

ENERGIEPFLANZEN



Foto: LLFG Bernburg

Abb. 1: Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*).

Anbau- und Ertragsvergleich mehrjähriger Energiepflanzen am Standort Bernburg

Mehrjährige Energiepflanzen im Vergleich

Dr. Lothar Boese, Isolde Reichardt und Dr. Johann Rumpler, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau Bernburg

*Mit Relativerträgen um 80 % kamen Durchwachsene Silphie, Rutenhirse und der Staudenknöterich *Igniscum* dem Silomais im Trockenmasseertrag am nächsten.*

In Deutschland sind knapp 9.000 Biogasanlagen in Betrieb. Wenn derzeit auch kaum ein Zubau stattfindet, so sind die vorhandenen Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen doch möglichst effektiv zu betreiben. Neben Abprodukten aus der Tierproduktion und anderen Reststoffen sind Cosubstrate in Form von Biomasse aus landwirtschaftlichem Anbau nach wie vor ein wichtiger Bestandteil des Substratmixes. Auf etwa 1,4 Mio. Hektar wachsen in Deutschland Energiepflanzen für die Biogasproduktion, vorrangig Silomais und Getreide. Hinzu kommen noch Pflanzen zur Produktion von Biokraftstoffen (Biodiesel, Bioethanol) und für Festbrennstoffe.

In verschiedenen Forschungseinrichtungen werden Anbauversuche durchgeführt, um die Palette dieser Arten, darunter auch mehrjährige, zu erweitern. Mehrjährige Kulturen haben den Vorteil, dass nach erfolgreicher Bestandsetablierung über viele Jahre eine Nutzung möglich ist und bei mäßiger Düngung Kosten für jährliche Bodenbearbeitung, Aussaat und Pflanzenschutz eingespart werden können. Darüber hinaus kann mit ihrem Anbau die Biodiversität auf dem Agrarland erhöht werden.

Im Jahr 2007 wurde am Standort Bernburg (Löss-Schwarzerde, mittlere Jahrestemperatur [1981–2010] 9,7 °C, mittlere Jahresniederschlagsmenge 511 mm)

der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt der Anbau- und Ertragsvergleich mehrjähriger Energiepflanzen begonnen. Dazu wurden Durchwachsene Silphie, Sandmalve, Energieampfer und Rutenhirse gepflanzt bzw. gesät.

Getestete Arten

Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*, **Abb. 1**), auch Kompass- oder Becherpflanze genannt, hat in den zurückliegenden Jahren, wenn auch auf niedrigem Niveau, eine kontinuierliche Ausdehnung ihres Anbaus erfahren. Sie steht mittlerweile bundesweit auf etwa 450 Hektar. Der ausdauernde Korbblütler mit den gelben Blüten stammt aus Nordamerika, entwickelt im Bestand drei bis fünf Stängel je Pflanze und wird bis 2,50 m hoch. Bisher wird die Silphie mit vier Pflanzen/m² ab Mitte April bis in den Juni hinein gepflanzt. Nachdem ein rationelles Verfahren der Saatgutproduktion einschließlich einer Keimstimulierung des Saatguts zur Verbesserung des Feldaufgangs entwickelt wurde, wird die Einzelkornsaat (2,0–2,5 kg/ha) mit deutlich geringeren Kosten empfohlen. Die Ernte zur Silierung erfolgt von Mitte August bis Mitte September.

Die **Sandmalve** (*Sida hermaphrodita*, **Abb. 2**), auch Riesen- bzw. Virginiamalve oder kurz Sida genannt, stammt ebenfalls aus Nordamerika. In Polen wurde sie schon seit den



Abb. 2:
Sandmalve oder Sida
(*Sida hermaphrodita*).

1950er Jahren züchterisch bearbeitet. Die winterharte Pflanze mit den ahornähnlichen Blättern kann drei bis vier Meter hoch werden. Die Saatstärke (2-3 kg/ha) sollte wegen des oft schwachen Feldaufgangs nicht zu gering gewählt werden. Seit 2011 steht auch pilliertes Saatgut zur Verfügung. Um den Schwierigkeiten der Bestandsetablierung durch Saat aus dem Wege zu gehen, können auch vorgezogene Sämlinge oder Rhizome mit Gemüsepflanz- bzw. Kartoffellegemaschinen gepflanzt werden. Die Sandmalve kann feucht zur Silierung und anschließenden Biogasproduktion oder nach dem Winter trocken zur Verbrennung geerntet werden.



