

## Biodiversität einer mehrjährigen Wildpflanzenmischung für die Biogasproduktion

*Biodiversity of a perennial wild flower mixture for biogas production*

Friederike de Mol\*, Laura Tamms, Bärbel Gerowitt

Universität Rostock, Arbeitsgruppe Phytomedizin, Satower Straße 48, 18051 Rostock

\*Korrespondierende Autorin, friederike.de-mol@uni-rostock.de

DOI 10.5073/jka.2018.458.005



### Zusammenfassung

Wildpflanzenmischungen zur Biogasproduktion können durch eine hohe Biodiversität bei gleichzeitiger Unkrautunterdrückung eine ökologisch sinnvolle Alternative zum Maisanbau sein. Um die Entwicklung von Artenvielfalt und Verunkrautung über drei Standjahre zu prüfen, wurden im Frühjahr 2014 an zwei nordostdeutschen Standorten Feldversuche mit der Wildpflanzenmischung „BG 70“ (Saaten Zeller) angelegt. Die Mischung ist mehrjährig, enthält 23 Arten und ist speziell für die Biomassennutzung in Biogasanlagen entwickelt. Von 2014 bis 2016 wurden jedes Jahr Ende Mai bis Mitte Juni auf je acht Parzellen pro Standort angesäte Wildpflanzen und Unkräuter gezählt und die Arten bestimmt. Die Wildarten-Biodiversität, beschrieben mit drei Diversitätsindizes, sank über die Standjahre. Die angesäten Arten Gemeiner Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra*) und Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) dominierten im zweiten und dritten Standjahr zunehmend. Die Individuenanzahl der Ansaatmischung blieb jedoch über die Jahre konstant und bewirkte eine sinkende Unkrautdichte. Die durch den Wildpflanzenanbau erhöhte Biodiversität könnte zu höheren Ökosystemdienstleistungen führen mit dem positiven Nebeneffekt der Produktion von Biogassubstrat, ohne dass eine Verunkrautung der Flächen in den ersten Jahren der Anlage befürchtet werden muss.

**Stichwörter:** Äquivalentartenzahl, Artenreichtum, Berger-Parker-Index, Blümmischung, Unkrautdichte

### Abstract

Due to an expected high biodiversity wildflower mixtures for biogas production may perform a reasonable ecological alternative to maize cropping, while they at the same time suppress weeds. To test the development of biodiversity and weed abundance in three years, in 2014 field trials were established at two sites in North-East Germany. The wild flower mixture „BG 70“ (Saaten Zeller) was sown, a perennial mixture containing 23 species developed especially for the use of biomass in biogas plants. From 2014 until 2016 wild flowers and weed species and densities were counted on eight plots per site. The assessment was done each year from late May until mid June. The diversity of the wild flower mixtures decreased over the years, as described with three indices for diversity. The sown species common mugwort (*Artemisia vulgaris*), common knapweed (*Centaurea nigra*) and common tansy (*Tanacetum vulgare*) increasingly dominated starting in the second year after sowing. However, the number of individual wild flower plants was constant over the years and led to a decreasing weed density. The increased biodiversity by wild flower cultivation may enhance ecosystem services with the positive side effect of biomass production for biogas plants. At least in the first years of wild flower cultivation, growers should not fear increasing weed densities.

**Keywords:** Berger-Parker-index, equivalent species number, flower mixture, species richness, weed density

### Einleitung

Das Hauptsubstrat für die Biogasproduktion in Deutschland ist Maissilage. Die starke Nachfrage nach Mais hat dazu geführt, dass Mais nach Weizen zur anbaustärksten Kulturart geworden ist. Negative Nebeneffekte des ausgedehnten Maisanbaus sind vereinfachte Fruchtfolgen. Die verringerte Kulturartendiversität hat eine allgemein verringerte Biodiversität zur Folge. Diese wiederum wird mit sinkenden Ökosystemdienstleistungen wie mangelhafter Bestäubung und geringer natürlicher Regulation von Schaderregern in Verbindung gebracht (TSCHARNTKE et al., 2005). Außerdem wird eine Eintönigkeit der Agrarlandschaft beklagt.

