



Sorghumhirsen zur Biogasnutzung als Alternative bzw. Ergänzung zum Energiemaisanbau

Sorghumhirsen, *Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*, Alternativen zum Mais, Biogas, Maiswurzelbohrer

Die zunehmende Konzentration des Energiemaisanbaus in den Biogasregionen birgt verschiedene Risiken. Um einer negativen Entwicklung diesbezüglich entgegenzuwirken, sieht das novellierte EEG einen "Maisdeckel" vor, der für alle neu erstellten Biogasanlagen ab 2012 die anteilig eingesetzte Menge an Mais auf maximal 60 Prozent fest schreibt. Zudem begrenzt das Auftreten des Westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) in einigen Gebieten den Monomaisanbau und zieht dort ein Umdenken in der Substratproduktion nach sich.

Damit stellt sich die Frage nach ökologisch geeigneten und ökonomisch sinnvollen Alternativen bzw. Ergänzungen enger Energiemaisfruchtfolgen. Die Landwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg prüft vor diesem Hintergrund seit 2006 an repräsentativen Standorten Kulturarten mit hoher Ertragserwartung bzw. mit interessanter Inhaltsstoffzusammensetzung, die sich für eine Substratproduktion in Haupt- oder Zweitfruchtstellung eignen könnten. Neben Wintergetreide können verschiedene Sorghumarten die Substraterzeugung aus Mais ergänzen.

Was ist beim Anbau von Sorghumhirsen zu beachten?

Zuckerhirse und Sudangras sind wärmeliebende Pflanzen, die empfindlich auf niedrige Temperaturen reagieren. Spätfröste können die Jugendentwicklung stören und führen nicht selten zu lückigen Beständen, stärkerem Unkrautbesatz und geringeren Erträgen. Kälteschäden sind an den Pflanzen bereits ab 4°C zu beobachten. Um einen zügigen Feldaufgang zu gewährleisten, benötigt die Kultur Bodentemperaturen von mindestens 12°C.

Aussaat:

Sorghum kann sowohl als Hauptfrucht als auch als Zweitfrucht angebaut werden. Der optimale Aussaatzeitpunkt für den Hauptfruchtanbau liegt zwischen Mitte und Ende Mai, als Zweitfrucht kommen Saattermine bis Ende Juni in Betracht. Gesät werden die großkörnigen Hirsen entweder in Drillsaat oder in Einzelkornsaat. Als besonders geeignet erwies sich am LTZ Augustenberg die Einzelkornablage. Im Vergleich zur herkömmlichen Drilltechnik werden eine bessere Standraumverteilung und eine gleichmäßige Saattiefe von 2 bis 3 cm erreicht. Die Saatstärke bei Sudangras schwankt je nach Typ und Nutzung und beträgt bis zu 50 Körner/m²; bei Zuckerhirse ist sie etwa doppelt so hoch wie bei Silomais und liegt bei 25 Körnern/m². Die

vom Züchter empfohlene Saatstärke für die erworbene Sorte ist unbedingt einzuhalten. Weitere Untersuchungen zur Optimierung der Bestandesdichte sind erforderlich.

Düngung:

Sorghumhirsen bilden ein feines und dichtes Wurzelwerk aus und verfügen dadurch über ein ausgezeichnetes Nährstoffaneignungsvermögen, benötigen für eine hohe Biomasseproduktion jedoch auch ein adäquates Nährstoffangebot (Tab. 1). Organische Dünger, insbesondere Gülle und Gärreste, werden dabei im Allgemeinen gut verwertet und dienen gleichzeitig dem Humusaufbau im Boden. Als Mineraldünger eignen sich vor allem stabilisierte Stickstoffdünger, die eine langanhaltende Nährstoffverfügbarkeit gewährleisten.

Tab. 1: Entzugswerte und Nährstoffbedarf* von Sorghumhirsen (LTZ Augustenberg, Berechnungsbasis: Sortenversuche 2009 - 2010)

	Entzugswert in kg/dt FM	Nährstoffbedarf * in kg/ha
N	0,27	140 - 230
P₂O₅	0,13	60 - 120
K₂O	0,51	250 - 350
MgO	0,08	30 - 80
CaO	0,11	40 - 110

*: Zur Berechnung des Düngedarfs sind die im Boden vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffe, die Nährstoffe aus den Ernteresten der Vorfrucht und die während der Wachstumszeit freiwerdenden Nährstoffe vom Gesamtnährstoffbedarf abzuziehen.