Abb. 3:
Energieampfer (*Rumex Schavnat*),
eine Kreuzung aus Ampfer mit Spinat.

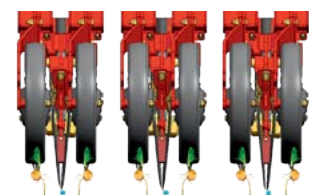
Energieampfer („*Rumex Schavnat*“) ist eine Kreuzung aus Ampfer (*Rumex*) und Spinat (**Abb. 3**) und wurde in der Ukraine ursprünglich als Futterpflanze gezüchtet. Aus den russischen Bezeichnungen der Ausgangsarten wurde durch den Züchter das Kunstwort „Schavnat“ gebildet. Das Besondere dieser Hybride, die durch Saat etabliert werden kann, ist ihr sehr früher Austrieb und ihre Frohwüchsigkeit unter kühlen Bedingungen, so dass schon ab Mitte Mai geerntet werden kann. Vom Saatguthändler werden bei ausreichendem Feuchteangebot bis zu drei Schnitte und insgesamt 160 dt/ha Trockenmasse in Aussicht gestellt.

Perfekte Aussaat. Reiche Ernte.



PÖTTINGER TERRASEM

- Universalmaschinen für Mulch- oder Normalsaat
- 3 bis 9 m Arbeitsbreite
- Exakte Saatgutablage
- Einzigartige Boden Anpassung



FERTILIZER Unterfußdüngung

PÖTTINGER

Rutenhirse (*Panicum virgatum*, **Abb. 4**), in den USA Switchgrass genannt, hat ihren Ursprung in den Prärien Nordamerikas, wo sie schon lange zu Futterzwecken, in jüngerer Zeit aber auch energetisch genutzt wird. Vorteile sind ihre Winterhärte und die Möglichkeit der Etablierung durch Saat.

Das erste Hauptnutzungsjahr der genannten Arten war 2008. In den Folgejahren kamen noch weitere Kulturen hinzu:

Der **Staudenknöterich** *Igniscum* (**Abb. 5**) ist eine durch US-Patent geschützte Züchtung des Sachalin-Staudenknöterichs (*Fallopia* oder *Reynoutria sachalinensis*). Der Bestand ist sehr schnellwüchsig und kann bis zu vier Meter hoch werden. Die Stängel der invasiven, durch Rhizome zu vermehrenden Pflanzen sind allerdings hohl.

Blaustängelgras (*Andropogon gerardii* „Big Bluestem“, **Abb. 6**) ist wie die Rutenhirse ein Präriegras aus Nordamerika.

Miscanthus (*Miscanthus x giganteus*, **Abb. 7**), auch „Chinaschilf“ genannt, ist ein wahrscheinlich natürlicher Hybrid aus *M. sinensis* und *M. sacchariflorus*. Es wurde 1935 als Zierpflanze nach Europa eingeführt, seit den 1960er Jahren in Dänemark als Energiepflanze zur Verbrennung angebaut und seit Ende der 1980er Jahre auch in Deutschland intensiv erforscht.

Triarrhena (*Triarrhena lutarioriparia*, **Abb. 8**) stammt aus China und wird dort zur Papierproduktion angebaut. In Europa war sie bislang nur als Ziergras bekannt. In ihrem Habitus ähnelt sie dem Miscanthus, wird sogar noch größer mit einer allerdings geringeren Bestandesdichte.

Im Jahr 2011 wurde als letzte Art das **Riesenweizengras** der Hybridsorte Szarvasi-1 in Frühlingsaussaat etabliert (**Abb. 9**). Dieses trocken-tolerante und frostharte Gras (bis 2,50 m hoch), in Ungarn auf Basis der Stumpfblütigen Quecke (*Elymus obtusiflorus*) und weiterer Arten aus dem asiatischen Raum gezüchtet, wurde in Deutschland durch die Anbauversuche der Landwirtschaftlichen Lehranstalten Triesdorf (Mittelfranken) in den Jahren 2009 bis 2011 bekannt, in denen es im Mittel höhere Trockenmasse- und Methanerträge als Mais lieferte.