Alternative Kulturen zur Biomasseproduktion werden als Möglichkeit gesehen, die Agrarbioidiversität zu erhöhen (HAUGHTON et al., 2016). Mischungen aus Wildpflanzen könnten kleinräumig eine Alternative zum Maisanbau sein, Biogassubstrat liefern und gleichzeitig die Artenvielfalt besonders stark erhöhen, da bei dem Anbau von Artenmischungen neben der Begleitflora auch die Kultur bereits divers ist (DEGENBECK, 2015). Mehrjährige Wildpflanzenflächen

bieten zusätzlich den Vorteil der Bodenruhe, so dass sich andere Arten aus der Bodensamenbank etablieren können.

In den letzten Jahren wurde verschiedene mehrjährige, für die Biogasproduktion geeignete Wildpflanzenmischungen entwickelt und Anbauverfahren getestet, die in Anbauempfehlungen mündeten (<http://lebensraum-brache.de/wissen/beratung/>). Auch Methanerträge wurden untersucht (VOLLRATH et al., 2015).

In diesem Beitrag geht es darum, inwieweit die angestrebte Biodiversität mit einer für die Biogasproduktion entwickelten Wildpflanzenmischung tatsächlich erreicht wird und ob die Wildpflanzendiversität bei mehrjähriger Nutzung über die Standjahre erhalten bleibt. Ein zweiter Augenmerk wird auf das Unkraut gelegt: steigt die Verunkrautung in einem mehrjährigen Wildpflanzenbestand, in dem Herbizide nicht eingesetzt werden können, an? Und wie tragen Unkräuter zur Biodiversität bei?

## Material und Methoden

### Versuchsaufbau

Als Wildpflanzenmischung wurde die BG 70 des Saatgutherstellers Saaten Zeller GmbH & Co. KG, gewählt. Sie wurde als mehrjährige Mischung speziell für die Biogasproduktion entwickelt (SAATEN ZELLER, 2017). Sie setzte sich aus 23 Arten zusammen, von denen vier einjährig, acht zweijährig und zwölf ausdauernde Stauden und Holzgewächse waren (Tab. 1). Obwohl „Wild“-pflanzen genannt, waren die Arten oft schon züchterisch bearbeitet. Beispielsweise enthielt die Mischung eine einjährige und eine zweijährige Sorte des Weißen Steinklees (*Melilotus albus*).

**Tab. 1** Arten der mehrjährigen Wildpflanzenmischung für die Biogasproduktion BG 70 (Saaten Zeller GmbH & Co. KG). Deutscher Name (Wissenschaftlicher Name; Gewichtsanteil in der Mischung).

**Tab. 1** *Species of the perennial wild flowering mixture for biogas production BG 70 (Saaten Zeller GmbH & Co. KG). German name (Scientific name; weight proportion in the mixture).*

#### Annuelle Arten

Buchweizen (*Fagopyron esculentum*; 8,0 %)   
Malve, Quirl- (*Malva verticillata*; 6,0 %)   
Sonnenblume (*Helianthus annuus*; 6,5 %)   
Steinklee, Weißer (*Melilotus albus*; 6,0 %)   
Bienne Arten   
Fenchel (*Foeniculum vulgare*; 4,0 %)   
Färberseede (*Reseda luteola*; 0,3 %)   
Möhre (*Daucus carota*; 0,1 %)   
Karde, Wilde (*Dipsacus sylvestris*; 0,5 %)   
Königskerze, Kleinblütige (*Verbascum thapsus*; 0,2 %)   
Natternkopf, Gemeiner (*Echium vulgare*; 0,5 %)   
Steinklee, Echter (*Melilotus officinalis*; 7,0 %)   
Steinklee, Weißer (*Melilotus albus*; 3,5 %)

#### Perennierende Arten

Alant, Echter (*Inula helenium*; 5,0 %)   
Beifuß, Gemeiner (*Artemisia vulgaris*; 1,0 %)   
Eibisch, Echter (*Althaea officinalis*; 5,5 %)   
Espartette, Saat- (*Onobrychis viciifolia*; 9,0 %)   
Färberhundskamille (*Anthemis tinctoria*; 0,1 %)   
Flockenblume, Schwarze (*Centaurea nigra*; 20,0 %)   
Lichtnelke, Rote (*Silene dioica*; 0,2 %)   
Luzerne, Saat- (*Medicago sativa*; 2,0 %)   
Malve, Wilde (*Malva sylvestris*; 7,0 %)   
Malve, Rosen- (*Malva alcea*; 0,6 %)   
Rainfarn (*Tanacetum vulgare*; 5,0 %)   
Wegwarte, Gemeine (*Cichorium intybus*; 2,0 %)

Im Frühling 2014 wurden im Nordosten Deutschlands an zwei Standorten Feldversuche angelegt. Malchow lag auf sandigem Lehm (Ackerzahl 56). Im Mittel der Jahre 2014 bis 2016 betrug die Jahresdurchschnittstemperatur 9,9 °C, und es fiel 517 mm Niederschlag. Die Bodenart am Standort Rostock war lehmiger Sand (Ackerzahl 45). Die Drei-Jahres-Durchschnittstemperatur lag bei 10,5 °C, der mittlere jährliche Niederschlag bei 584 mm.