Pflanzenschutz:

Aufgrund der zögerlichen Jugendentwicklung ist eine Beikrautbekämpfung bei Sorghum unumgänglich. Erweist sich die mechanische Reihenhacke als nicht ausreichend, steht eine Auswahl zugelassener Herbizide zur Verfügung (Tab. 2). Darüber hinausgehende Genehmigungen sind im Einzelfall nach § 22 Abs. 2 PflSchG zu beantragen. Beim Zwischen- bzw. Zweitfruchtanbau mit Hirsen ist auf eventuell vorhandene Nachbaubeschränkungen zu achten.

Tab. 2: Zugelassene Herbizide in Sorghum-Kulturen (Quelle: BVL, 05/2012)

Mittel	Zielkulturen	Aufwandmenge
Arrat	Zweikeimblättrige Unkräuter	200 g/ha
B 235	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter	1,5 l/ha
Bromoxynil 235		
Caracho 235		
Profi Bromoxynil		
Certrol B		



Gardo Gold ^{*)}	Einjähriges Rispengras, Schadhirsen, Einjährige	4,0 l/ha
Primagram Gold ^{*)}	zweikeimblättrige Unkräuter	
Spectrum	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, Schadhirsen	1,4 l/ha
Mais-Banvel WG	Acker-Winde, Gemeine Zaunwinde, Winden-Knöterich, Gänsefuß-Arten	0,5 kg/ha
Stomp Aqua	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter (ausgenommen: Acker-Hundskamille, Kletten-Labkraut, Kamille-Arten, Gemeines Kreuzkraut, Franzosenkraut-Arten)	2,5 l/ha
Stomp Raps		

^{*)} In Wasserschutzgebieten sind der Einsatz des Wirkstoffes Terbutylazin und somit die Mittel Gardo Gold und Primagram Gold verboten; sie werden in Baden-Württemberg aus Vorsorgegründen zum Schutz des Grundwassers auch grundsätzlich nicht empfohlen.

Wasserbedarf in der Vegetation:

Als C₄-Pflanze zeichnet sich Sorghum durch eine hohe Trockentoleranz aus. Die Wassernutzungseffizienz, die das Verhältnis von Trockenmasseertrag zum benötigten Wasserverbrauch zwischen Aussaat und Ernte beschreibt, entspricht etwa der von Roggen. Das macht den Anbau auch in niederschlagsärmeren Regionen attraktiv, in denen die Ertragssicherheit von Mais bereits beeinträchtigt ist. Bei Wassermangel reagieren die Pflanzen mit Welke und einer Art Trockenstarre, können sich jedoch, anders als andere Kulturen, nach Regenfällen regenerieren und weiterwachsen. Dies geschieht allerdings auch hier zulasten des Biomasseertrages, wobei Sorghum im Vergleich zu Mais ca. 30 % weniger Wasser für eine vergleichbare Biomasseleistung benötigt.

Der Transpirationskoeffizient von Hirse liegt zwischen 200 und 300 l Wasser/kg TM. Für einen Gesamtpflanzenenertrag von ca. 20 t TM werden in der Vegetationszeit demnach ca. 400 bis 600 Liter Wasser pro m² benötigt.

Ernte:

Sorghum wird mit der für Mais üblichen reihenunabhängigen Häckseltechnik geerntet. Das Erntegut kann problemlos siliert werden, wenn es nicht zu nass vom Feld kommt. Je nach Standort, Witterungsverlauf und angebauter Art bzw. Sorte sind Trockenmasseerträge von 10 bis 25 t/ha bei TS-Gehalten zwischen 25 und 28 % realisierbar. Gehäckselt wird im Stadium der Milch- bis Teigreife der Körner. Für eine optimale Silierfähigkeit ist eine Häcksellänge des Grünzugs von 3 bis 5 mm zu empfehlen.

