

Beitrag neuer Energiepflanzen für die Diversifizierung der Beikrautflora in Energieanbausystemen

The impact of new energy crops on weed flora diversification in energy cropping systems

Michael Glemnitz^{1*}, Hans-Jörg Brauckmann²

¹Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Institut für Landnutzungssysteme, Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg

²Universität Osnabrück, Forschungsstelle Nachhaltige Biogaserzeugung, Seminarstr. 19a/b, 49074 Osnabrück

*Korrespondierender Autor, mglemnitz@zalf.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.011

Zusammenfassung

Trotz verschiedener Optionen für die Diversifizierung des landwirtschaftlichen Anbaus durch die energetische Nutzung von Biomasse, z. B. durch die Einführung neuer Kulturpflanzen, herrscht in Deutschland eine einseitige Orientierung auf die Verwendung von Silomais als Biogassubstrat vor. Eine mögliche Ursache dafür, dass die bestehenden Neuerungen bislang nur geringen Eingang in die praktische Anwendung gefunden haben, kann in bestehenden Unsicherheiten bei den Landwirten hinsichtlich der ackerbaulichen Praktikabilität und den ökonomischen sowie ökologischen Effekten vermutet werden. Im Rahmen der Forschungsprojekte "Entwicklung und Vergleich standortangepasster Anbausysteme (EVA)" und "Upscaling der FuE-Ergebnisse zu neuen Kulturen und deren Implementierung (Upscaling)" wurden die möglichen Beiträge von drei neuen Energiepflanzen unter Praxisbedingungen in zwei klimatisch und naturräumlich unterschiedlichen Regionen Ostdeutschlands untersucht. Die großflächigen Feldversuche in Streifenanlage beinhalteten den Vergleich der folgenden Energiepflanzen: 0- Mais als Referenzkultur, 1- Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), 2- Szarvasgras (*Agropyron elongatum*), 3- mehrjähriges Wildpflanzengemenge.

Die hier dargestellten Untersuchungen bezogen sich auf die nachfolgenden Effekte: α -Diversität auf der Plotebene, Beiträge der einzelnen Kulturen zur β -Diversität zwischen den Kulturarten und den Vergleich der Artenzusammensetzung. Die erzielten Ergebnisse legen nahe, dass durch die Integration neuartiger mehrjähriger Energiepflanzen eine deutliche Anhebung der regionalen Beikrautdiversität erzielt werden kann. Die Artendiversität auf der Plotebene war in allen neuen Energiekulturen um den Faktor 2-4 erhöht. Die neuen Energiepflanzen wiesen dabei deutlich unterschiedliche Artengemeinschaften auf als der Silomais und förderten das Auftreten von Arten, die in Silomais nicht vorkommen. Bei den neuen Energiepflanzen zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen dem mehrjährigen Szarvasgras und den mehrjährigen dikotylen Energiepflanzen Durchwachsene Silphie und Wildpflanzengemenge.

Stichwörter: Beikräuter, α -Diversität, β -Diversität, Redundanzanalyse, Treueindex

Abstract

Despite various options in energy cropping for the diversification of agricultural land use, such as the introduction of new crops, in practice, there is a one-sided orientation toward the use of maize as biogas feedstock in Germany. One reason, why they are not yet introduced in practice, is that for most of them neither the agricultural feasibility nor their ecological and economic benefit could be clearly shown to the farmers up to now. As part of the research projects "Site-adapted Cropping Systems for Energy Crops" (EVA), and "Optimized energy cropping systems for the sustainable biogas production (Upscaling)" the effects of three new energy crops have been tested under real farm conditions in two different regions in the northern part of Germany. The large scale field trial consisted of the comparison of the following energy crops: 0- maize as reference crop, 1- perennial Silphie (*Silphium perfoliatum*), 2- Szarvasi grass (*Agropyron elongatum*), and 3- perennial wild flower mixture.

The trial has been investigated regarding the following effects: α -diversity at the plot scale, contribution to the β -diversity among the crops and species composition. The results suggest that the integration of the new perennial energy crop might contribute to an essential weed diversity enhancement. Weed flora diversity was between 2-4 times higher in most of the cases in the new energy crops compared to maize.

