

Pedro Gerstberger<sup>1</sup>, Friedrich Asen<sup>2</sup>, Christoph Hartmann<sup>3</sup>

## Zur Ökonomie und Ökologie der Becherpflanze (*Silphium perfoliatum* L.) im Vergleich zum Silomais

Economy and ecology  
of cup plant  
(*Silphium perfoliatum* L.)  
compared with silage maize

### Zusammenfassung

Im Vergleich zum Silomais als Biogas-Gärs substrat besitzt die nordamerikanische Becherpflanze (*Silphium perfoliatum*) zahlreiche agrarökologische Vorteile, die kurz angerissen werden. Wegen ihrer klima-, boden- und gewässerschonenden Eigenschaften sowie der positiven Auswirkungen auf die Biodiversität sollte die ausdauernde Art vermehrt und insbesondere auf erosionsgefährdeten Flächen angebaut werden. Wir ermittelten die Anbaukosten pro Hektar im Vergleich zu Silomais bei 15jähriger Kultur und über drei unterschiedliche Ertragsstufen. Der *Silphium*-Bestand wurde durch Pflanzung von 20.000/ha vorgezogenen Sämlingen etabliert. Beide Kulturarten liegen mit Zusatzvergütungen ökonomisch etwa auf gleicher Höhe. Weitere Gewinnpotentiale werden sich in den nächsten Jahren ergeben, wenn sich die Etablierungskosten durch Aussaat unter der Deckfrucht Mais verringern. Im Gegensatz zu Mais ist das Risiko für Nitrateinträge in das Grundwasser unter *Silphium* sehr gering. Es wird gefordert, die ökologisch vorteilhafte Becherpflanze in Agrarumweltprogramme aufzunehmen oder in das EU-Greening als förderfähig einzustufen.

**Stichwörter:** Becherpflanze, *Silphium*, Silomais, ökologische Vorteile, Bodenerosion, Anbaukosten, Nitrateintrag, Greening

### Abstract

The North American new bio-energy crop cup plant (*Silphium perfoliatum*) has a great deal of agro-ecological advantages compared to silage maize as discussed below. It offers a wide range of beneficial properties to climate, soil, groundwater and biodiversity hence, highly recommended to soils that are vulnerable to erosion. We calculated the cultivation cost of cup plant per hectare (established with 20,000 planted seedlings per hectare) for a 15 year period with 3 different yield levels and compared it to that of silage maize over the same time. Our results revealed that, together with additional compensations the costs are more or less on the same level. Additional profit may be possible, when seeding of cup plant will be successful in the future. In contrast to maize the risk for groundwater contamination with nitrate is very low under *Silphium*. We therefore recommend the incorporation of cup plant crop to special sup-

### Institut

Lehrstuhl für Pflanzenökologie, Universität Bayreuth, Germany<sup>1</sup>  
Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Abt. Landwirtschaft, Bayreuth, Germany<sup>2</sup>  
GeoTeam Gesellschaft für umweltgerechte Land- und Wasserwirtschaft mbH, Bayreuth, Germany<sup>3</sup>

### Kontaktanschrift

Dr. Pedro Gerstberger, Lehrstuhl für Pflanzenökologie der Universität Bayreuth, Universitätsstr. 30, 95440 Bayreuth, E-Mail: gerstberger@uni-bayreuth.de

### Zur Veröffentlichung angenommen

31. Oktober 2016

ports to regional or European common market greening programs.