Gesamtpflanzenenerträge

In den Jahren 2009 bis 2011 wurde Sorghum an vier repräsentativen Standorten in Baden-Württemberg bezüglich des Gesamtpflanzen- und Methanertrages geprüft. Mit „Super Sile 15“, „Super Sile 18“ und „Super Sile 20“ kamen dabei auch noch einmal drei bereits in den Jahren 2006 bis 2008 getestete Sorten zum Einsatz, so dass neben dem eigentlichen Ertrag zugleich die Entwicklung der Leistungsfähigkeit neuer Sorten aufgezeigt werden konnte. Lagen die Super Sile-Sorten im dreijährigen Mittel über alle Standorte noch bei 12,4 bis 14,3 t TM/ha,



erzielten „Sucro Sorgho 506“ und „Goliath“ Werte zwischen 17,1 und 17,3 t TM/ha (Tab. 3). Erwähnenswert ist, dass sich dieser Züchtungsfortschritt auch am kühleren Versuchsstandort Krauchenwies nachweisen ließ. Mit 14 bis 16 t TM/ha erreichten Zuckerhirse und Sudangras in dieser Region respektable Ergebnisse. Der Hirseanbau empfiehlt sich zwar vorrangig für den Anbau in klimatisch begünstigten Gebieten mit hoher Jahresdurchschnittstemperatur, da er vor allem dort sein Ertragspotenzial umsetzen kann, lässt sich jedoch auch erfolgreich in anderen Regionen etablieren, wenn die Kälteempfindlichkeit der Jungpflanzen Beachtung findet und der Saattermin entsprechend angepasst wird.

Tab. 3: Ergebnisse der Sortenversuche mit Sorghum 2009 - 2011 (abs. = absolut/rel. = relativ)

	Boxberg		Ettlingen		Krauchenwies		Ladenburg		Mittel	
	Gesamtpflanzenertrag									
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
	t TM/ha	%	t TM/ha	%	t TM/ha	%	t TM/ha	%	t TM/ha	%
Super Sile 15	10,3	83,3	15,8	79,6	10,8	77,6	12,6	83,7	12,4	81,1
Super Sile 18	12,4	99,8	18,4	92,9	11,8	85,1	14,6	97,2	14,3	93,8
Super Sile 20	11,1	89,4	17,9	90,4	12,0	86,6	14,1	93,8	13,8	90,1
Lussi	14,4	116,0	16,3	82,2	15,1	109,2	14,3	94,9	15,0	100,6
Sucro Sorgho 506	12,8	103,0	23,5	118,6	15,6	112,5	16,3	108,2	17,1	110,6
Zerberus	13,1	105,7	21,1	106,6	15,4	111,0	15,5	103,1	16,3	106,6
Inka	12,4	100,4	22,1	111,4	14,1	101,7	16,3	108,2	16,2	105,4
Goliath	12,7	102,5	23,4	118,3	16,2	116,4	16,7	110,8	17,3	112,0
Mittel	12,4	100,0	19,8	100,0	13,9	100,0	15,1	100,0	15,3	100,0

Zuckerhirse wird in der Regel einschnittig genutzt, bei Sudangras ermöglicht der kräftige Wiederaustrieb nach der Ernte gegebenenfalls einen zweiten Schnitt. Voraussetzung dafür ist allerdings eine frühe Saat zwischen Mitte Mai und Anfang Juni und eine Ernte im Stadium des Rispschiebens (BBCH 51 - BBCH 59). Die Gesamtpflanzenerträge liegen in diesem Zeitfenster in einem Bereich von jeweils 10 bis 12 t TM/ha, die aufsummiert einen etwas höheren Ertrag ergeben als bei einschnittiger Nutzung dieser Sorte zu einem späteren Erntezeitpunkt (Abb. 1).