Keywords: α -diversity, β -diversity, fidelity, redundancy analysis, weed

Einleitung

In Deutschland hat die einseitige Orientierung auf Mais als vorherrschendes Biogassubstrat zu einer abnehmenden gesellschaftlichen Akzeptanz des Energiepflanzenanbaus geführt (RUPPERT et al., 2013). Es wird inzwischen allgemein angenommen, dass vom Energiepflanzenanbau ein zusätzlicher Druck auf die Biodiversität in den Agrarlandschaften ausgeht (VOGT et al., 2008; FLADE, 2012). Gleichzeitig gibt es intensive Bestrebungen in der Züchtung, Pflanzenbauforschung und Beratung, alternative Biogassubstrate zum Mais weiterzuentwickeln und praxistauglich zu machen, um damit die Bandbreite der Fruchtarten im Ackerbau zu erweitern. Im Vergleich zu der auf die Lebensmittelproduktion ausgerichteten "traditionellen" Landwirtschaft können im Energiepflanzenanbau völlig neue Fruchtarten, Mischfrüchte und neue Fruchtwechsellkombinationen angebaut werden. Auch mehrjährige Kulturen werden für eine energetische Nutzung wieder attraktiv. Das Spektrum der im Screening befindlichen neuen Energiepflanzen ist dabei sehr breit. Zu den am weitesten bekannten neuen Energiepflanzen für eine Verwertung als Biogas gehören u. a. verschiedene Hirsearten (*Sorghum* sp.), die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), das Szarvasigras (*Agropyron elongatum*), Miscanthus (*Miscanthus sinensis*), Igniscum (*Fallopia sachalinensis*), Sida (*Sida hermaphrodita*) und Wildpflanzenmischungen.

Viele der vorliegenden Beurteilungen der Biodiversitätseffekte der neuen Energiepflanzen beruhen bislang auf Experteneinschätzungen (VOGT et al., 2008; NABU, 2013). Die neuen Energiepflanzen werden dabei entweder „per se“ als Erhöhung der Kulturartenvielfalt positiv angesehen oder es werden Analogieschlüsse über deren mögliche positive Wirkungen getroffen (Blühaspekt -> Blütenbesucher). Aktuell liegen nur wenige empirische Ergebnisse für die Effekte von neuen Energiepflanzen auf die Biodiversität vor (PEDROLI et al., 2013; MEYER et al., 2014). Die vorliegenden Untersuchungen zu den Effekten einzelner Energiepflanzen auf tierische Organismengruppen legen jedoch nahe, dass neben einigen prinzipiellen Vorteilswirkungen, zum Beispiel beim Ersatz einjähriger durch mehrjährige Kulturpflanzen, für vor allem Bodenorganismen und für mehrjährige Beikräuter die Effekte zwischen den einzelnen neuen Energiepflanzen stark variieren (STANLEY und STOUT, 2013; ROBERTSON et al., 2012).

Untersuchungen zur Anbaugestaltung und zur Quantifizierung der Effekte auf die Biodiversität waren der Gegenstand der beiden Projekte "Upscaling der FuE-Ergebnisse zu neuen Kulturen und deren Implementierung" und "Entwicklung und Vergleich von standortangepassten Anbausystemen – EVA", die in zwei Naturräumen Ostdeutschlands realisiert wurden. Ziel der Untersuchungen war es, die Ertragsleistung und Biodiversitätseffekte im Vergleich zum Mais darzustellen und das Potenzial der neuen Kulturarten zur Aufwertung von Energiepflanzenfruchtfolgen aufzuzeigen.

Material und Methoden

Die Felderhebungen erfolgten auf den Praxisflächen zweier landwirtschaftlicher Betriebe im Bundesland Brandenburg unter klimatisch und naturräumlich unterschiedlichen Rahmenbedingungen (Abb. 1, Tab. 1). Die Untersuchungen wurden an beiden Standorten mit übereinstimmenden Prüfgliedern, gleicher Versuchsanlage und Methode durchgeführt. In beiden Regionen wurden die neuen Energiepflanzen Durchwachsene Silphie, Szarvasigras und ein ausdauerndes Wildpflanzenengemenge (letzteres sowohl in Reinsaat als auch in Untersaat in Silomais etabliert) mit der Referenzkultur Silomais in Form einer randomisierten Streifenanlage mit vier Wiederholungen verglichen. Die Größe der einzelnen Streifen variierte dabei entsprechend der örtlichen Gegebenheiten zwischen 60-120 m Breite und 400-600 m Länge (ca. 3-4 ha je Streifen).