Abb. 4: Rutenhirse oder Switchgrass (*Panicum virgatum*), ein Präriegras.



Abb. 7: Miscanthus oder Chinaschilf (*Miscanthus x giganteus*).



Abb. 5: Staudenknöterich *Igniscum*, eine Züchtung aus dem Sachalin-Staudenknöterich (*Fallopia sachalinensis*).



Abb. 8: Das Riesenschilf *Triarrhena* (*Triarrhena lutarioriparia*) erreicht eine Höhe von mehr als 4 m.



Abb. 6: Blaustängelgras (*Andropogon gerardii* „Big Bluestem“), ebenfalls ein amerikanisches Präriegras.



Abb. 9: Das Riesenweizengras ist eine Züchtung auf der Basis der Stumpfblütigen Quecke (*Elymus obtusiflorus*).

—Vergleich der Arten

In Bernburg wurde in der Regel einschnittig feucht zur Silierung geerntet, teilweise auch zusätzlich nach dem Winter trocken zur Verbrennung. In **Tabelle 1** sind die Erträge aller

Versuchsjahre dargestellt. Da die verschiedenen Arten über unterschiedliche Zeiträume geprüft wurden, sind die Mittelwerte über Jahre nicht direkt vergleichbar, vermitteln aber einen Eindruck vom Ertragspotenzial

der jeweiligen Art. Das Jahr der Pflanzung bzw. Ansaat wurde nicht mit einbezogen. Zusätzlich wurden die Erträge relativ zu Silomais (Mittel aus fünf Sorten) dargestellt, der mit weiteren einjährigen Arten parallel auf dem gleichen Feld geprüft wurde.

Die spezifische Methanausbeute des grün geernteten Materials wurde nach Transport und Lagerung (gefroren) ohne vorherige Silierung in sogenannten Batch-Tests in 2-l-Gärflaschen bestimmt (Tab. 2). Die Methanausbeute des Maises wurde nicht bestimmt, kalkulatorisch stattdessen der KTBL-Richtwert für Maissilage (340 l_N/kg oTM = Normliter Methan je kg organischer Trockenmasse) angesetzt. Multipliziert mit dem Ertrag organischer Trockenmasse (d. h. ohne Ascheanteil) errechnet sich jeweils der potenzielle Methanhektarertrag.

Der Staudenknöterich *Igniscum* wurde in der Regel in der zweiten Augushälfte mit im Mittel 32 % TS grün geerntet. Im Jahr 2013 konnte der Bestand nicht beerntet werden. Mit 188 dt/ha (83 % zu Mais) erreichte diese Art im Mittel über fünf Jahre den höchsten Trockenmasseertrag. Dieses Ergebnis ist deutlich durch das Ausnahmejahr 2014 mit überdurchschnittlich viel Sommerniederschlägen beeinflusst. Ohne das Jahr 2014 fällt der Mittelwert auf 160 dt/ha (72 %) zurück. Weitere Parzellen des gleichen Aufwuchses wurden nach Winter trocken (Mittel 81 % TS) geerntet. Hierbei reduzierte sich der Ertrag durch den Blattverlust über Winter auf 89 dt/ha TM (relativ 47 % zur Grünernte; nicht im Einzelnen dargestellt). Im Labortest erreichte *Igniscum* eine Methanausbeute von 132 l_N/kg oTM). Daraus errechnet sich ein potenzieller Methanhektarertrag von 2.237 m³ (30 % zu Mais).

Als Arten mit ebenso hohem Ertragspotenzial erwiesen sich Rutenhirse (Switchgrass) und Durchwachsene Silphie. Die Rutenhirse kam bei einschnittiger Grünernte im August mit 34 % TS im sechsjährigen Mittel auf 180 dt/ha TM (83 % zu Mais). Bei Trockenernten nach Winter erreichte diese Art mit 85 % TS-Gehalt 167 dt/ha TM

Tab. 1: Trockenmasseertrag mehrjähriger Energiepflanzen und Mais am Standort Bernburg 2008–2014.