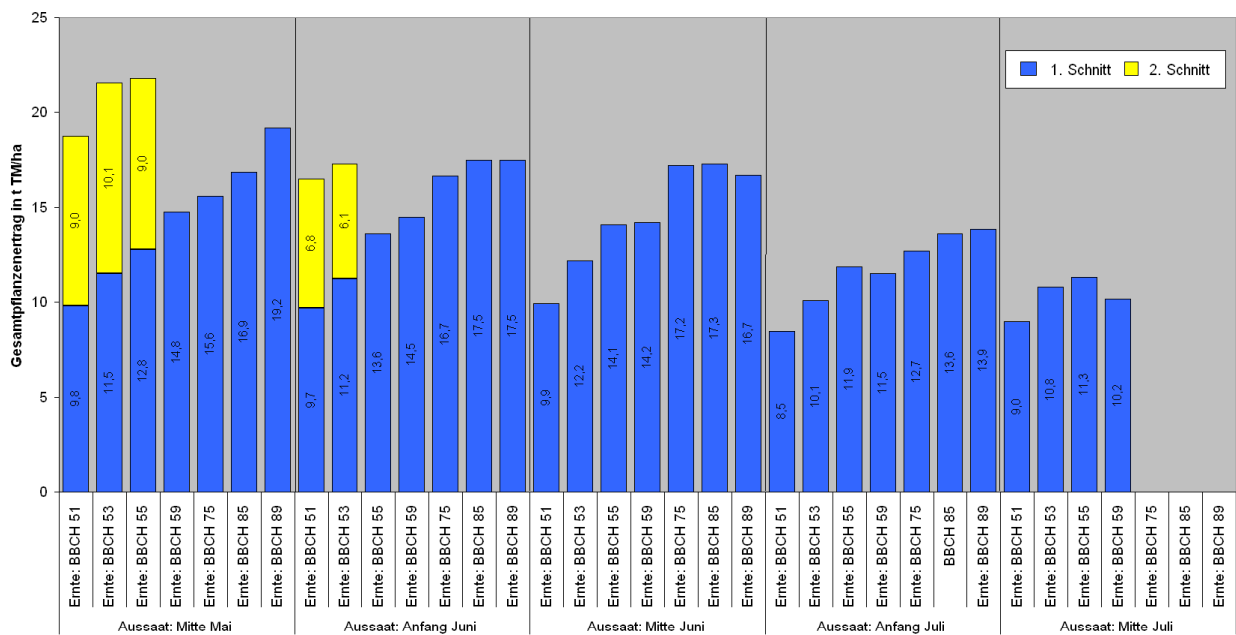


Abb. 1: Sudangraserträge bei verschiedenen Aussaat- und Ernteterminen (LTZ Augustenberg, 2007-2009)

Eine Ernte zum Zeitpunkt des Rispschiebens ist jedoch zugleich mit niedrigen TS-Gehalten im Häckselgut und daraus resultierend mit der Gefahr der Sickersaftbildung im Silo verbunden. Andererseits hat sich gezeigt, dass Sorghum in diesem Reifestadium ein C/N-Verhältnis zwischen 22 und 26 aufweist und damit in einem für einen ungestörten Prozessablauf in der Biogasanlage optimalen Bereich liegt (Zielwert: C/N-Verhältnis zwischen 20 und 30). Mais und Sorghum, zur Siloreife bzw. zur späten Teigreife geerntet, liegen mit C/N-Werten zwischen 35 und 41 deutlich über diesem Richtwert.

Bei Sudangrasbeständen, die in Zweitfruchtstellung ab Mitte Juni etabliert werden, lohnt nur eine Ernte im Jahr. Wie die Ergebnisse der späten Saattermine Anfang bis Mitte Juli zeigen, ist dann noch mit einem Biomasseaufwuchs zwischen 11 und 13 t TM/ha zu rechnen.

Unter optimalen klimatischen Bedingungen, wie sie am Standort Ettlingen in der Oberrheinebene mit besseren Böden (Ackerzahl > 60) vorliegen, entspricht das Biomasseertragspotenzial von Futtersorghum ohne Zusatzberechnung dem der leistungsfähigsten Energiemaissorten (Tab. 3 und Abb. 1). Sowohl Mais als auch ein Teil der derzeit marktgängigen bzw. neu zugelassenen Sorghumsorten erreichten Gesamtpflanzenenerträge bis 25 t TM/ha.

Methanerträge

Für alle bislang geprüften Kulturarten gilt: Je höher der Gesamtpflanzenenertrag, desto höher der Methanertrag; diese direkte Abhängigkeit besteht auch bei Sorghum (Abb. 2). Es muss allerdings festgestellt werden, dass bei gleichem Gesamtpflanzenenertrag sowohl der

Methanertrag als auch die Methanausbeute bei Sorghumhirsen geringer ausfallen als bei Mais (Abb. 4).