Tab. 1 Beschreibung der Standortbedingungen der beiden Untersuchungsflächen.

Tab. 1 *Description of the site conditions.*

Parameter	Region	
	Prignitz	Uckermark
Jahresmitteltemperatur*	9,0 °C	8,4 °C
Jährlicher Niederschlag*	574 mm	620 mm
Bodentyp	Gley	Fahlerde
Höhe über N.N.	50 m	220-250 m
Ackerzahl	25-30	45

* langjähriges Mittel (1980-2010)



Abb. 1 Lage der Untersuchungsstandorte in Deutschland.

Fig. 1 *Location of the investigational sites.*

Die Versuche wurden im Jahr 2012 etabliert und mit praxisüblicher Technik bewirtschaftet. Die Bewirtschaftung war auf die Bedürfnisse einer optimalen Bestandesführung ausgerichtet (Tab. 2). Die Düngung und Terminierung der Maßnahmen wurde jährlich nach Bedarf angepasst. Während die neuen Energiekulturen ausschließlich mit Gärrest ($N_{ges}/P_2O_5/K_2O$: Prignitz 4/1,6/3,8; Uckermark 4,3/1,8/4,3 $kg \cdot t^{-1}$) gedüngt wurden, erhielt der Mais an beiden Standorten eine mineralische Ergänzungsdüngung in Höhe von 100 kg/ha Harnstoff (46% N; Prignitz) oder Kieserit (25% MgO + 50% SO_3 ; Uckermark).

Die Untersuchungen zum Beikrautvorkommen wurden nach erfolgreicher Etablierung der Bestände im 2. und 3. Bestandesjahr der Kulturen (2013 und 2014) zusammen mit weiteren zoologischen Erhebungen durchgeführt. Auf jeder der ausgewählten 4 Parzellen je Versuchsstandort wurde in der Feldmitte ein Probenahmetransekt von 40 m Länge und 30 m Breite angelegt. Entlang der Mittellinie dieses Transekts wurden jeweils 10 Boniturquadrate ($1 m^2$) für die Beikrautflora wurden in direkter Nähe links und rechts neben Bodenfallen für zoogische Untersuchungen angeordnet. Auf den Boniturquadraten erfolgte die Bestimmung der folgenden Parameter: Deckungsgrad Vegetation gesamt, Deckungsgrad Kulturpflanze gesamt und einzeln für die Mischungspartner (insofern relevant), Deckungsgrad Beikrautflora gesamt, Deckungsgrad der einzelnen Beikrautarten (modifiziertes Braun-Blanquet) und die Bestandeshöhe. Die Bonituren der Beikrautflora wurden von Anfang Mai bis Ende September im 14-tägigen Rhythmus durchgeführt.

Tab. 2 Beschreibung der Anbauverfahren und Betriebstypen für die Untersuchungsflächen.**Tab. 2** Description of the farming practice on the investigated fields.

	Untersuchungsstandort Prignitz		Untersuchungsstandort Uckermark	
	Durchwachsene Silphie (SIL)	Silomais (SMA)	Szarvasigras (SZG)	Mehrj. Wildpflanzenmischung (WKR)
Bodenbearbeitung	Grubber 20 cm (2012)	Grubber 20 cm (April)	Grubber 20 cm (2012)	Grubber 20 cm (2012)
Gärrestdüngung	2013: 40+20 t/ha 2014: 20+20 t/ha	2013: 30 t/ha 2014: 40 t/ha	2013: 22+21+11 t/ha 2014: 20+20+20 t/ha	2013: 40+20 t/ha 2014: 20+20 t/ha
Pflanzenschutz	2013: ohne 2014: ohne	2013: 1x* 2014: 1x*	2013: MCPA 500 2014: ohne	2013: ohne 2014: ohne
Ernte	2013: August 2014: August	2013: Oktober 2014: September	2013: Juli 2014: Juni	2013: August 2014: August
	Untersuchungsstandort Prignitz		Untersuchungsstandort Uckermark	
	Durchwachsene Silphie (SIL)	Silomais (SMA)	Szarvasigras (SZG)	Mehrj. Wildpflanzenmischung (WKR)
Bodenbearbeitung	Pflügen 25 cm (2012)	Pflügen 20 cm (April)	Pflügen 25 cm (2012)	Pflügen 25 cm (2012)
Gärrestdüngung	2013: 40+15 t/ha 2014: 35 t/ha	2013: 45 t/ha 2014: 37 t/ha	2013: 20+20 t/ha 2014: 25+15 t/ha	2013: 40+15 t/ha 2014: 25 t/ha
Pflanzenschutz	2013: ohne 2014: ohne	2013: 1x* 2014: 1x*	2013: MCPA 500 2014: ohne	2013: ohne 2014: ohne
Ernte	2013: August 2014: August	2013: Oktober 2014: September	2013: Juli 2014: Juli	2013: Juli 2014: Juli

