



Was leisten alternative Kulturen im Vergleich zu Energiemais

MESSNER, J., WURTH, W. UND S. WEISENBURGER (2018): BBZ, Ausgabe 5/2018

Schlagworte: Biogas, Energiepflanzen, Durchwachsene Silphie, Szarvasigras, Methanertrag, Vollkosten Biomasseerzeugung

Einleitung

Silomais ist die flächenmäßig bedeutsamste Kulturart bei der Substratbereitstellung für die Erzeugung von Biogas. Sein Anbau ist trotz seiner hervorragenden pflanzenbaulichen Eigenschaften jedoch nicht unumstritten. Eine Möglichkeit zur Erweiterung der Artenvielfalt in Agrarlandschaften ist der Anbau mehrjähriger Kulturarten und Dauerkulturen zur Biogasnutzung. Damit verbunden ist ein Beitrag zur Förderung der Biodiversität, insbesondere des Nahrungsangebots für Bienen und wildlebende Insekten, die Verbesserung des Erosions- und Wasserschutzes, dem Humusaufbau, der Schutz von Wildtieren und eine Bereicherung des Landschaftsbildes („Farbe ins Feld“).

Versuchsergebnisse zu mehrjährigen alternativen Biomassekulturen

Zur Überprüfung der mehrjährigen alternativen Kulturen für die Biogaserzeugung legten das LTZ und das LAZBW mit Unterstützung durch die Landkreise Hohenlohe, Sigmaringen und Schwarzwald-Baar im Jahr 2011 eine Versuchsserie in Baden-Württemberg an. An den Standorten Aulendorf, Döggingen, Krauchenwies, Öhringen und Rheinstetten-Forchheim (s. Tab. 1) wurden folgende Kulturen geprüft: Durchwachsene Silphie, Topinambur, Virginiamalve und mehrjährige Wildpflanzenartenmischungen. Zum Vergleich wurde im Versuch eine Fruchtfolge aus den einjährigen Kulturen Mais und Triticale-Ganzpflanzensilage (Getreide-GPS) mitgeführt. Nach der GPS-Ernte wurde eine Zwischenfrucht (Phacelia) ohne Ertragsnutzung zur Bodenpflege angesät.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

	Rheinstetten-Forchheim	Öhringen	Aulendorf	Krauchenwies	Döggingen
Vergleichsgebiet	Rheinebene	Hohenlohe	Oberland	Oberland	Baar
Höhe über NN (m)	117	220	545 -620	620	820
Niederschlag ¹⁾ (mm)	742	866	902	790	770
Temperatur ¹⁾ (°C)	10,1	9,1	8,4	7,6	6,5
Bodenart	IS	tL	sL	sL	sL
Ackerzahl	24 - 32	71	53	52 - 56	37

¹⁾ Mittel 1961 - 1990

Ziel der Versuchsreihe war es, möglichst die gesamte Prozesskette vom Feld bis zur Biogaserzeugung inklusive der anfallenden Konservierungsverluste abzubilden. Deshalb wurden Proben aus dem geernteten Pflanzenmaterial an den beiden Standorten Aulendorf und Forchheim im Labor siliert und aus den Silagen mittels Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) die Gaserträge bestimmt. Zudem wurden im Labor die Siliereignung, die Qualität der Silagen auf die üblichen Parameter untersucht. Um den optimalen Erntetermin der alternativen Kulturen herauszufinden, wurde in Aulendorf zu zwei, in Forchheim zu drei unterschiedlichen Erntezeitpunkten geerntet.

In Abbildung 1 und 2 sind die Erträge in Normkubik (Nm³) Methan je Hektar und Jahr sowie die spezifischen Methanerträge in Nm³ je kg organische Trockenmasse (oTM) der Biomasse an den beiden Standorte Aulendorf und Forchheim dargestellt.