**Key words:** Cup-plant, *Silphium*, corn, silage maize, ecological benefit, soil erosion, nitrate input, cultivation costs, greening

## Einleitung

Ertragreiche Silomais-Sorten dominieren den Ackerbau für die Biomethan-Produktion. 2015 wurden in Deutschland auf rund 1,4 Mio. ha Biogas-Energiepflanzen angebaut, wovon Silomais mit etwa 78% bei weitem überwiegt. Der gesamte Silomaisanbau (für Energie- und Fütterungszwecke) betrug 2015 in Deutschland 2,1 Mio. ha (entsprechend 18% der gesamten Ackerfläche Deutschlands, mit steigender Tendenz; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2016). Mit dem großflächigen Maisanbau können agrarökologische Probleme auftreten, wie vermehrter Humusabbau, Bodenerosion auf bereits gering geneigten Flächen, Eutrophierung von Grund- und Oberflächenwasser, Bodenverdichtung gepaart mit oberflächlichem Niederschlagsabfluss statt Versickerung, Zunahme von Wildschweinen und Schadinsekten und der massive Verlust der agrarischen Biodiversität (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN, 2013). Dies betrifft vor allem viehintensive Regionen mit 25–50% Silomais auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Seit längerem wird daher nach alternativen Biomasse-Pflanzen für die Biogasproduktion gesucht, deren Anbau sich weniger schädlich auf die Umwelt auswirkt. Als ausdauernde Wildstaude mit hoher Biomasse-Ertragsleistung ist die aus den Feuchtpärien Nordamerikas stammende Becherpflanze (Durchwachsene Silphie, *Silphium perfoliatum* L., Asteraceae) eine wertvolle ökologische Alternative zum Silomais (BIERTÜMPFEL und CONRAD, 2012; GERSTBERGER et al., 2012) (s. Abb. 1).

## Zahlreiche ökologische Vorteile der Becherpflanze

Ohne Einbußen und ohne Pestizide ist die Becherpflanze über 20 Jahre an gleicher Stelle nutzbar und erreicht auf gut wasserversorgten Standorten über die Jahre gemittelt ähnlich hohe und teilweise auch höhere Trockenmasse-Erträge wie Silomais. Durch die Pflugruhe, den jährlichen Streuabfall (untere Stängelblätter) und das ausgehende, lebende Wurzelwerk der Becherpflanze reichert sich wertvoller Humus im Boden an und kommt die Bodenerosion zum Erliegen. Die Bodenfauna kann sich regenerieren und die Versickerungsrate der Niederschläge verbessert sich. Der reiche Blütenbesatz der Stauden von Juli bis September fördert eine artenreiche Insektenwelt inklusive der Honigbiene, in einer heutzutage sehr blütenarmen Jahreszeit. In Mitteleuropa wurden bisher keine tierischen Schädlinge nachgewiesen.

Die bereits im März austreibenden Blätter der Becherpflanze erreichen je nach Witterung ab Anfang bis Mitte April die völlige Bodenbedeckung und schaffen damit

frühzeitig Deckungsmöglichkeiten für Tiere der Agrarlandschaft. Zugleich beschattet das dichte Laub den Boden, so dass – außer im Etablierungsjahr – keine Herbizide für die Bestandespflege erforderlich sind. Eine effektive Unkrautbekämpfung im ersten Jahr ist auch mit mechanischen Methoden (Striegel, Fingerhacke) möglich (GERSTBERGER et al., 2012).

Die Rest-Nitrat-Gehalte des Bodens ( $N_{\min}$ ) in 0–90 cm Bodentiefe im Spätherbst unter abgeernteten *Silphium*-Flächen waren nach unseren Untersuchungen bisher deutlich niedriger als bei benachbarten einjährigen Ackerkulturen. Im Mittel von 5 Standorten in Oberfranken und 5 Jahren (2011–2015) lagen die Restnitratgehalte nur bei 16 kg N/ha (Schwankungsbereich 8–24 kg N/ha) und damit in der Regel sogar niedriger als unter Grünland (GEOTEAM, 2015). Nach vergleichenden Untersuchungen der Wurzelsysteme ist dies auf die deutlich höhere Wurzeldichte und -tiefe von *Silphium* gegenüber Mais zurückzuführen (DÖRNER, 2015). Auch bei vergleichbaren Düngergaben wie bei Mais spielen Nitratreinträge in das Grundwasser unter *Silphium*-Flächen daher keine Rolle.

Keine dieser nachhaltigen, klima- und umweltfreundlichen Ökosystem-Dienstleistungen von *Silphium*-Kulturen werden dem Landwirt bisher honoriert.

