

Johannes Burmeister, Roswitha Walter

Untersuchungen zur ökologischen Wirkung der Durchwachsenen Silphie aus Bayern

Studies on the
ecological effect of
Silphium perfoliatum
in Bavaria

Zusammenfassung

Untersuchungen aus Bayern zeigten eine höhere Regenwurmsiedlungsdichte und -biomasse von zwei Flächen jeweils fünf und sieben Jahre nach der Pflanzung von Durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) im Vergleich mit der betriebsüblich weiterbewirtschafteten Ackerfläche (Hauptkultur: Wintertriticale bzw. Weidelgras). Grünlandflächen des jeweiligen Betriebes in direkter Nähe wiesen den höchsten Regenwurmbestand auf. An einem Standort wurde die aus Deutschland bisher nicht gemeldete Regenwurmart *Octodrilus pseudolissaensioides* (Zicsi, 1994) nachgewiesen. Zählungen der Blütenbesucher an der Durchwachsenen Silphie stellten neben Honigbienen auch viele wildlebende Bestäuber fest.

Stichwörter: *Silphium perfoliatum*, Regenwurm, Blütenbesucher, Insekten, *Octodrilus pseudolissaensioides*

Abstract

The study from Bavaria showed an increase of earthworm abundance and biomass on two fields respectively five and seven years after the establishment of *Silphium perfoliatum* when compared to an annually farmed ara-

ble land (winter triticale, ryegrass). Nearby grasslands of the same farm showed the highest earthworm abundance and biomass. At one site the earthworm species *Octodrilus pseudolissaensioides* (Zicsi, 1994) was found, a species that has not been reported from Germany till now. Census of pollinators revealed many wild pollinators in addition to honeybees.

Key words: *Silphium perfoliatum*, earthworms, pollinators, insects, *Octodrilus pseudolissaensioides*

Einleitung

Mehrjährige Energiepflanzen gelten als ökologisch vorteilhafte Alternative zu einjährigen Kulturen (z.B. SMEETS et al., 2009; DAUBER et al., 2010; IMMERZEEL et al., 2014). Neben den Vorteilen im Bereich des Boden-, Klima- und Wasserschutzes im Vergleich mit einjährigen Kulturen ist auch die Bedeutung für die Bodenfauna und Bestäuber zu berücksichtigen. Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), als Substrat für Biogasanlagen, stellt eine der im Hinblick auf die Biomasse- und Gaserträge und damit die Flächeneffizienz aussichtsreichen Kulturen dar (GANSBERGER et al., 2015). Regenwürmer erfüllen im Boden Funktionen wie die Einarbeitung von organi-

Institut

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Freising

Kontaktanschrift

Johannes Burmeister, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 6, 85354 Freising, E-Mail: johannes.burmeister@lfl.bayern.de

Zur Veröffentlichung angenommen

31. Oktober 2016

schem Material, die Schaffung eines luft- und wasserführenden Porensystems und die Durchmischung des Bodens (z.B. BLOUIN et al., 2013). Gerade in nicht mehr bearbeiteten, d.h. durchmischten und gelockerten, Böden sind diese Leistungen von Bedeutung. Außerdem sind Regenwürmer ein wichtiger Bestandteil des Nahrungsnetzes von Agrarökosystemen. An Hand von zwei Fallbeispielen aus der Praxis soll die Abundanz, Biomasse und der Artenreichtum der Regenwurmfauna von Durchwachsener Silphie mit Acker- und Grünlandflächen verglichen werden.

Die Mehrung von blühenden Kulturen besonders in blütenarmen Landschaften ist nur ein Bestandteil einer erfolgversprechenden Strategie zum Erhalt der Populationen von wildlebenden Bestäubern. Durch Energiepflanzen, die vor der Ernte Blüten ausbilden, kann das Angebot an Pollen und Nektar erhöht werden und unter Umständen die Lebensbedingungen für Blütenbesucher insbesondere Hummeln verbessert werden (vgl. WESTPHAL et al., 2003). Für welche Gruppen von Blütenbesuchern die Durchwachsene Silphie als spätblühende Pflanze attraktiv ist wurde durch Zählungen im Feld untersucht. Ziel der Untersuchungen war es, erste Anhaltspunkte zu gewinnen in wie weit ein verstärkter Anbau der Durchwachsenen Silphie dem Erhalt funktional bedeutender Tiere in der Agrarlandschaft dienen kann.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Regenwurmerhebungen