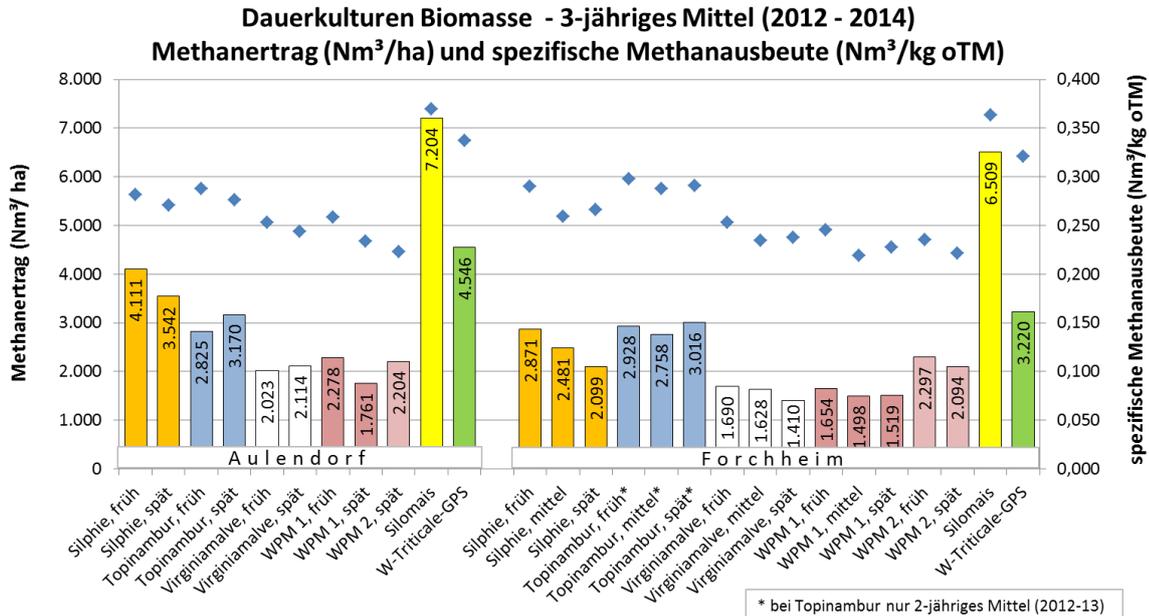


Abbildung 1: Methanerträge (Nm³ / ha*a) und spezifische Methanausbeute (Nm³ / kg oTM) im dreijährigen Mittel; 2012 – 2014

Ergänzend zu den o.g. Kulturen wurde im Jahr 2013 an den beiden Standorten Aulendorf und Forchheim auf der Versuchsfläche Szarvasigras ausgesät und in den Jahren 2014 – 2016 beerntet und analog den anderen Kulturen ebenfalls bis hin zum Biogasertrag untersucht. Die Etablierung sollte bereits 2012 erfolgen, aufgrund schlechter Saatgutqualität konnte jedoch kein Bestand etabliert werden, so dass ein Jahr später erneut ausgesät werden musste. Da die Konkurrenzkraft von Szarvasigras in der Jugendentwicklung sehr schwach ist und sie zudem sehr langsam verläuft, besteht ein nicht geringes Ansaatrisiko. Die Ernte erfolgte in zwei Schnitten. Auch hier wurden beim ersten Schnitt zwei verschiedene Zeitpunkte geprüft. Es zeigte sich, dass ein etwas späterer erster Schnitt im Mittel der drei Jahre die höheren Gesamtmethanerträge erbrachte, obwohl der spezifische Methanertrag dadurch spürbar abfiel (Abb. 2).