## Vergleich der Anbaukosten: Silomais versus *Silphium*

Bisher liegen keine oder nur sehr vage Kostenschätzungen des Anbaus der Becherpflanze als Biogassubstrat vor. Zur Gesamtbewertung der Ökonomie haben wir daher die reinen, jährlichen Anbaukosten von 15 Jahren Silomais im Vergleich zu einer 15jährigen Kultur der Becherpflanze nach unseren insgesamt 9jährigen Erfahrungen aus Oberfranken (Nordbayern) ermittelt (s. Tab. 1). In die Berechnung gingen sämtliche negativen wie positiven Kostenfaktoren ein, wie:

- bei *Silphium*: negativ: höhere Etablierungskosten (maschinelle Pflanzung von 20.000 vorgezogenen



Abb. 1. *Silphium*-Blüte mit Bienen.

Sämlingen pro ha), max. 2malige Bewässerung im Pflanzjahr, kein Ertrag im ersten Jahr, mit 27–31% TM etwas höherer Wassergehalt zur Erntezeit, etwa um 10–13% geringere Methanausbeute als bei Silomais; positiv: ab 2. Jahr keine Bodenbearbeitung und Ar-

beitsstunden zur Bestandespflege mehr und Verzicht auf jegliche Pflanzenschutzmittel,

- bei Silomais: negativ: höhere Arbeitsstundenleistung/ha, Maschineneinsatz und Treibstoffe für Pflügen, Grubbern und Aussaat, jährliche Preissteigerung

**Tab. 1. Anbaukostenvergleich zwischen Silomais und der Becherpflanze (Durchwachsene Silphie) für die Biogasproduktion pro ha und Jahr in drei unterschiedlichen Ertragsstufen für den Landkreis Bayreuth (Oberfranken, Bayern) für 2016.**

Kultur	Silomais	Silomais	Silomais	Durchwach- sene Silphie	Durchwach- sene Silphie	Durchwach- sene Silphie
Ertrag	schlechter Ertrag	mittlerer Ertrag	guter Ertrag	schlechter Ertrag 2 × Wässern	mittlerer Ertrag 2 × Wässern	guter Ertrag 2 × Wässern
Nutzungsdauer	jährlich	jährlich	jährlich	15 Nutz- jahre	15 Nutz- jahre	15 Nutz- jahre
Grünmasse t/ha	45,2	50,0	54,8	48,3	53,4	58,6
% Trockensubstanz im Erntegut	31	31	31	29	29	29
Ertrag t Trockenmasse/ha netto (1)	<b>14,0</b>	<b>15,5</b>	<b>17,0</b>	<b>14,0</b>	<b>15,5</b>	<b>17,0</b>
Variable Produktionskosten €/ha:						
Saatgut/Pflanzgut (2)	300	300	300	200	200	200
Düngung (3)						
Stickstoff	161	188	216	161	188	216
Phosphor	86	95	105	29	32	35
Kalium	194	210	230	193	213	234
Magnesium	67	74	82	91	101	111
Pflanzenschutz (4)	65	65	65	6	6	6
Variable Maschinenkosten inkl. Lohnernte (5)	613	654	694	541	592	642
Silokosten (6)	42	46	51	42	46	51
Versicherung (7)	32	34	37	22	24	26
Summe variable Kosten €/ha	1560	1667	1778	1284	1402	1520
+ Bayer. Kulturlandschaftsprogramm (8)	85	85	85	85	85	85
+ Ausgleichszulage (9)						
+ EU-Zahlungsansprüche (10)	273	273	273	273	273	273
Variable Kosten mit Förderung €/ha	1202	1309	1420	926	1044	1162
Akh/ha	6,1	6,4	6,7	3,5	3,7	3,9
Variable Kostendeckung/Akh	197	204	212	265	282	298
+ Korrektur Methanausbeute (11)				410	450	490
- Korrektur Arbeitszeiterparnis (12)				-60	-60	-60
+ Korrektur entgangener Gewinn im Pflanz- jahr (13)				20	20	20
<b>Endgültige Kosten €/ha</b>	<b>1202</b>	<b>1309</b>	<b>1420</b>	<b>1296</b>	<b>1454</b>	<b>1612</b>