* Clio Super (1 l*ha⁻¹) + Zeagran ultimate (1 l*ha⁻¹) + Gardo Gold (1 l*ha⁻¹) bei BBCH 12-16

Die Auswertung der α -Diversität (Diversität an den einzelnen Plots) der neuen Energiekulturen und der Maisreferenz erfolgte auf der Grundlage der jährlich vorkommenden Artenanzahlen je Untersuchungsplot. Statistisch wurden die vorgefundenen Unterschiede mit einem Verallgemeinerten linearen Modell (VLM) geprüft, bei welchem die Fruchtarten, die Untersuchungsjahre und die Untersuchungsstandorte und deren Wechselwirkungen als feste Faktoren gesetzt waren. Für die Modellabschätzung wurde eine Poissonverteilung der abhängigen Variable angenommen. Die Parameterschätzung erfolgte mit einem robusten Maximum-Likelihood-Schätzer, als Prüfstatistik diente der Likelihood-Quotient (Profil-Likelihood). In den Ergebnissen werden jeweils die Randmittel der Prüfglieder dargestellt. Der Beitrag der einzelnen Energiekulturen zur regionalen β -Diversität (regionale Diversität in der Gesamtheit aller untersuchten Ackerflächen) wurde unter Verwendung des Fidelity-Indexes nach CHYTRY et al. (2002) untersucht. Mit diesem sogenannten Treueindex wurde untersucht, wie stark das Vorkommen sowie die Abundanz einzelner Arten an spezielle Energiekulturen gebunden ist. Dieser Index ist sehr robust gegenüber seltenen und zufällig vorkommenden Arten. Er erreicht hohe Werte nur dann, wenn einzelne Arten sehr häufig und mit hohen Abundanzen nur in einzelnen Energiekulturen vorkommen. Die Zönosen-Zusammensetzung der Beikräuter in den unterschiedlichen Kulturen wurde mit einer Redundanzanalyse (RDA) verglichen. Vor den Analysen wurden die Artabundanzen je Bonitureinzelfläche über das gesamte Jahr summiert und anschließend einer Hellinger-Transformation (LEGENDRE and GALLAGHER, 2001) unterzogen, um zu vermeiden, dass individuenreiche Arten das Ergebnis der Analyse dominieren.

Ergebnisse

Die Trends in der Artenanzahl der Beikräuter sind an beiden Untersuchungsstandorten in der Höhe und Relation nahezu identisch. Neben signifikanten Unterschieden zwischen den beiden Untersuchungsjahren (in 2014 waren die Artenanzahlen insgesamt höher) verursachte vor allem die Wahl der betrachteten Energiepflanzen signifikante Unterschiede auf den Untersuchungsplots (Abb. 2, 3). An beiden Standorten wies das Szarvasigras die höchste Beikrautdiversität auf. Auch die Durchwachsene Silphie und das Wildkrautgemenge wiesen eine um den Faktor 2-4 höhere Artenanzahl an Beikräutern auf als der Maisanbau. Der Unterschied zwischen der Silphie und dem Wildkrautgemenge war in der Uckermark in beiden Jahren zugunsten der Silphie signifikant, in der Prignitz waren die Artenanzahlen in beiden Kulturen vergleichbar hoch.