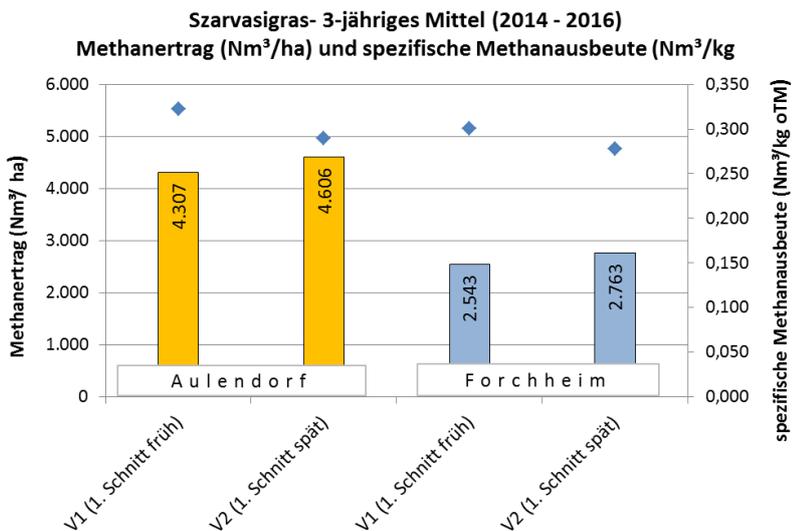


Abbildung 2: Gesamtmethanerträge (Nm³/ha*a) aus 1. und 2. Schnitt und spezifische Methanausbeute von Szarvasigras (Nm³/kg oTM) im dreijährigen Mittel; 2014 – 2016

Ökonomische Auswertung

Basierend auf dem Mittel der 3 Hauptertragsjahre im Versuchszeitraum 2012 – 2104 wurden die Methanerträge je Hektar und Kultur ermittelt. Unter Zugrundelegung dieser Erträge wurden die Vollkosten der Substraterzeugung anhand der Kalkulationsdaten Futterbau (Version 4.0, 2017) der LEL Schwäbisch Gmünd errechnet. Dabei ist ein mittleres Pachtpreisniveau von 300 €/ ha unterstellt. Bei den Kosten der Durchwachsenen Silphie wird das mittlerweile in der Praxis etablierte Saatverfahren berücksichtigt. Im Versuch wurde noch mit der deutlich aufwändigeren Pflanzung gearbeitet. Als Vergleich zu den mehrjährigen Kulturen werden die Erträge und Kosten der Mais-GPS-Fruchtfolge dargestellt. Für die alternativen Arten ist jeweils nur der für die jeweilige Kultur bessere Erntezeitpunkt dargestellt. Im Mittel der drei Jahre und der fünf Standorte ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Durchschnittswerte.

Tabelle 2: Erträge und Vollkosten der mehrjährigen Kulturen, bzw. der Fruchtfolge Mais / Getreide-GPS im Mittel der 5 Standorte

	Erträge 2012 - 2014		Vollkosten*		
	TM-Ertrag (t/ha)	CH ₄ Ertrag (m ³ / ha)	Je ha und Jahr	Je m ³ CH ₄	Je kWh _{el}
Silphie, früh	15,3	3.657	1.663 €	0,45 €	0,123 €
Topinambur, spät	13,0	3.201	2.087 €	0,65 €	0,176 €
Virginiamalve, spät	8,1	1.739	1.622 €	0,93 €	0,252 €
WPM 1, früh	8,8	1.954	1.264 €	0,65 €	0,175 €
Szarvasigras spät (2014 – 2016, nur 2 Standorte)	14,8	3.685	1.468	0,41 €	0,111 €
Fruchtfolge Silomais / Getreide-GPS	18,7	5.910	1.909 €	0,32 €	0,087 €

* Vollkosten lt. Kalkulationsdaten Futterbau (inkl. MwSt, ohne Kosten Lagerraum, abzügl. Prämien)