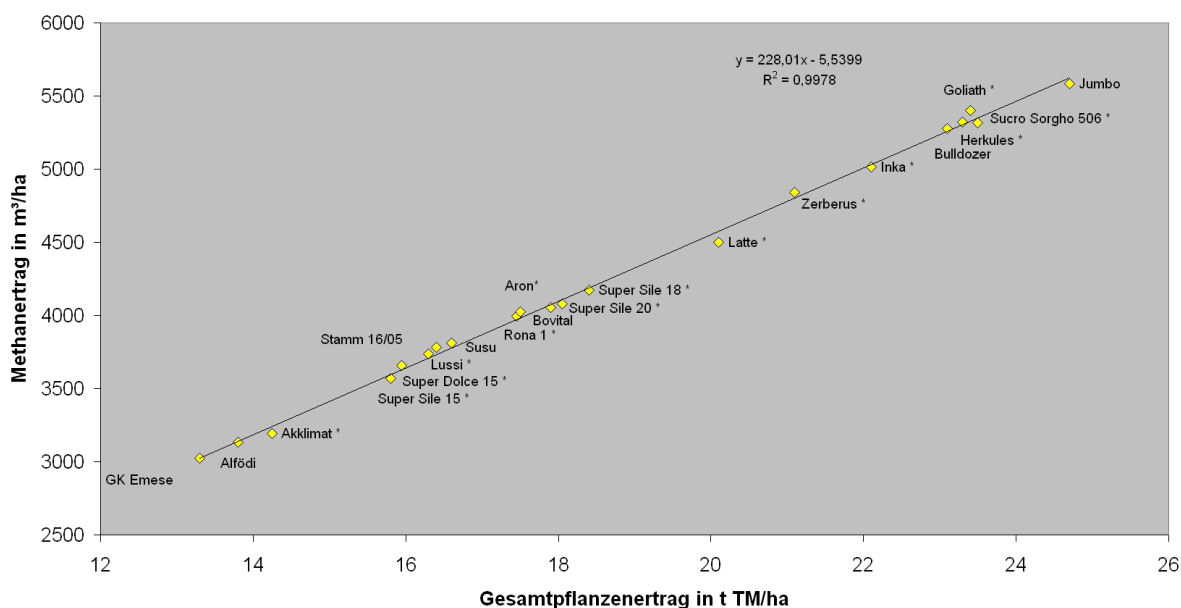


Abb. 2: Gesamtpflanzen- und Methanerträge verschiedener Sorghumsorten (LTZ Augustenberg, Standort Ettlingen, 2009, 2010 und *) Mittelwerte aus zwei Versuchsjahren)