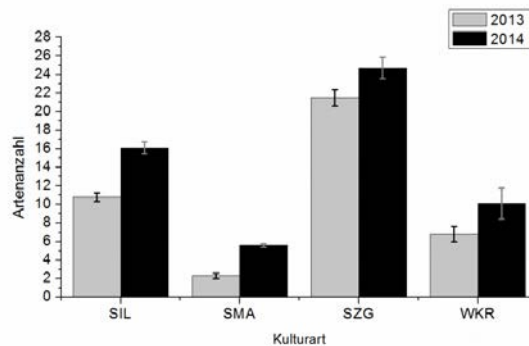


Abb. 2 Mittlere jährliche Artenanzahl in den untersuchten Energiepflanzen am Standort Uckermark (Randmittel aus dem Verallgemeinerten linearen Modell, Maximum-Likelihood-Schätzer, SIL - Durchwachsene Silphie, SMA - Silomais, SZG - Szarvasigras, WKR - mehrjährige Wildpflanzenmischung).

Fig. 2 Averaged annual species richness in the investigated energy crops at the site Uckermark (estimated means from generalized linear model, Maximum-likelihood estimate, SIL - cupplant, SMA - maize for silage, SZG - szarvasi grass, WKR - perennial wildflower mixture).

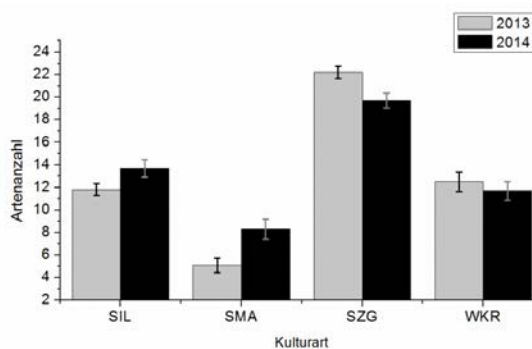


Abb. 3 Mittlere jährliche Artenanzahl in den untersuchten Energiepflanzen am Standort Prignitz (Randmittel aus dem Verallgemeinerten linearen Modell, Maximum-Likelihood-Schätzer, SIL - Durchwachsene Silphie, SMA - Silomais, SZG - Szarvasigras, WKR - mehrjährige Wildpflanzenmischung).

Fig. 3 Averaged annual species richness in the investigated energy crops at the site Prignitz (estimated means from generalized linear model, Maximum-likelihood estimate, SIL - cupplant, SMA - maize for silage, SZG - szarvasi grass, WKR - perennial wildflower mixture).

Der Beitrag der neuen Energiepflanzen für eine Diversifizierung von Anbaufolgen oder im regionalen Kontext lässt sich am ehesten aus der Analyse der Überschneidungen in den Arteninventaren ablesen. Die in Abbildung 4 dargestellten Treuewerte können dabei als Beitrag der einzelnen Energiepflanzen zur β -Diversität interpretiert werden. Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass im Mais fast keine Beikrautarten vorkommen, die nicht auch in den anderen Kulturen vorkommen. Das Szarvasigras bereichert die Anbaufolgen um nahezu 15-20 % von Arten, die schwerpunktmäßig nur in dieser Kultur vorkommen, bei der Silphie und der Wildkrautmischung sind es jeweils etwa 10 % oder 6-7 Arten. Die Effekte sind beim Vorkommen der spezifischen Arten geringfügig stärker ausgeprägt als bei der Artmächtigkeit.