Jahr	Mais	Durchwachsene Silphie	Sandmalve (Sida)	Energieampfer (Rumex)	Rutenhirse (Switchgrass)	Staudenknöterich <i>Igniscum</i> ®	Blaustängelgras	Miscanthus	Triarrhena	Riesenweizengras Szarvasi-1
Trockenmasseertrag (dt/ha TM)										
2008	184	173	116	86	123	-	-	147	-	-
2009	219	141	134	60	178	155	-	155	-	-
2010	212	145	85	53	202	178	105	120	-	-
2011	249	175	40	-	196	146	102	138	59	-
2012	220	194	171	59	193	161	161	150	82	240
2013	208	147	118	56	188	-	138	138	118	99
2014	237	238	123	38	-	301	-	192	171	118
Mittel	218	173	112	59	180	188	127	149	108	152
relativ zu Mais (%)										
2008	100	94	63	47	67	-	-	80	-	-
2009	100	64	61	27	81	71	-	71	-	-
2010	100	68	40	25	95	84	50	57	-	-
2011	100	70	16	-	79	59	41	55	24	-
2012	100	88	78	27	88	73	73	68	37	109
2013	100	71	57	27	90	-	66	66	57	48
2014	100	100	52	16	-	127	-	81	72	50
Mittel	100	79	52	28	83	83	58	68	47	69

(93 % zur Grünernte). Die Methanausbeute der Grünernte betrug 203 l_N/kg oTM, der potenzielle Methanertrag 3.466 m³/ha (49 % zu Mais). Die Durchwachsene Silphie erreichte im siebenjährigen Mittel 173 dt/ha TM (79 % zu Mais). Auch ihr kam das Hohertragsjahr 2014 mit 238 dt/ha (100 % zu Mais) zugute. Ihre spezifische Methanausbeute betrug 239 l_N/kg oTM, ihr potenzieller Methanertrag damit 3.630 m³/ha (52 % zu Mais), der höchste Wert aller hier verglichenen Arten.

Im mittleren Ertragsbereich lagen Riesenweizengras, Miscanthus und Blaustängelgras. Beim Riesenweizengras „Szarvasi-1“ standen einem Spitzenertrag von 240 dt/ha im ersten Hauptertragsjahr ent-



VITU
die präzise
Scheibensämaschine

exakte Saatgutablage
durch hydraulische
Schardruckeinstellung

hohe Laufruhe
durch zweireihigen
Reifenpacker

Tab.2: Spezifische Methanausbeute und potenzieller Methanhektarertrag.

Jahr	Mais	Durchwachsene Silphie	Sandmalve (Sida)	Energieampfer (Rumex)	Rutenhirse (Switchgrass)	Staudenknöterich Igniscum®	Blaustängelgras	Riesenweizengras Szarvasi-1
Methanausbeute (l_N/kg oTS)								
2008	340	378	120	489	124	-	-	-
2009	340	286	211	257	232	135	-	-
2010	340	228	235	317	212	163	285	-
2011	340	213	-	-	226	133	213	-
2012	340	218	189	288	226	126	238	209
2013	340	175	174	252	196	-	206	178
2014	340	178	198	-	-	105	-	222
Mittel	340	239	188	321	203	132	236	203
Methanertrag (m³/ha)								
2008	5.988	5.859	1.318	3.928	1.444	-	-	-
2009	7.115	3.524	2.661	1.433	3.832	1.965	-	-
2010	6.876	2.939	1.858	1.589	4.000	2.771	2.813	-
2011	8.063	3.291	-	-	4.093	1.779	2.034	-
2012	7.145	3.692	3.006	1.565	3.956	1.874	3.552	4.660
2013	6.718	2.310	1.934	1.416	3.471	-	2.672	1.658
2014	7.754	3.796	2.260	-	-	2.797	-	2.486
Mittel	7.094	3.630	2.173	1.986	3.466	2.237	2.768	2.935
Methanertrag relativ zu Mais (%)								
2008	100	98	22	-	24	-	-	-
2009	100	50	37	20	54	28	-	-
2010	100	43	27	23	58	40	41	-
2011	100	41	-	-	51	22	25	-
2012	100	52	42	22	55	26	50	65
2013	100	34	29	21	52	-	40	25
2014	100	49	29	-	-	36	-	32
Mittel	100	52	31	22	49	30	39	41

täuschende 99 bzw. 118 dt/ha in den beiden Folgejahren gegenüber. Damit erreicht diese Art in Bernburg im dreijährigen Mittel nur 152 dt/ha (= 69 % zu Mais). Es wurde nur einschnittig Mitte Juli bis Mitte August bei TS-Gehalten von etwa 45 % geerntet. Der späte Schnittermin erklärt auch die niedrige Methanausbeute von 203 l_N/kg oTM. Trockenernten des gesamten vorjährigen Aufwuchses nach Winter lieferten im Mittel 111 dt/ha (= 73 % des Ertrages vor Winter).