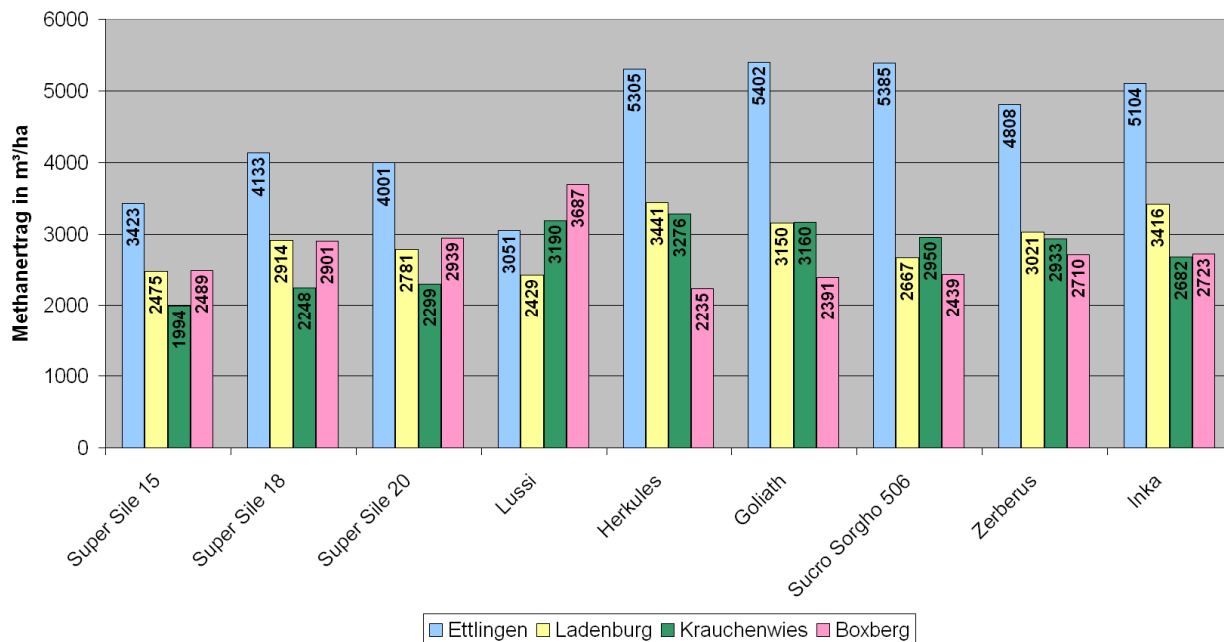
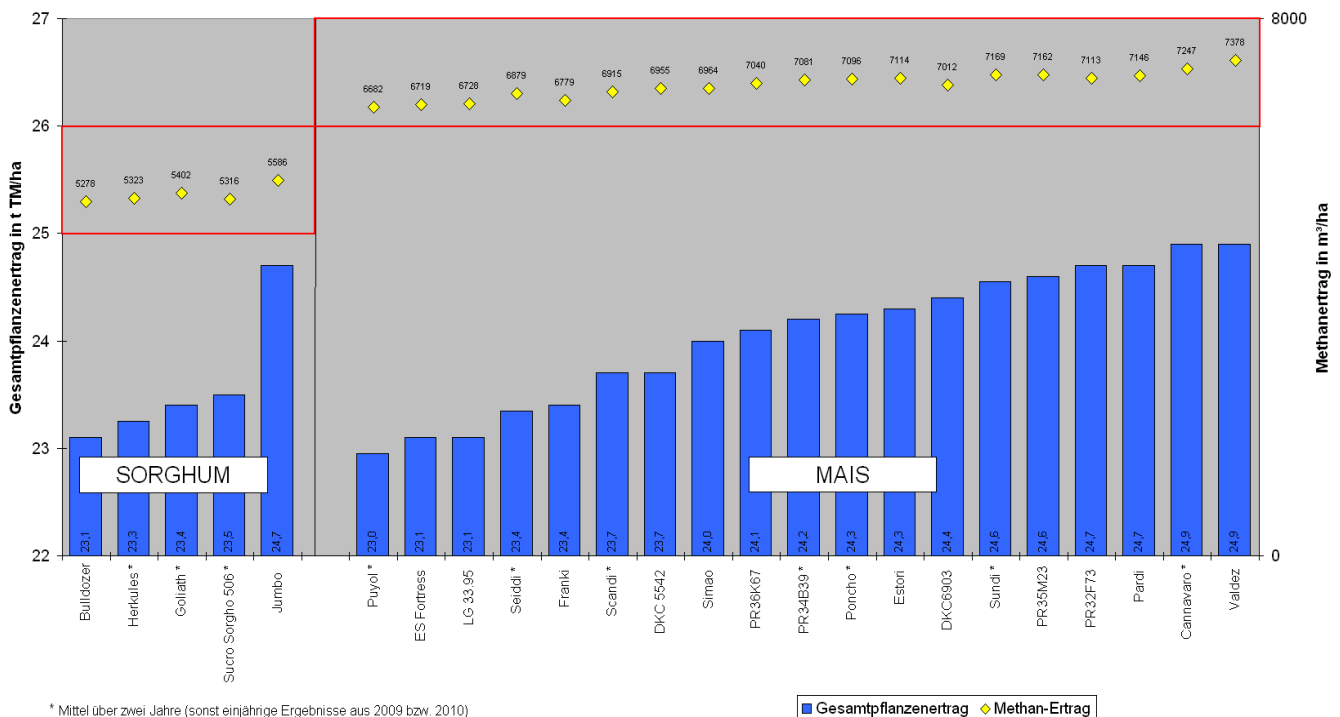


Abb. 3: Methanerträge verschiedener Sorghumsorten an repräsentativen Standorten in Baden-Württemberg (LTZ Augustenberg, Sorghum-Sortenversuch, 2010)