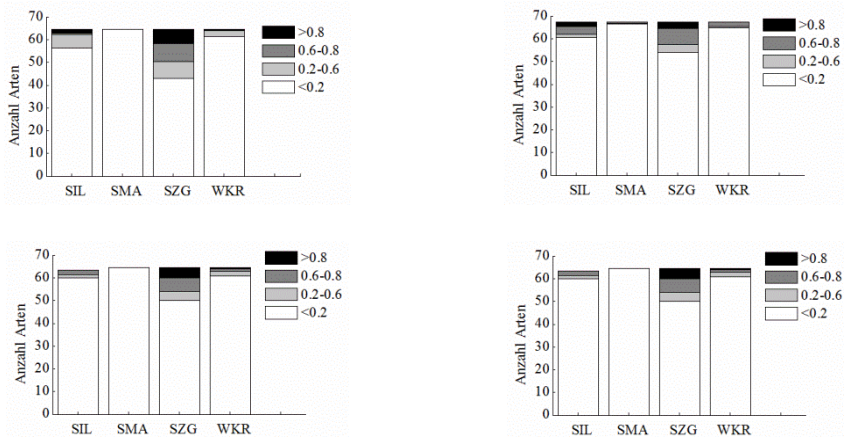


Abb. 4 Anzahl von Arten mit starker Bindung im Vorkommen (oben) bzw. in der Artmächtigkeit (unten) an einzelne Energiekulturen an den Standorten Prignitz (links) und Uckermark (rechts) (Mittelwerte der Anzahl Arten mit hohen Phi-Treuewerten, berechnet nach CHYTRY et al. (2002), SIL - Durchwachsene Silphie, SMA - Silomais, SZG - Szarvasigras, WKR - mehrjährige Wildpflanzenmischung).

Fig. 4 Number of species with high fidelity indices in their occurrence (above) or abundance (below) in specific energy crops at the sites Prignitz (left) and Uckermark (right) (Phi-indices after CHYTRY et al. (2002) averages per plot, SIL - cupplant, SMA - maize for silage, SZG - szarvasi grass, WKR - perennial wildflower mixture).

Die durchgeführte Redundanzanalyse hat einen holistischeren Ansatz und betrachtet die Artenzusammensetzung der Beikrautflora als Ganzes. In Übereinstimmung mit den vorherigen Ergebnissen zeigte sich allerdings auch hier, dass das Szarvasigras am stärksten zu einer Diversifizierung an beiden Standorten beitrug. Diese Kultur erklärte den größten Anteil der Varianz im Beikrautvorkommen (abzulesen aus der Lage zur x-Achse und der Pfeillänge). Die Beikrautflora im Szarvasigras unterschied sich deutlich von der im Mais und in der Durchwachsenen Silphie und dem Wildkrautgemenge. Letztere unterschieden sich wiederum in allen Jahren und an allen Standorten deutlich von der Beikrautflora im Mais, jedoch nicht so stark voneinander. Dies ist beispielhaft aus der Lage der Pfeile für die jeweiligen Energiepflanzen in Abbildung 5 abzulesen. Die Graphen für die einzelnen Anbaujahre und Regionen wiesen jeweils die gleiche Struktur wie in Abbildung 5 auf. Die einzige Ausnahme davon bildete nur die Untersuchungsfläche in der Uckermark im Jahr 2013. In diesem Fall war die Beikrautflora in der Durchwachsenen Silphie noch der Beikrautflora im Silomais ähnlicher als der im Wildkrautgemenge. Die 4 untersuchten Energiepflanzen lieferten Erklärungswerte für die Varianz in der Beikrautflora an den einzelnen Standorten und Jahren zwischen 58,2 und 68,4 %, wobei die Varianzerklärung von 2013 auf 2014 insgesamt leicht zunahm.

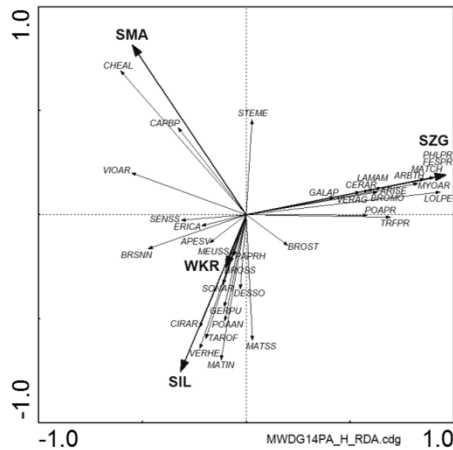


Abb. 5 Einfluss der neuen Energiepflanzen auf die Zusammensetzung der Beikrautzönose am Untersuchungsstandort in der Uckermark im Jahr 2014 (Redundanzanalyse (RDA), Hellinger-Transformation der Einzeldaten, Jahresmittel der Abundanzen der Arten auf den einzelnen Plots, N=40, SIL - Durchwachsene Silphie, SMA - Silomais, SZG - Szarvasigras, WKR – mehrjährige Wildpflanzenmischung).