1) Trockenmasseerträge nach Abzug von Feldverlusten

2–7) siehe Erläuterungen

8) Bayerisches Kulap B 44 – ‚vielfältige Fruchtfolge‘

9) Für beide Früchte gibt es keine Ausgleichszulage

10) Produktionsunabhängige Prämie (Grundprämie + Greeningprämie)

11) 13% geringerer Methanertrag/Jahr

12) Ca. 3 Stunden/Jahr Arbeitszeiterparnis mit 20,-/Stunde (Kein PS-Zukauf, Saatgutzukauf...)

13) Verlust eines Deckungsbeitrages im Anpflanzjahr mit 300,-/ha geteilt durch 15 Nutzzahre (Vergleich Getreide 2015)

**Tab. 2. Erläuterungen 1 und 2 zu Tab. 1.: 1) Silomaiserträge laut Maisertragsermittlung Landkreis Bayreuth (1999–2015), Erträge von Silphie nach Erhebungen Landkreis Bayreuth; 2) Daten von Landesanstalt für Landwirtschaft/Freising (LfL) – Preis-erhebung 2016 inkl. MWSt:**

€/dt/E/kg	Silomais schlechter Ertrag	Silomais mittlerer Ertrag	Silomais guter Ertrag	Silphie schlechter Ertrag	Silphie mittlerer Ertrag	Silphie guter Ertrag
Preise Z-Saatgut (gebeizt) bzw. Pflanzgut*	110	110	110	0,15	0,15	0,15
Faktor Saatgut (bei Mais Preissteigerung von 24% in 8 Jahren = 3%/Jahr)	1,24	1,24	1,24			
				Erntejahre	Erntejahre	Erntejahre
Neuansaat in Jahren	1	1	1	15	15	15
Saatstärke/Pflanzstärke Einheit bzw. Anzahl/ha	2,2	2,2	2,2	20000	20000	20000

\* 20000 Pflanzen bei Silphie × 0,15 Cent/Pflanze geteilt durch 15 Jahre

**Tab. 3. Erläuterung 3 zu Tab. 1.: 3) Düngung – lose Ware:**

Reinnährstoffkosten für N/P/K/Mg €/kg	N	P	K	Mg		
kg/ha	Silomais schlechter Ertrag	Silomais mittlerer Ertrag	Silomais guter Ertrag	Silphie schlechter Ertrag	Silphie mittlerer Ertrag	Silphie guter Ertrag
	1,2	1,08	0,86	1,55		
Biogassubstrat in cbm*	40	45	50	40	45	50
N-Biogassubstrat (a)	104	117	130	104	117	130
N 1-Praxisdüngung**	30	40	50	30	40	50
Summe N-Düngung	134	157	180	134	157	180
P (Entzug)**	80	88	97	27	29	32
K (Entzug)	225	245	267	224	248	272
Mg (Entzug)	43	48	53	59	65	71

\* Nährstoffgehalte Biogassubstrat (Erfahrungswerte mit 4 kg N, 2 kg P, 6 kg K/cbm)

a) 65% N-Ausnutzung von Biogassubstrat bei Ackerland

\*\* Reihendüngung bei Mais 0,15 t/ha N + P 20/20 Unterfußdüngung (geringer Ertrag) bzw. 0,2/0,25 t/ha für höhere Erträge, Kalkammonsalpeter in Silphie

**Tab. 4. Erläuterung 4 zu Tab. 1.: 4) Pflanzenschutzmittelpreise inkl. MWSt. laut BayWa Preisliste 2016 (größtes Gebinde – netto):**