Diese Erkenntnis spiegelt sich auch in den Ergebnissen des Standortvergleichs. Analog zu den Gesamtpflanzenenerträgen liegt der Methanertrag der Sorten „Super Sile 15“, „Super Sile 18“ und „Super Sile 20“ zudem niedriger als bei den ‚neuen‘ Sorten. Am kühleren Standort Krauchenwies schnitten Mais mit ca. 4900 m³ Methan/ha und Wintergetreide mit bis zu 5300 m³ Methan/ha demnach wesentlich besser ab als „Super Sile“ mit Methangaserträgen zwischen 2000 und 2300 m³/ha. Mit „Herkules“ und „Goliath“ kamen jedoch zwei Neuzüchtungen zum Einsatz, die hier bis zu 1000 m³/ha höhere Gaserträge erwarten lassen (Abb. 3).

Deutlich wird auch die große Überlegenheit der Sorten, wenn optimale Standortbedingungen vorliegen. In der Rheinebene konnten Methanmehrerträge von ca. 2000 m³/ha verzeichnet werden.

Die Sorghum- und Energiemaisversuchspartellen am Standort Ettlingen befanden sich in den Jahren 2009 und 2010 auf einem Schlag in direkter Nachbarschaft. Boden- und Witterungsbedingungen gestalteten sich einheitlich, so dass die in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse auf vergleichbaren Voraussetzungen basieren.



* Mittel über zwei Jahre (sonst einjährige Ergebnisse aus 2009 bzw. 2010)

Abb. 4: Methanerträge verschiedener Sorghumsorten an repräsentativen Standorten in Baden-Württemberg (LTZ Augustenberg, Sorghum-Sortenversuch, 2009/2010)

Ligningehalt nimmt Einfluss auf den Methanertrag von Sorghum

Die mit den Ergebnissen der Weender Analyse berechneten Methanausbeuten und -erträge der verglichenen Mais- und Sorghumsorten über 23 t TM/ha weisen bei Mais Methanerträge

zwischen 6700 und 7400 m³/ha und bei Sorghum zwischen 5300 und 5600 m³/ha auf und machen deutlich, dass Mais den Sorghumhirsen unter diesen Voraussetzungen mit ca. 1600 m³ Methanmehrtrag je Hektar überlegen ist (Abb. 4). Zugleich lässt sich unschwer erkennen, dass sich die Methanerträge bei jeder der beiden Kulturarten auf einer Art Plateau einfinden und selbst weitere Steigerungen im Gesamtpflanzenenertrag nur noch einen geringfügigen Anstieg der Methanerträge nach sich ziehen. Das führt zu der Überlegung, ob damit die bislang über die Aufwuchsmenge beeinfluss- und verschiebbare Leistungsgrenze im Gasertrag erreicht sein könnte und der Fokus zukünftig noch mehr auf die Zusammensetzung der Substrate, die Verbesserung der Silierbarkeit und die Prozessoptimierung in der Anlage gelegt werden muss.

Es ist anzunehmen, dass die geringere Methanausbeute bei Sorghumhirsen vorrangig mit dem Ligningehalt in Zusammenhang gebracht werden muss. Dieser steigt bei Zuckerhirse und Sudangras im Verlauf der Vegetation stärker an, liegt zum Erntezeitpunkt etwas höher als bei Mais und kann von den methanbildenden Mikroben in dem Zeitraum, in dem das Substrat in der Biogas-Anlage verweilt, weniger gut aufgeschlossen werden.

Ob es lohnt, aus züchterischer Sicht gegebenenfalls an einer Reduzierung des Ligningehaltes bei gleichbleibender Standfestigkeit der Pflanzen zu arbeiten, bzw. ob Lignin aufbrechende Enzyme auf den Markt kommen, die dieses Defizit auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten wettmachen können, bleibt abzuwarten.