Fig. 5 Impact of the energy crops at the weed species composition at the site Uckermark in 2014 (redundance analysis (RDA), Hellinger-transformation of the data from the single plots, N=40, SIL - cupplant, SMA - maize for silage, SZG - szarvasi grass, WKR - perennial wildflower mixture).

Diskussion

Die Ergebnisse der Felderhebungen belegen, dass sich die Beikrautflora in den untersuchten drei neuen Energiepflanzen deutlich sowohl in der α - und β -Diversität, aber auch in der Artenzusammensetzung von der Beikrautflora in Silomais unterscheidet. Dieser sehr grundsätzliche positive Effekt scheint in erster Linie auf die Mehrjährigkeit der neuen Energiepflanzen und den ausbleibenden Pflanzenschutz zurückzuführen zu sein. Dieser Fakt bestätigt damit die von anderen Organismengruppen publizierten Aussagen zu den Unterschieden zwischen annuellen und mehrjährigen Kulturpflanzen (ROBERTSON et al., 2012). Während bei den Bodenorganismen sicherlich primär die mehrjährige Bodenruhe die tragende Einflussgröße für diese Effekte darstellt, kommt bei den Beikräutern der ausbleibende Pflanzenschutz als zusätzlicher Faktor hinzu. Konventionelle und Weizenfelder ohne chemischen Pflanzenschutz (ökologisch bewirtschaftet) zeigten in Untersuchungen von GABRIEL et al. (2006) auf der Plotebene (α -Diversität auf der Mikroskala) Diversitätsunterschiede um den Faktor 1,6.

Überraschend stark sind in unseren Untersuchungen die Unterschiede in den Beikräutergemeinschaften zwischen der mehrjährigen monokotylen Energiepflanze Szarvasigras und den dikotylen Energiepflanzen Silphie und Wildkrautgemenge hervorgetreten. Die Zusammensetzung der Beikrautflora betreffend können wir hierbei im Wesentlichen die von STEVENSON und JOHNSON (1999) gemachten Beobachtungen bestätigen, die von einer Zunahme monokotyle Unkräuter und einem Rückgang dikotyle Arten bei zunehmendem Anteil von grasartigen Kulturpflanzen in der Fruchtfolge berichteten. Dieser Effekt könnte demnach auch unabhängig von selektiven Einflüssen der unterschiedlichen Herbizidanwendung in diesen Kulturen auftreten. Die stark erhöhte Artenanzahl im Szarvasigras ist in unseren Untersuchungen nicht unwesentlich dem Umstand geschuldet, dass aufgrund der sehr langsamen anfänglichen Bestandesentwicklung dieser Kulturpflanze auch genügend Freiräume für das Auftreten von Beikräutern zur Verfügung standen. Eine langsame Jugendentwicklung ist von vielen mehrjährigen Energiegräsern bekannt (LEWANDOWSKI et al., 2003). Im Gegensatz zu anderen Untersuchungsstandorten schafft es das Szarvasigras an unseren Standorten auch im zweiten Bestandesjahr nicht, eine ausreichende eigene Konkurrenzstärke zur Kontrolle der Beikräuter zu entwickeln. Die Etablierung im ersten Jahr

ist entscheidend für den Erfolg oder Misserfolg des Anbaus nahezu aller mehrjährigen Kulturen und in der Etablierung liegt auch die größte Herausforderung (HARTMANN und HALLER, 2014).

