,1	3,89	2,89	1,0 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	50	40	23,4	32,2	3,77	2,89	3,8 ²
		<i>Corn hybrid</i>	50	40	24,3	33,8	3,88	2,97	4,4 ²
AYDIN et al. (1999)	SG-Sile All SG-BMR 100 Alfalfa Pioneer 3211	<i>S. bicolor</i>	65	65	21,5	21,5	3,73	3,21	3,7 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	65	65	22,7	24,3	3,73	3,23	1,3 ²
		Alfalfa	65	65	24,0	25,2	3,78	3,14	1,2 ²
		<i>Corn hybrid</i>	65	65	25,3	29,5	3,82	3,36	11,8 ²

¹, BW Change innerhalb von 5 Wochen
², BW Change innerhalb von 4 Wochen

Diese beläuft sich in beiden Fällen auf 20,0 kg/Tag. Die Milchleistung der Silomaisgruppe lag bei 25,4 kg/Tag. Trotz des niedrigeren Kraftfutteranteils sind das um 0,8 kg mehr als bei der Hirsegruppe. Diese kennzeichnet wiederum ein um 0,25 % höherer Milchfett- und ein um 0,08 % niedriger Milcheiweißgehalt.

Die Studien bestätigen, dass Sorghum-Hirse auch beim Milchproduktionswert nicht mit den Ergebnissen von Silomais mithalten kann. Sie zeigen auch, dass es selbst durch höhere Kraftfutteranteile in der Ration nicht möglich ist, die Nachteile der Sorghum-Hirse-Silage zu kompensieren (Abbildung 4, Tabelle 4).

Resümee

Wer schließlich versucht, Silomais mit Hirse-Silage zu ersetzen, muss mit einer niedrigeren Energieversorgung aus dem Grundfutter rechnen. Es ist notwendig, die Ration mit zusätzlichen Energiefuttermitteln aufzuwerten. Dies bedeutet, dass während der Standardlaktation (305 Tage) und einer täglichen Trockenmasseaufnahme von durchschnittlich 6 kg Silomais bzw. Hirse-Silage insgesamt 2.562 MJ NEL im Laufe der Laktation ergänzt werden müssen. Bei einer Energiekonzentration von 7,3 MJ NEL pro kg Kraftfutter entspricht dies einer zusätzlichen Kraftfutteraufwandsmenge von 350 kg pro Laktation. Dabei ist die Grundfuttermenge noch nicht berücksichtigt.

Der Austausch von Silomais mit Hirse-Silage kann für Betriebe mit Schwierigkeiten bei der Energieversorgung im ersten Laktationsdrittel nicht empfohlen werden. Betriebe, welche diese Schwierigkeiten nicht kennen, können sich Hirse als Alternative zum Silomais leisten. Die Vor- und Nachteile der zusätzlichen Kraftfuttergabe müssen genau geprüft werden. Dabei gilt es, die betriebswirtschaftlichen Aspekte nicht zu vergessen.

Sofern die Möglichkeit besteht Feldfutter anzubauen, sollte auch dieser Aspekt in die Überlegung mitaufgenommen werden. Der Futterwert ist dem von Hirse-Silagen überlegen. Ob auch der Ertrag mit dem der Sorghum-Hirse konkurrieren kann, muss in weiteren Recherchen geprüft werden.

Literatur

- AGES, 2013: (<http://www.ages.at/typo3temp/pics/422d440c8a.jpg>)
- AGES, 2014: (http://www.ages.at/uploads/media/PA_Maiswurzelbohner_220404.doc)
- AYDIN, G., R.J. GRANT und J. O'REAR, 1999: Brown Midrib Sorghum in Diets for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 82, 2127-2135.
- BECK, P.A., S. HUTCHISON, S.A. GUNTER, T.C. LOSI, C.B. STEWART, P.K. CAPPAS und J.M. PHILLIPS, 2007: Chemical composition and in situ dry matter and fiber disappearance of *sorghum* × *Sudangrass* hybrids. J. Anim. Sci. 85, 545-555.
- BOYD, J.A., J.K. BERNARD, J.W. WEST und A.H. PARKS, 2008: Performance of Lactating Dairy Cows Fed Diets Based on Sorghum and Ryegrass Silage and Different Energy Supplements. Prof. Anim. Sci. 24, 349-354.
- CHERNEY, D.J., J.A. PATTERSON und K.D. JOHNSON, 1990: Digestibility and feeding value of pearl millet as influenced by the brown-midrib, low-lignin trait. J. Anim. Sci. 68, 4345-4351.
- COLOMBINI, S., L. RAPETTI, D. COLOMBO, G. GALASSI und G.M. CROVETTO, 2010: Brown midrib forage sorghum silage for the dairy

- cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet. *Italian J. Anim. Sci.* 9, 273-277.
- COLOMBINI, S., G. GALASSI, G.M. CROVETTO und L. RAPETTI, 2012: Milk production, nitrogen balance, and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 95, 4457-4467.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG Frankfurt am Main.
- ETTLE, T., J. EDER, M. LANDSMANN, A. OBERMAIER und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2011: Ertragsleistung von Hirsesorten zur Fütterung-Verdaulichkeit von Hirsesilagen. Tagungsband, 10. BOKU-Symposium Tierernährung.
- FAO Stat, 2014: (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>)
- LK (Landwirtschaftskammer Kärnten), 2011: Hirseversuch, persönliche Mitteilung.
- LK (Landwirtschaftskammer Kärnten), 2013: Hirseversuch, persönliche Mitteilung.
- LK (Landwirtschaftskammer Niederösterreich), 2013: Biogashirse Sortenversuch.
- MIRON, J., E. ZUCKERMAN, G. ADIN, R. SOLOMON, E. SHOSHANI, M. NIKBACHAT, E. YOSEF, A. ZENOU, Z.G. WEINBERG, Y. CHEN, I. HALACHMI und D. BEN-GHEDALIA, 2007: Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 139, 23-39.
- MIRON, J., E. ZUCKERMAN, D. SADEH, G. ADIN, M. NIKBACHAT, E. YOSEF, D. BEN-GHEDALIA, A. CARMİ, T. KIPNIS und R. SOLOMON, 2005: Yield, composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 120, 17-32.
- OLIVER, A.L., R.J. GRANT, J.F. PEDERSEN und J. O'REAR, 2004: Comparison of brown midrib-6 and-18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 637-644.
- THOMAS, M.E., J.L. FOSTER, K.C. McCUISTION, L.A. REDMON und R.W. JESSUP, 2013: Nutritive value, fermentation characteristics, and in situ disappearance kinetics of sorghum silage treated with inoculants. *J. Dairy Sci.* 96, 7120-7131.
- ZELLER, F.J., 2000: Sorghumhirse (*Sorghum bicolor* L. Moench); Nutzung, Genetik, Züchtung. *Die Bodenkultur* 71, 71-85.