Die Regenwurmfauna einer Fläche mit Durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum* L.), einer Ackerfläche mit

einjährigen Kulturen und einem Grünland wurde an zwei Standorten in Bayern erfasst (Flächencharakterisierung siehe Tab. 1). Die nach der Pflanzung betriebsüblich weiterbewirtschaftete Ackerfläche und ein in der Nähe gelegenes Grünland dienten als Vergleichsfläche. Die Ackerflächen werden mit dem Pflug bearbeitet und wie das Grünland (4–5 Schnitte) und die Durchwachsene Silphie mit Gärresten gedüngt. Die Anwendung einer Austreibungsmethode kombiniert mit einer Handauslese ist für eine gute Bestandserfassung der Regenwürmer unerlässlich (z.B. PELOSI et al., 2009). Pro Untersuchungsfläche wurde viermal eine 0,5 m² große Fläche mit zweimal 5 l einer 0,4% Formaldehydlösung im Abstand von 15 min begossen und die ausgetriebenen Regenwürmer innerhalb von 30 min aufgesammelt. Auf jeder dieser Probestellen wurde anschließend 0,1 m² Boden spatentief ausgehoben und von Hand nach Regenwürmern durchsucht. Die in Ethanol konservierten Tiere wurden im Labor sortiert, gewogen und die Adulten auf ihre Art bestimmt. Daraus wurde die mittlere Siedlungsdichte (Individuen/m²), Biomasse (g/m²) und die Zahl nachgewiesener Arten für die sechs untersuchten Flächen berechnet.

Blütenbesucher

Die Blütenbesucher an der Durchwachsenen Silphie wurden am Versuchsstandort Rosenau im Isartal (Landkreis Dingolfing-Landau) am 15.07. und 23.07.2015 gezählt. Der Standort im Königsauer Moos ist gekennzeichnet durch einen fruchtbaren Auenboden mit hohem Humusgehalt und Torfresten. Zur Erfassung der Blütenbesucher wurde in den vier Versuchswiederholungen der Durchwachsenen Silphie jeweils eine 0,5 m² große Fläche am Rande jeder Versuchsparzelle ausgesteckt und für jeweils

Tab. 1. Charakterisierung der Untersuchungsflächen

	Alsmoos	Kirchweidach
Landkreis	Aichach-Friedberg	Altötting
Höhe über Meeresspiegel	480 m	495 m
mittlere Jahrestemperatur	8,5°C ^a	8,6°C ^a
mittlerer Jahresniederschlag	834 mm ^a	1050 mm ^a
Bodenart (nach Bodenschätzung)	Lehm	lehmiger Sand
Bodenzahl/Ackerzahl (nach Bodenschätzung)	68/60	49/47
Pflanzung Durchwachsene Silphie	2008	2010
Kultur Vergleichsacker	Weidelgras	Wintertriticale
Vorfrucht Vergleichsacker	Winterweizen	Silomais
Vergleichsgrünland (Ertragsanteil Hauptbestandsbildner ^b)	intensive, kräuterarme Weidelgrasbetonte Wiese, 4–5 Schnitte (70% Dt. Weidelgras)	intensive, native Weidelgraswiese, 5 Schnitte (85% Dt. Weidelgras)
Lage Vergleichsgrünland	ca. 350 m entfernt	angrenzend
Beprobung (Termin)	23.03.2015	03.11.2014

^a Datenbasis Deutscher Wetterdienst: Jahre 1981–2010 aus Rasterdaten

^b nach KLAPP et al., 1953

10 min die Blütenbesucher nach Großgruppen gezählt. Für jeden Termin wurde der Mittelwert und die Standardabweichung aus den vier Versuchswiederholungen berechnet. Auf die Beobachtung von Maispflanzen als Referenz zur Durchwachsene Silphie, wurde auf Grund der geringen Aktivität von Blütenbesuchern dort und der „Trachtkonkurrenz“ innerhalb der Versuchsanlage verzichtet.

Ergebnisse

Regenwurmerhebungen

Die untersuchten fünf und sieben Jahre alten Flächen mit Durchwachsener Silphie zeigten eine deutlich höhere Siedlungsdichte und eine beinahe sechsfach höhere Biomasse der Regenwürmer im Vergleich mit den Ackerflächen (siehe Tab. 2). Neben einer Zunahme juveniler Individuen konnte eine positive Entwicklung besonders für tiefgrabende (anezische) Regenwürmer (hier ausschließlich *Lumbricus terrestris*) beobachtet werden. Für adulte mineralischschichtbewohnende (endogäische) Arten war der Unterschied zwischen der Durchwachsener Silphie und der Ackerfläche weniger deutlich. Im Grünland war der Regenwurmbestand am höchsten. Lediglich *Allolobophora*