<b>Silomais Mischung mit Gräserpartner, keine Preissteigerung nach Datenlage früherer Jahre</b>	65
<b>Durchwachsene Silphie mit Stomp Aqua mit 4 l/ha bis 4 Tage nach Pflanzung, 2,5 l/ha Boxer im Nachauflauf bei Bedarf mit tief liegenden Düsen</b>	90

des Saatgutes und der erforderlichen Pflanzenschutzmittel. Noch nicht berücksichtigt ist die eventuelle Unterpflügung (85 €/ha) oder Mulchung (55 €/ha) der Maisstoppeln nach der Ernte zur Bekämpfung des Maiszünslers, da dies wegen der Befallsituation nicht überall erforderlich ist.

Literaturangaben und eigene Untersuchungen zur Gasausbeute sowie dem Methangehalt bei *Silphium* weisen insgesamt sehr große Spannweiten auf (BIERTÜMPFEL und CONRAD, 2012). Bei diesem Vergleich sollte jedoch bedacht werden, dass der üblicherweise hierfür benutzte, auf 30 Tage angesetzte Hohenheimer Biogasertragstest (HELFFRICH

**Tab. 5. Erläuterung 5 zu Tab. 1.: 5) Daten von Landesanstalt für Landwirtschaft/Freising (Lfl) 2016, Schlaggröße 2 ha, Pflug + 2 × Saatbeetkombination + Sämaschine, Silphie mit Pflug + Grubber + Saatbeetkombination, Eigenmechanisierung**

€/ha	Silomais schlechter Ertrag	Silomais mittlerer Ertrag	Silomais guter Ertrag	Silphie** schlechter Ertrag	Silphie** mittlerer Ertrag	Silphie** guter Ertrag
Variable Maschinenkosten	142	142	142	96	96	96
- Düngen	-11	-11	-11			
- Spritzen	-3	-3	-3			
+ Pflanzung/Hacken/Bewässerung				630	630	630
+ Gülle fahren (2 €/cbm) jährlich bzw. bezogen auf 15 Nutzzahre	80	90	100	1200	1350	1500
Zwischensumme	208	218	228	1926	2076	2226
+ 3% Zuschlag*	6	7	7	58	62	67
Summe variable Maschinenkosten eigen	214	225	235	1984	2138	2293
+ Lohnernte Maschinenring (Teigreife)	185	200	215	190	210	230
+ Transport, Einlagerung (3 km)	214	229	244	219	239	259
Variable Maschinenkosten gesamt	<b>613</b>	<b>654</b>	<b>694</b>	<b>541</b>	<b>592</b>	<b>642</b>

\* Zuschlag für oberfränkische Verhältnisse (Hanglagen, Feldentfernung, Schlagform, Hecken,...)

\*\* Pflanzung Silphie 350,-/ha inkl. Akh, 2 × hacken = 80,-/ha, 2 × bewässern = 200,-/ha

**Tab. 6. Erläuterung 6 zu Tab. 1.: 6) Daten von Landesanstalt für Landwirtschaft/Freising 2016:**

€/ha	Silomais schlechter Ertrag	Silomais mittlerer Ertrag	Silomais guter Ertrag	Silphie schlechter Ertrag	Silphie mittlerer Ertrag	Silphie guter Ertrag
cbm Silage (Raumgewicht 0,7 t/cbm Silomais, 0,75 t/cbm Silphie)	65	71	78	64	71	78
Kosten €/cbm (Folie/Siloanstrich)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

**Tab. 7. Erläuterung 7 zu Tab. 1.: 7) Versicherungskosten – Daten von Landesanstalt für Landwirtschaft 2016:**

€/ha	Silomais schlechter Ertrag	Silomais mittlerer Ertrag	Silomais guter Ertrag	Silphie schlechter Ertrag	Silphie mittlerer Ertrag	Silphie guter Ertrag
Versicherungskosten je 100 € variable Kosten	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Kulturzuschlag %	50	50	50	25	25	25
ergibt Faktor	1,5	1,5	1,5	1,25	1,25	1,25

und OECHSNER, 2003) für Substrate mit Stärke (hier: Maiskörner), Proteinen oder Fetten höhere Gasausbeuten ermittelt, als für Cellulose-betonte Substrate. Die Verweilzeiten im Fermenter sind mit 100–150 Tagen in der

Praxis jedoch wesentlich länger, weshalb die Gasausbeute bei *Silphium* vermutlich an die des Maises heranreicht.