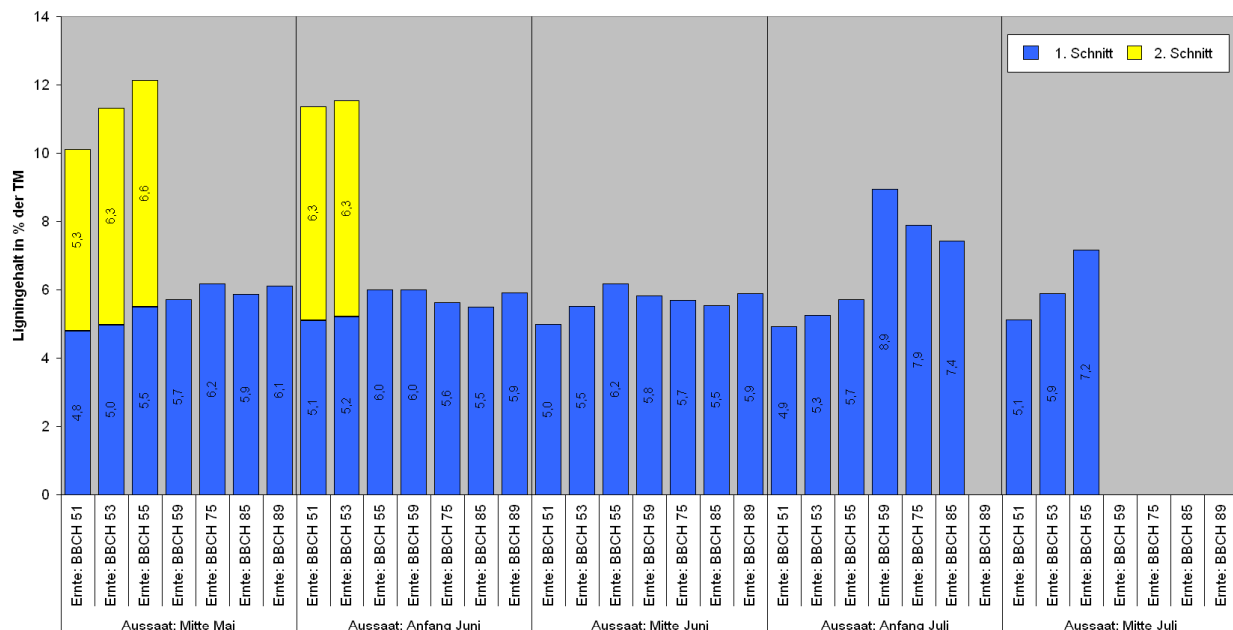


Abb. 5: Entwicklung des Ligningehaltes bei Sudangras im Kontext differenzierter Aussaat- und Erntezeitpunkte (LTZ Augustenberg, Standort Forchheim, 2007 - 2009)

Ausblick

Sorghum ist mit Gesamtpflanzenenerträgen bis zu 25 t TM bzw. Methanerträgen bis 5600 m³/ha neben Mais und Wintergetreide - und hier insbesondere neben Wintertriticale - die Kultur mit dem höchsten Potenzial im Bereich der Biogassubstrate und stellt deshalb an geeigneten Standorten eine wertvolle Ergänzung bzw. Alternative zur Auflockerung enger Maisfruchtfolgen dar.

Insbesondere in Gebieten mit auftretendem Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) könnte das mittelfristig von großer Bedeutung sein, da Sorghum nach derzeitigem Wissensstand als Wirt des Schädling auszuscheiden ist, wodurch auch ein Sanierungseffekt in nachfolgenden Maisbeständen auf gleicher Fläche zu erwarten ist.

Eine neue bzw. erweiterte Ausrichtung könnte der Sorghumanbau durch das Einbeziehen von Körnerhirsen in das Spektrum der Rohstoffpflanzen bekommen. Erste Tests am LTZ Augustenberg bezüglich des Ertragsniveaus erwiesen sich als vielversprechend. Vorteile lägen vor allem in der gleichmäßigen Abreife, der geringen Lagerneigung und der guten Beerntbarkeit der niedrigen Bestände. Die gelben und roten Rispenstände lockern zudem das Landschaftsbild auf und können zugleich zur besseren Akzeptanz der Substratproduktion im Umfeld der Biogasanlagen beitragen. In diesem Bereich sind weitere Untersuchungen geplant.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ)
Neßlerstr. 23-31
76227 Karlsruhe

Bearbeitung und Redaktion:

LTZ Augustenberg - Rheinstetten-Forchheim
Kerstin Stolzenburg, Andreas Monkos
Ref. 11: Allgemeiner Pflanzenbau, Nachwachsende
Rohstoffe, Tabak

Tel.: 0721 / 9468-0

Fax: 0721 / 9468-209

eMail: poststelle@ltz.bwl.de

Internet: www.ltz-augustenberg.de

Stand: Mai 2012