chlorotica war im Grünland an beiden Standorten in geringerer Dichte vertreten als auf der Ackerfläche. Auf den Flächen mit Durchwachsener Silphie war mit sechs und sieben Regenwurmartarten auch die Artenvielfalt höher als in den Vergleichsäckern (drei und fünf Arten). Besonders erwähnenswert ist der Nachweis der Art *Octodrilus pseudolissaensioides* (ZICSI, 1994) in Kirchweidach, die aus Deutschland bisher nicht bekannt ist. Der nächstgelegene bekannte Fundort dieser Art liegt ca. 80 km entfernt in Österreich (CSUZDI, mündliche Mitteilung).

Blütenbesucher

Am 23.07.2015 wurden mehr Blütenbesucher gezählt als etwa eine Woche zuvor am 15.07.2015 (siehe Tab. 3). Die häufigsten Besucher der Blüten insgesamt waren Honigbienen (42%). Bis zu 29 Individuen konnten innerhalb von zehn Minuten auf 0,5 m² mit Durchwachsener Silphie gezählt werden. Den zweitgrößten Anteil stellten Hummeln (32%), die hier Nahrung suchten. Die häufigste Art war hierbei die Erdhummel (*Bombus terrestris*-Komplex), gefolgt von der Steinhummel (*Bombus lapidarius*). An den Blüten der Durchwachsenen Silphie waren am 15.07.2015 auch zahlreiche Schwebfliegen zu beobachten (32%). Am 23.07.2015 waren diese deutlich weniger aktiv (8%) und Honigbienen häufiger zu beobachten. Bei

Tab. 2. Siedlungsdichte (Individuen/m²) und Biomasse (g/m², in Klammern) sowie Artenzahl der Regenwürmer von Silphie-Flächen im Vergleich mit Grünland und Ackernutzung (Mittelwert aus vier Stichproben)

	Alsmoos			Kirchweidach		
	Acker	D. Silphie	Grünland	Acker	D. Silphie	Grünland
Epigäische Arten						
<i>Lumbricus castaneus</i>		12 (1,1)	2 (0,3)		2 (0,2)	10 (1,4)
<i>Lumbricus rubellus</i>			8 (4,6)	4 (2,7)	2 (1,7)	6 (4,9)
Endogäische Arten						
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	8 (5,2)	2 (2,1)	64 (36,9)	16 (4,6)	24 (10,9)	70 (41,0)
<i>Aporrectodea rosea</i>		5 (0,9)	46 (5,9)	14 (2,6)	28 (4,6)	4 (0,5)
<i>Allolobophora chlorotica</i>	10 (1,7)	10 (1,8)	< 1 (0,1)	10 (1,4)	6 (1,1)	3 (0,4)
<i>Octolasion lacteum</i>		1 (0,8)	< 1 (0,3)		< 1 (0,6)	
<i>Octodrilus pseudolissaensioides</i> ^a					2 (1,9)	2 (1,3)
Anezische Arten						
<i>Lumbricus terrestris</i>	< 1 (1,1)	6 (19,4)	12 (34,2)	< 1 (1,3)	12 (37,0)	13 (37,6)
Juvenile <i>Lumbricus</i> sp.	2 (0,3)	70 (33,0)	34 (36,2)	9 (3,5)	90 (49,3)	42 (46,6)
Juvenile Sonstige	48 (7,3)	160 (44,0)	212 (41,4)	86 (4,9)	169 (16,6)	377 (65,5)
Sonstiges (Teilstücke)	(1,2)	(0,2)	(4,6)		(0,3)	(1,6)
Summe	68 (16,9)	268 (103,4)	380 (164,5)	139 (21,1)	336 (124,4)	526 (200,8)
Artenzahl	3	6	7	5	8	7

^a Erstnachweis für Deutschland, nachbestimmt durch Prof. Csaba CSUZDI

Tab. 3. An 0,5 m² Silphie gezählte Blütenbesucher für zwei Erhebungstermine in Rosenau (Mittelwert und Standardabweichung)

	15.07.2015 (bedeckt)	23.07.2015 (sonnig)
Honigbienen (<i>Apis mellifera</i>)	5,0 ± 3,4	24,0 ± 5,0
Hummeln (<i>Bombus</i> sp.)	9,0 ± 3,2	12,5 ± 1,7
sonstige Hautflügler (Hymenoptera)	1,2 ± 1,3	0,5 ± 0,6
Schwebfliegen (Syrphidae)	8,2 ± 2,1	3,5 ± 1,0
sonstige Zweiflügler (Diptera)	0,5 ± 0,6	0,8 ± 0,5
Käfer (Coleoptera)	0,5 ± 0,6	0,2 ± 0,5
Schmetterlinge (Lepidoptera)	1,0 ± 1,2	1,2 ± 1,3
Summe	25,5 ± 5,1	42,8 ± 6,4

einem Großteil der Schwebfliegen handelte es sich um Mistbienen (*Eristalis* sp.). Solitäre Wildbienen wurden nur in geringer Stückzahl beobachtet.