Mehrjährige Kulturen haben den Vorteil, dass keine jährliche Bodenbearbeitung und Aussaat anfallen, i.d.R. wird zudem wenig bis kein Pflanzenschutz benötigt und auch der Düngereinsatz ist geringer. Allerdings reichten diese jährlichen Kosteneinsparungen nicht aus, den geringeren Energieertrag je ha auszugleichen, da die Unterschiede im Methanertrag im Vergleich mit Silomais und Getreide-GPS doch zu groß sind. Zudem sind die Kosten für die Etablierung teilweise sehr hoch, da z.B. Topinambur oder die Virginiamalve gepflanzt werden müssen. In manchen Beständen kam es im Lauf der Jahre zudem zu einer starken Verunkrautung bzw. -grasung im Frühjahr, sodass die eigentliche Kultur unterdrückt wurde. In der Folge zeigte sich, dass die Wildpflanzenmischungen die angestrebten 5 Jahre Nutzungsdauer nicht erreichen, sondern nach maximal 4 Jahre in die Fruchtfolge überführt oder neu angesät werden müssen. Auch Topinambur und Virginiamalve zeigten nach vier Jahren teils deutliche Ertragseinbrüche. Damit liegen die Vollkosten bei den Wildpflanzenmischungen und bei Topinambur mit 0,65 €/m³ Methan etwa doppelt so hoch wie bei der Mais-GPS-Fruchtfolge. Die Virginiamalve ist im Anbau aufgrund der niedrigen Energieerträge nochmals deutlich teurer. Einzig die Durchwachsene Silphie zeigte über die Jahre stabile Erträge und kann deutlich länger als 5 Jahre genutzt werden. In der Kalkulation wurde von 15 Nutzungsjahren ausgegangen. Sie liegt mit Methankosten von 0,45 €/ m³ relativ nah am Niveau der einjährigen Kulturen und könnte bei weiteren Fortschritten in der Pflanzenzucht und Optimierung der Produktionstechnik noch näher an Mais und GPS heranrücken. Bei Szarvigras wurde aufgrund der zunehmenden Verunkrautung, bzw. -vergrasung von einer Nutzungsdauer von maximal 4 Jahren ausgegangen. Aufgrund der relativ hohen Methanerträge / ha liegt es bei den Vollkosten noch etwas näher an den einjährigen Kulturen.

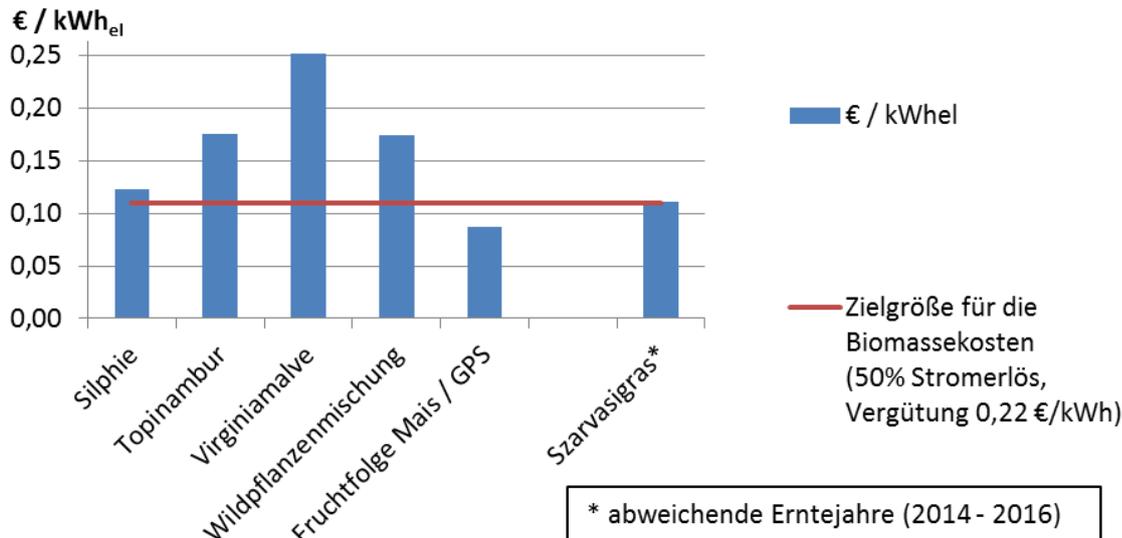


Abbildung 3: Biomassekosten (€/kWh_{el}) der geprüften Kulturen im Mittel der 5 Standorte