Zum Anbau von Miscanthus wurde bereits im Jahr 1994 am Standort Bernburg durch die Hochschule Anhalt ein mehrfaktorieller Versuch angelegt, dessen Aufwüchse nach wie vor trocken nach dem Winter beerntet werden. Die Ertragsdaten dieses Versuches wurden hier einbezogen. Die Erträge erreichten im siebenjährigen Mittel 149 dt/ha (= 68 % zu Mais). Die Gasausbeute des trockenen Materials wurde nicht bestimmt. Der Bestand

schien in den letzten Jahren zu degenerieren. In den ersten acht Ertragsjahren (1998–2005) war ein mittlerer Ertrag von 180 dt/ha TM erreicht worden.

Blaustängelgras erreichte bei einschnittigen Ernten im August (32 % TS) im vierjährigen Mittel einen Trockenmasseertrag von 127 dt/ha (58 % zu Mais). Die Methanausbeute betrug 236 l_N/kg oTM, der potenzielle Methanertrag damit 2.768 m³/ha (39 % zu Mais). Trockenernten nach Winter erbrachten im Mittel 134 dt/ha, was auf geringe Blattverluste über Winter und/oder einen Ertragszuwachs im Herbst hindeutet.

Noch geringere Erträge erreichten Sandmalve (7 Jahre, 112 dt/ha = 52 %), Triarrhena (4 Jahre, 108 dt/ha = 47 %) und der Energieampfer Rumex (6 Jahre, 59 dt/ha = 28 %). Die Sandmalve wurde in Bernburg nur feucht in der zweiten Augusthälfte geerntet. Im vierten Jahr begann der Bestand durch Befall mit

Sklerotinia-Weißstängeligkeit zu degenerieren und wurde neu angelegt. Über Pilzkrankheiten bei Sandmalve berichten auch andere Versuchsansteller. Bei Triarrhena wurden nur Trockenernten nach Winter ohne Ermittlung der Methanausbeute durchgeführt. Die augenscheinlich niedrige Bestandesdichte (Triebzahl) konnte durch den hohen Wuchs der Pflanzen nicht ausgeglichen werden.

Rumex enttäuschte am Standort Bernburg absolut. Zwar konnte schon Mitte Mai der erste Schnitt durchgeführt werden, die Folgeaufwüchse erreichten aber unter den Bedingungen des Standorts jedoch selten Schnittwürdigkeit. Hinzu kam Befall mit Pilzkrankheiten und Blattrandkäfern, so dass zwischenzeitlich umgebrochen und neu ausgesät werden musste. Auch die unter den mehrjährigen Arten höchste gemessene Methanausbeute des Rumex (321 l_N/kg oTM) konnte seine Gesamtbewertung nicht verbessern.

Fazit

Mehrjährige Energiepflanzen können einen wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Biodiversität in Agrarlandschaften leisten. Ihre ganzjährige Bodenbedeckung ermöglicht einen Erosionsschutz auch über Winter. Hinzu kommen je nach Art weitere ökologische Wirkungen als Bienenweide oder Rückzugsort für Insekten und andere Tiere. Ihr Anbau gestaltet sich nach der Etablierung einfach, kostensparend und ressourcenschonend.

Hinsichtlich Trockenmasseertrag, Methanausbeute und potenziellem Methanhektarertrag reichten sie jedoch am Schwarzerdestandort Bernburg im mitteleuropäischen Trockengebiet an den Silomais meist nicht heran. Im Vergleichsanbau über bis zu sieben Jahre waren es in erster Linie Durchwachsene Silphie, Rutenhirse (Switchgrass) und Staudenknöterich Igniscum, die mit Relativerträgen um 80 % dem Mais am nächsten kamen. Bei Trockenernten nach Winter zur Nutzung als Festbrennstoff reduzierten Masseverluste den Ertrag noch weiter. Dennoch bietet sich der Anbau mehrjähriger Arten zur Nutzung ihrer ökologischen Vorteile vorrangig auf Klein- und Splitterflächen an. ■