Diskussion

Die hier festgestellte höhere Siedlungsdichte und Biomasse der Regenwürmer im Boden unter Durchwachsener Silphie im Vergleich mit regelmäßig bearbeiteten Ackerkulturen wurde auch in anderen Regionen Deutschlands nachgewiesen (EMMERLING, 2014; SCHORPP und SCHRADER, 2016). Eine Zunahme besonders von tiefgrabenden Arten stellten auch SCHORPP und SCHRADER (2016) fest. Im Vergleich mit dem aus 124 Äckern (vorwiegend Bodendauerbeobachtungsflächen) für Bayern abgeleiteten Mittelwert für die Regenwurmbiomasse (WALTER et al., 2015) liegen die hier untersuchten Vergleichsäcker jedoch im unteren Quartil. Bodenruhe und reduzierte Bodenbearbeitung können den Regenwurmbestand fördern. Doch auch die Versorgung mit organischem Material als Nahrung für die Regenwürmer ist von Bedeutung. Bei der Durchwachsenen Silphie fallen über das Jahr ausgedunkelte Blätter, im Sinne der Kreislaufwirtschaft rückgeführte Gärreste, der abfrierende Wiederaustrieb nach der Ernte, sowie Wurzelstreu und Erntereste an. Vermutlich trägt diese über das Jahr verteilte Nahrung ebenfalls zu dem guten Regenwurmbestand unter Durchwachsener Silphie bei.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass neben Honigbienen auch wildlebende Bestäuber wie Hummeln und Mistbienen in größerem Umfang die Blüten der Durchwachsenen Silphie aufsuchen, auch wenn wir keine Aussage über den Wert, die Menge oder Verfügbarkeit von Nektar und Pollen der Durchwachsenen Silphie für verschiedene Blütenbesucher machen können. Ähnlich wie Honigbienen können Hummeln das zusätzliche Pollen- und Nektarangebot von großflächig blühenden, landwirtschaftlichen Kulturen als eine energetisch lohnende und gut erschließbare Nahrungsquelle nutzen (vgl.

WESTPHAL et al., 2003). Trachtlücken sind besonders für Hummeln problematisch, da sie im Vergleich mit Honigbienen geringere Vorräte anlegen. Die Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen über das ganze Jahr ist für den Erfolg einer Brutsaison wichtig (vgl. WESTPHAL et al., 2006) und kann durch den Anbau der Durchwachsenen Silphie eventuell verbessert werden (auch die Entwicklung und Ernährung der Drohnen und Königinnen). Es ist anzunehmen, dass vorwiegend häufige Blütenbesucher von der Durchwachsenen Silphie profitieren werden, während seltene Arten durch ihre Spezialisierung, ihre abweichende Populationsstrategie oder durch andere Faktoren als dem Nahrungsangebot (z.B. Nisthabitate) in ihrem Vorkommen beschränkt sind. Doch gerade häufige Arten sind für das Funktionieren von Ökosystemen und deren Ökosystemleistungen entscheidend (WINFREE et al., 2015). Außerdem sind Hummeln und ihre Nester als Wirte für viele Parasiten (z.B. Kuckuckshummeln, Hummelwachsmotte, Hummel-Waldschwebfliege) und Nahrung für Vögel und Säuger (z.B. Fuchs, Bienenfresser) ein wichtiger Teil der Biodiversität in der Agrarlandschaft.