Die Bestandesentwicklung der untersuchten neuen Energiepflanzen ist mit Ausnahme der geschilderten Situation beim Szarvasigras jedoch keine ausreichende Erklärungsgröße für die festgestellten Unterschiede in den unterschiedlichen Diversitätsparametern der anderen neuen Energiepflanzen. Die Bestandesentwicklung der Silphie war an beiden Standorten sehr unterschiedlich, ohne dass sich dies in den Biodiversitätsparametern der Beikräuter manifestiert hat. Im Untersuchungsgebiet in der Uckermark bildeten die Silphie und die mehrjährigen Wildkräuter bereits früh im Jahresverlauf sehr dichte Bestände nahe am Bestandesschluss. Untersuchungen von SEIFERT et al. (2014) belegen, dass die Lichtverfügbarkeit an der Bodenoberfläche als Ergebnis unterschiedlich stark entwickelter Kulturpflanzenbestände nur bei großen Unterschieden, wie sie etwa zwischen dem Feldinneren und Randstreifen oder zwischen konventionell bewirtschafteten und Schutzäckern auftreten, Einfluss auf die Anzahl der vorkommenden Arten hat, nicht jedoch innerhalb konventionell bewirtschafteter Äcker. Im Umkehrschluss lässt sich daraus ableiten, dass hohe Bestandesdichten und hohe Artendiversität der Beikräuter keinen grundsätzlichen Gegensatz darstellen müssen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Integration neuer mehrjähriger Energiepflanzen in Energiefruchtfolgen eine deutliche Anhebung der regionalen Beikrautdiversität erzielt werden kann. Die neuen Energiepflanzen weisen dabei deutlich unterschiedliche Artengemeinschaften auf als der Silomais und befördern das Auftreten von Arten, die in Silomais nicht vorkommen.

Danksagung

Die diesen Ergebnissen zugrunde liegenden Forschungsarbeiten wurden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen der Projekte mit den FKZ 22006112 und FKZ 22017511.

Literatur

- CHYTRÝ, M., L. TICHÝ, J. HOLT und Z. BOTTA-DUKÁT, 2002: Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* **13**(1), 79-90.
- FLADE, M., 2012: Von der Energiewende zum Biodiversitäts-Desaster – zur Lage des Vogelschutzes in Deutschland. *Vogelwelt* **133**, 149–158.
- GABRIEL, D., I. ROSCHIEWITZ, T. TSCHARNTKE und C. THIES, 2006: Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* **16**(5), 2011-2021.
- HARTMANN, A. und J. HALLER, 2014: Silphie und Co als Biogassubstrat – Erste Ergebnisse aus dem Dauerkulturanbau. TFZ-Merkblatt: 14PHm004, Stand: August 2014, Eigenverlag 1-6, http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/14phtm004_mb_silphie_und_co.pdf.
- LEGENDRE, P. und E. D. GALLAGHER, 2001: Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* **139**, 271-280.
- LEWANDOWSKI, I., J.M. SCURLOCK, E. LINDVALL und M. CHRISTOU, 2003: The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* **25**(4), 335-361.
- MEYER, S., S. HOEBER, S. NEHRING und C. LEUSCHNER, 2014: Konsequenzen des Bioenergiepflanzenanbaus für die Segetalvegetation. *Natur und Landschaft* **89**, H 9/10: 429–433.
- NABU, 2013: Naturverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen – ein Mehrwert für Biodiversität und Landwirtschaft?. Schlussbericht zum Vorhaben FKZ: 22007512, 83 S.
- PEDROLI, B., B. ELBERSEN, P. FREDERIKSEN et al., 2013: Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? - Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes. *Biomass & Bioenergy* **55**, 73-86.
- ROBERTSON, B. A., C. PORTER, D. A. LANDIS und D. W. SCHEMSKE, 2012: Agroenergy crops influence the diversity, biomass, and guild structure of terrestrial arthropod communities. *BioEnergy Research* **5**(1), 179-188.
- RUPPERT, H., M. KAPPAS und J. IBENDORF, 2013: Sustainable Bioenergy Production: An Integrated Perspective. Springer Dordrecht, Heidelberg, New York, London, p 456.
- SEIFERT, C., C. LEUSCHNER, S. MEYER und H. CULMSEE, 2014: Inter-relationships between crop type, management intensity and light transmissivity in annual crop systems and their effect on farmland plant diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **195**, 173-182.
- STANLEY, D. A. und J. C. STOUT, 2013: Quantifying the impacts of bioenergy crops on pollinating insect abundance and diversity: a field-scale evaluation reveals taxon-specific responses. *Journal of Applied Ecology* **50**, 335-344.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

STEVENSON, F.C. und A.M. JOHNSON, 1999: Annual broadleaf crop frequency and residual weed populations in Saskatchewan parkland. *Weed Science* **47**, 208–214.

VOGT, R., S. GÄRTNER, J. MÜNCH, G. REINHARDT, S. KÖPPEN et al., 2008: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. 2008. Endbericht F&E-Vorhaben BMU, FKZ: 0327544, 467 S.