Nach den langjährigen Erfahrungen im Maisanbau in Oberfranken (Nordbayern) wurden für unseren Kosten-

vergleich 3 Stufen der jährlichen Ertragsleistung angesetzt, wie sie in der landwirtschaftlichen Praxis üblich sind: 14,0–15,5–17,0 t Trockenmasse/ha (nach Abzug der Ernteverluste).

### Ergebnisse und Diskussion

Auf der *Silphium*-Seite der Tab. 1 (rechte Spalten) werden alle einmaligen Kosten (Pflanzgut, Pflanzung, Pflanzenschutz, Bewässerung, entgangener Gewinn im Pflanzjahr) durch die Anzahl der Nutzungsjahre (15) dividiert. Jährlich wiederkehrende Kosten (Düngung, Ernte, Silokosten, Versicherung) wurden direkt übernommen. Zuschläge zu den Kosten (verringertes Methanertrag) und Kostenverringerungen (Arbeitszeiterparnis) wurden direkt eingesetzt, da sie alljährlich zu berücksichtigen sind. Danach betragen die Anbaukosten pro ha und Jahr für *Silphium* in den drei Ertragsstufen (14/15,5/17 t/ha Trockenmasse) 1296 €, 1454 € und 1612 € und liegen damit um 94 €, 145 € und 192 € höher als für Silomais (linke Spalten). Bei den Zahlen handelt es sich um Durchschnittswerte, die je nach Witterungsverlauf nach oben oder unten abweichen können. Somit ist ein 15jähriger Anbau der Becherpflanze bei gleicher Ertragshöhe etwa 100–200 € teurer im Vergleich zum Silomais. Jene Biogasbetreiber, die ihre Anlage nach dem EEG 2012 fahren, können einen zusätzlichen NawaRo-Bonus für die Becherpflanze von 0,02 Euro pro eingespeiste kWh erhalten. Bei den 3 angenommenen Hektarertragsstufen und den daraus zu produzierenden Methanmengen errechnen sich somit zusätzliche Gewinne von 275/294/334 €, womit sich die Bilanz deutlich gegenüber dem Silomais verbessert. Bei einer Verlängerung der Anbauzeit der Becherpflanze von 15 auf 20 Jahre, verringern sich die Kosten um weitere 110 € pro ha und Jahr.

Falls sich die Anlage von *Silphium*-Beständen in der Zukunft durch Aussaat statt durch Pflanzung von vorgezogenen Sämlingen durchsetzt (FRÖLICH et al., 2016), reduzieren sich die Kosten der Pflanzen von derzeit etwa 3000 €/ha (20.000 × 0,15 €) plus 630 € für Pflanzung und Bewässerung auf dann 1860 €/ha (3 kg Saatgut plus Aussaatkosten), da der Preis für die Sämlinge der größte Kostenfaktor ist. Auf 15 Nutzungsjahre angesetzt, halbieren sich somit die Etablierungskosten bei Ansaat in allen drei Ertragsstufen (statt 3630 €/15 Nutzungsjahre = 242 €/a dann auf 1860 €/15 Nutzungsjahre = 124 €/a). Die Aussaat von *Silphium* zusammen mit Mais als Deckfrucht ergibt darüber hinaus bereits im ersten Jahr einen gewissen Ertragsgewinn des Mais, der hier noch nicht berücksichtigt wurde. Ein derartiger Bestandsaufbau ist vor allem bei ausreichend hohen Niederschlägen erfolgreich (CONRAD et al., 2010).