Um die „Erhaltung der biologischen Vielfalt bei der Förderung nachwachsender Rohstoffe zu berücksichtigen“ (BMELV, 2007) ist die Erweiterung der Substratvielfalt für die Biogasanlage und damit der Einsatz auch von mehrjährigen Energiepflanzen zu begrüßen. Bodenruhe, Blütenangebot und geringer Aufwand an Pflanzenschutzmitteln machen die Durchwachsene Silphie zu einer Bereicherung in der ackerbaulich geprägten Agrarlandschaft. Klar muss allerdings auch sein, dass sie eine gebietsfremde aus Nordamerika eingeführte Monokultur mit hohem Nährstoffbedarf und intensivem Wachstum ist, so dass sie bezüglich ihrer ökologischen Wertigkeit nicht mit Blühstreifen, Brachen oder ähnlichem gleichzusetzen ist. Bei der Optimierung der Umweltwirkungen eines Produktionssystems sollte jedoch dem Ansatz gefolgt werden, alle Ökosystemdienstleistungen, d.h. auch die Bereitstellung von Nahrung und Energie, zu berücksichtigen. Voraussetzung für den Anbau der Durchwach-

senen Silphie muss im Hinblick auf den Erhalt der biologischen Vielfalt sein, dass bisher nicht oder extensiv genutzte Habitats und Flächen vom Anbau ausgeschlossen bleiben oder nicht durch zunehmende Flächenkonkurrenz unter Druck geraten (vgl. SCHMID-EGGER und WITT, 2014 für Wildbienen).

Danksagung

Wir danken den Mitarbeitern des Technologie und Förderzentrums für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing für die Koordination des Projektes sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für dessen Finanzierung. Für die Nachbestimmung danken wir herzlich Herrn Prof. Csaba CSUZDI von der Eszterházy Károly Universität in Eger, Ungarn. Weiterer Dank gilt allen, die bei der Erhebung der Daten beteiligt waren, sowie den Landwirten, die ihre Flächen bereitstellten.

Literatur

- BLOUIN, M., M.E. HODSON, E.A. DELGADO, G. BAKER, L. BRUSSAARD, K.R. BUTT, J. DAI, L. DENDOOVEN, G. PERES, J.E. TONDOH, D. CLUZEAU, J.-J. BRUN, 2013: A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* **64**, 161-182.
- BMELV, 2007: Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen. Bonn, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), 84 S.
- DAUBER, J., M.B. JONES, J.C. STOUT, 2010: The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *GCB Bioenergy* **2**, 289-309.
- EMMERLING, C., 2014: Impact of land-use change towards perennial energy crops on earthworm population. *Applied Soil Ecology* **84**, 12-15.
- GANSBERGER, N., L.F.R. MONTGOMERY, P. LIEBHARD, 2015: Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Industrial Crops and Products* **63**, 362-372.
- IMMERZEEL, D.J., P.A. VERWELJ, F. VAN DER HILST, A.P.C. FAALJ, 2014: Biodiversity impacts of bioenergy crop production: a state-of-the-art review. *GCB Bioenergy* **6**, 183-209.
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG, A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Das Grünland* **5**, 38-40.
- PELOSI, C., M. BERTRAND, Y. CAPOWIEZ, H. BOIZARD, J. ROGER-ESTRADE, 2009: Earthworm collection from agricultural fields: Comparisons of selected expellants in presence/absence of hand-sorting. *European Journal of Soil Biology* **45**, 176-183.
- SCHMID-EGGER, C., R. WITT, 2014: Ackerblühstreifen für Wildbienen – Was bringen sie wirklich? *Ampulex* **6**, 13-22.
- SCHORPP, Q., S. SCHRADER, 2016: Earthworm functional groups respond to the perennial energy cropping system of the cup plant (*Silphium perfoliatum* L.). *Biomass and Bioenergy* **87**, 61-68.
- SMETS, E.M.W., I.M. LEWANDOWSKI, A.P.C. FAALJ, 2009: The economic and environmental performance of miscanthus and switchgrass production and supply chains in a European setting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **13**, 1230-1245.
- WALTER, R., J. BURMEISTER, R. BRANDHUBER, 2015: Regenwürmer – aktuelle Gefahren und positive Entwicklungen in landwirtschaftlich genutzten Böden. In: BMEL, LfL (Hrsg.), Fachtagung „Jahr des Bodens“, 13. Kulturlandschaftstag Tagungsband, Bonn, 26-39.
- WESTPHAL, C., I. STEFFAN-DEWENTER, T. TSCHARNTKE, 2003: Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecology Letters* **6**, 961-965.
- WESTPHAL, C., I. STEFFAN-DEWENTER, T. TSCHARNTKE, 2006: Foraging trip duration of bumblebees in relation to landscape-wide resource availability. *Ecological Entomology* **31**, 389-394.
- WINFREE, R., J.W. FOX, N.M. WILLIAMS, J.R. REILLY, D.P. CARIVEAU, 2015: Abundance of common species, not species richness, drives delivery of a real-world ecosystem service. *Ecology Letters* **18**, 626-635.