Die resultierenden Kosten in € je Kilowattstunde erzeugter elektrischer Strom (kWh_{el}) sind für den Biogasanlagenbetreiber eine entscheidende Größe. Die Stromerlöse für den nach EEG eingespeisten Strom liegen bei Nawaro-Biogasanlagen im Mittel bei 0,20 – 0,22 €/kWh. Als Faustzahl für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage gilt, dass die Biomassekosten nicht mehr als 50% der Stromerlöse betragen sollten. In der Abbildung 3 sind die Kosten in Bezug auf die geprüften Kulturen dargestellt. Die Fruchtfolge der einjährigen Kulturen bleibt unter der Linie von 0,11 €/kWh, die Durchwachsene Silphie liegt knapp darüber und alle weiteren Kulturen deutlich höher. Das Szarvasgras liegt genau auf dem Niveau von 0,11 €/kWh.

Allerdings gab es zwischen den einzelnen Standorten doch deutliche Unterschiede, so dass es für den Betreiber entscheidend ist, wie die Kulturen sich in der Nähe des eigenen Standorts präsentieren. Deshalb ist in Tab. 2 dargestellt welche Ergebnisse an den jeweiligen Standorten erzielt wurden. Da für die Standorte Döggingen, Öhringen und Krauchenwies nur die TM-Erträge erfasst wurden, aber keine weitergehenden Untersuchungen hinsichtlich Siliereignung und Gasausbeute erfolgte, wurden für diese Standorte für jede Kultur Ersatzwerte gerechnet. Diese wurden anhand den Konservierungsverluste und dem spezifischen Methanertrag der Proben an den Standorten Aulendorf und Forchheim ermittelt. Mais und GPS wurden an diesen Standorten nicht im Versuch mitgeführt. Deshalb haben wir für GPS die Durchschnittserträge aus dem Sortenvergleichsversuch von Wintertriticale an den Standorten herangezogen. Beim Silomais haben wir mit den Durchschnittswerten der Verrechnungssorten an den jeweiligen Standorten kalkuliert. Für den Standort Öhringen jeweils ersatzweise die Ergebnisse vom Standort Neuenstein.

Grundsätzlich ergibt sich an den Einzelstandorten ein ähnliches Bild, wie im Mittel über die 5 Standorte (s. Tab. 3). Je nach Ertragsfähigkeit variiert der Abstand im Ertrag und den Vollkosten zwischen der Mais-GPS-Fruchtfolge und den alternativen Kulturen. Teilweise liegen die Biomassekosten höher als die Stromerlöse für Nawaro-Biogasanlagen von rund 0,20 – 0,22 €/kWh_{el}. Da in vielen verdichtungsintensiven Regionen, in denen sich auch die Mehrzahl der Biogasanlagen befindet, das Pachtpreinsniveau deutlich höher liegt als der baden-württembergische Durchschnitt von knapp 300 €/ha, wurden zusätzlich auch die Vollkosten / kWh_{el} bei einem deutlich höheren Pachtpreinsniveau von 700 €/ha dargestellt. Aufgrund des geringeren Methanertrags je ha verlieren die alternativen Kulturen jedoch nochmals deutlich in der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den klassischen Kulturen Mais und Triticale-GPS.