Aufgrund des hohen Stickstoff-Aufnahmevermögens der Becherpflanze und damit sehr geringen Restnitratmengen im Boden (GEOTEAM, 2015) empfiehlt sich ihr Anbau auch in Trinkwasserschutzgebieten, zumal die Wasserversorger oft freiwillig eine jährliche Nitratprämie zahlen (in Oberfranken beispielsweise bis zu 150 €/ha).

### Ausblick

In ökonomischer Hinsicht ist der Anbau der Becherpflanze (zusammen mit den genannten Einsparungen und zusätzlichen Vergütungen) im Vergleich zum Silomais somit gleich bis deutlich besser. Bisher scheuen viele Landwirte die relativ hohen Etablierungskosten, die sich erst nach einigen Jahren amortisieren. Gefordert wird daher schon seit langem die Aufnahme der Becherpflanze in Agrarumweltprogramme (als boden-, klima- und gewässerschonende Feldfrucht z.B. Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm, KULAP) oder in das von der EU geforderte Greening (Bereitstellung von ökologischen Vorrangflächen auf Ackerland). Insbesondere auf erosionsgefährdeten Lagen sowie auf grundwassersensiblen Böden (Sand, kluftreicher Kalk), auf denen der Maisanbau aus Gründen der Trinkwassergewinnung problematisch ist, wäre es aus ökologischer und gesundheitspolitischer Sicht sinnvoll, den Anbau der Becherpflanze in Zukunft entsprechend zu fördern, um den Eintrag von Nitrat aus der Landwirtschaft in das Grundwasser nachhaltig zu senken (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN, 2015).

Landwirte sollten ermutigt werden, mit kleiner Anbaufläche zu starten, um weitere Praxiserfahrungen zu sammeln.

Erste Züchtungsversuche wurden in Deutschland und den USA begonnen, um die Wildpflanze *Silphium* zu einer noch leistungsfähigeren Alternative zum Mais zu entwickeln.

### Literatur

- BIERTÜMPFEL, A., M. CONRAD, 2012: Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*). Energiepflanzen für Biogasanlagen. Bayern. Hrg.: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow, 36-39.
- CONRAD, M., A. BIERTÜMPFEL, A. VETTER, 2010: Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) – von der Futterpflanze zum Koferment. 2. Symposium Energiepflanzen 2009. Gülzower Fachgespräche 34, 281-289.
- DÖRNER, S., 2015: Wurzelsystem und Stickstoffaufnahme der Becherpflanze (*Silphium perfoliatum*) im Vergleich zu Mais (*Zea mays*). Unpublizierte Masterarbeit am Lehrstuhl für Pflanzenökologie, Universität Bayreuth. 72 S.
- FRÖLICH, W., R. BRODMANN, T. METZLER, 2016: Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) – ein Erfolgsbericht aus der Praxis. Journal für Kulturpflanzen 68 (12), 351-355.
- GEOTEAM, 2015: Umsetzung der Schutzkonzepte für Trinkwasserversorgungsanlagen (nicht veröffentlichtes Gutachten im Auftrag nordbayerischer Wasserversorgungsunternehmen), Bayreuth 2015.
- GERSTBERGER, P., J. OTT, F. OTTMANN, 2012: www.becherpflanze.de (wird stetig aktualisiert; Abfragedatum: 22.08.2016).
- HELFFRICH, D., H. OECHSNER, 2003: The Hohenheim Biogas Yield Test. Landtechnik 58 (3), 148-149.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU), 2013: Die Reform der europäischen Agrarpolitik: Chancen für eine Neuausrichtung nutzen. Kommentar zur Umweltpolitik, 11. [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/05\\_Kommentare/2012\\_2016/2013\\_01\\_KzU\\_11.html](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/05_Kommentare/2012_2016/2013_01_KzU_11.html).
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU), 2015: Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem – Sondergutachten. [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2012\\_2016/2015\\_01\\_SG\\_Stickstoff\\_HD.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2015_01_SG_Stickstoff_HD.pdf?__blob=publicationFile).
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2016: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/Tabellen/AckerlandHauptfruchtgruppenFruchtarten.html>.