Tabelle 3: Mittlere Erträge und Vollkosten der mehrjährigen Kulturen, bzw. der Fruchtfolge Mais / Getreide-GPS an den jeweiligen Einzelstandorten

	Erträge 2012 - 2014		Vollkosten* (300 € Pacht)			Vollkosten (700 € Pacht) €/ kWh _{el}
	TM-Ertrag (t/ha)	CH ₄ Ertrag (m ³ / ha)	€/ ha	€/m ³ CH ₄	€/ kWh _{el}	
<u>Aulendorf</u>						
Silphie, früh	17,7	4.111	1.766	0,43	0,116	0,142
Topinambur, spät	13,3	3.170	2.100	0,66	0,179	0,213
Virginiamalve, spät	9,9	2.114	1.678	0,79	0,215	0,266
WPM 1, früh	9,9	2.278	1.290	0,57	0,153	0,200
Szarvasigras spät (2014 – 2016)	18,3	4.606	1.573	0,34	0,092	0,116
FF Silomais / Getreide-GPS	18,1	5.875	1.902	0,32	0,087	0,106
<u>Forchheim</u>						
Silphie, früh	11,6	2.871	1.503	0,52	0,141	0,179
Topinambur, spät	11,8	3.016	2.041	0,68	0,183	0,219
Virginiamalve, früh	7,5	1.690	1.606	0,95	0,257	0,321
WPM 1, früh	7,6	1.654	1.288	0,78	0,211	0,276
Szarvasigras spät (2014 – 2016)	11,3	2.763	1.363	0,49	0,132	0,172
FF Silomais / Getreide-GPS	15,6	4.865	1.825	0,38	0,101	0,124
<u>Döggingen</u>						
Silphie, früh	15,7	3.761	1.680	0,45	0,121	0,149
Topinambur, früh	14,0	3.544	2.142	0,60	0,163	0,194
Virginiamalve, früh	8,2	1.827	1.628	0,89	0,241	0,300
WPM 1, früh	8,8	1.945	1.247	0,64	0,173	0,229
FF Silomais / Getreide-GPS	18,8	5.899	1.865	0,32	0,085	0,104
<u>Krauchenwies</u>						
Silphie, früh	15,7	3.761	1.680	0,45	0,121	0,149
Topinambur, spät	11,1	3.127	2.014	0,73	0,198	0,238
Virginiamalve, spät	8,6	1.845	1.637	0,89	0,240	0,298
WPM 1, früh	7,5	1.659	1.197	0,72	0,195	0,274
FF Silomais / Getreide-GPS	21,0	6.605	1.997	0,30	0,082	0,098
<u>Öhringen</u>						
Silphie, früh	15,8	3.784	1.685	0,45	0,120	0,149
Topinambur, spät	16,1	3.981	2.210	0,56	0,150	0,177
Virginiamalve, früh	7,7	1.716	1.612	0,94	0,254	0,317
WPM 1, früh	10,1	2.234	1.297	0,58	0,157	0,205
FF Silomais / Getreide-GPS	20,0	6.307	1.956	0,31	0,084	0,101

* Vollkosten lt. Kalkulationsdaten Futterbau (inkl. MwSt, ohne Kosten Lagerraum, abzügl. Prämien)

Fazit

Das Ergebnis zeigt, dass im Vergleich zu einer Silomais-GPS-Fruchtfolge bei den untersuchten mehrjährigen Kulturen deutlich mehr Ackerfläche notwendig ist, um den gleichen Methanertrag zu erreichen. Zudem liegen die Kosten der Biomasseerzeugung wesentlich höher. Noch die geringsten Vollkosten hat Szarvasigras, gefolgt von der Durchwachsenen Silphie. Bei beiden Kulturen liegen die Vollkosten häufig noch im Bereich von 50% der Einspeisevergütung und können damit auch aus ökonomischen Gesichtspunkten als Alternativen in Betracht gezogen werden, zumindest als Ergänzung zu den klassischen Biogaskulturen. Die Alternativkulturen werden aber auch aus ökologischer Sicht diskutiert. Unter diesen Aspekten bieten sich vor allem Grenzertragsstandorte, ungünstige Schlagformen und Randstreifen entlang von Wegen und Gewässer für deren Anbau, nicht nur zur Verbesserung der Biodiversität, an. Zudem gewinnt die Durchwachsene Silphie deutlich an Attraktivität, da diese ab 2018 greeningfähig ist und damit nicht nur für Biogasanlagenbetreiber als Kulturart interessant wird.