In einem Blockdesign mit sechs Versuchsgliedern und vier Wiederholungen wurden die zwei Faktoren Standzeit und Aussaatdichte in ihren Auswirkungen auf die Biodiversität untersucht. Die

Parzellen waren 18 m<sup>2</sup> (Malchow) bzw. 30 m<sup>2</sup> (Rostock) groß. Startend im Jahr 2014 wurden jährlich Anfang Mai je Block zwei Parzellen mit der Wildpflanzenmischung neu besät, davon eine mit der empfohlenen Saatgutmenge von 10 kg/ha und eine mit einer reduzierten Menge von 6,7 kg/ha. Im Sommer 2016 standen somit Wildpflanzenbestände im Ansaatjahr, im ersten Jahr nach der Ansaat und im zweiten Jahr nach der Ansaat nebeneinander. Für den vorliegenden Beitrag wurden nur die Parzellen ausgewertet, die seit Anlage des Versuchs 2014 mit der Wildpflanzenmischung eingesät waren.

Die Ansaat erfolgte gemäß Empfehlungen der Saatgutentwickler in ein feines Saatbett von Hand, gemischt mit Sojaschrot oder Erde, um die Flugeigenschaften der Samen zu verbessern. Anschließend wurde der Boden angewalzt. Anfang bis Mitte September wurden die Bestände geschnitten und die Biomasse abgefahren. Im dritten Standjahr wurden die Parzellen mit 120 kg Stickstoff gedüngt. Weitere Pflegemaßnahmen erfolgten nicht.

### Datenerfassung und Auswertung

Ende Mai bis Mitte Juni wurden jährlich pro Parzelle auf vier zufällig verteilten 0,5 m<sup>2</sup> Quadraten Wildpflanzen aus der Saatmischung und Unkräuter gezählt. Dabei wurde, wenn möglich, nach Arten unterschieden, ansonsten nach Gattungen. Für die Wildpflanzen wurden die Malvenarten und die Steinkleearten zusammengefasst, da sie im frühen Entwicklungsstadium nicht zu unterscheiden waren. Die Boniturquadrate wurden jährlich mit hochpräzisem GPS standorttreu wieder eingemessen, so dass stets auf denselben Flächen bonitiert wurde.

Für die statistische Auswertung wurden die Standorte getrennt betrachtet. Die Daten wurden innerhalb einer Parzelle gepoolt. Eine Vorauswertung ergab, dass sich die Parzellen mit empfohlener und reduzierter Saatmenge hinsichtlich ihres Wild- und Unkrautpflanzenbestands nicht voneinander unterschieden. Der Faktor Aussaatmenge wurde deshalb in den folgenden Auswertungen nicht berücksichtigt.

Die Entwicklung der Artenzusammensetzung (Wild- und Unkrautarten) über die Jahre wurde mit Nicht-metrischer Multidimensionaler Skalierung (NMDS) auf Grundlage von Bray-Curtis-Distanzen visualisiert. Der Einfluss des Standjahrs auf die Artenzusammensetzung wurde mit einem goodness-of-fit Permutationstest getestet, wobei der quadrierte Korrelationskoeffizient als Teststatistik diente.

Die Biodiversität wurde getrennt für Wildpflanzen und Unkräuter mit drei Parametern beschrieben:

- Artenreichtum.
- Äquivalentartenzahl. Die Äquivalentartenzahl ist die Exponentialfunktion des Shannon-Indizes zur Basis *e*. Sie gibt die Artenanzahl an, die bei Gleichverteilung der Arten zu derselben Diversität führen würde wie der betrachtete Bestand.
- Berger-Parker-Index. Dieser Index ist der Quotient aus der Gesamtdichte aller Arten und der Dichte der häufigsten Art.

Der Artenreichtum gibt seltenen Arten ein besonderes Gewicht, während der Berger-Parker-Index das Gewicht auf die Art mit der höchsten Dichte legt. Die Äquivalentartenzahl gewichtet seltene und häufige Arten gleich stark.

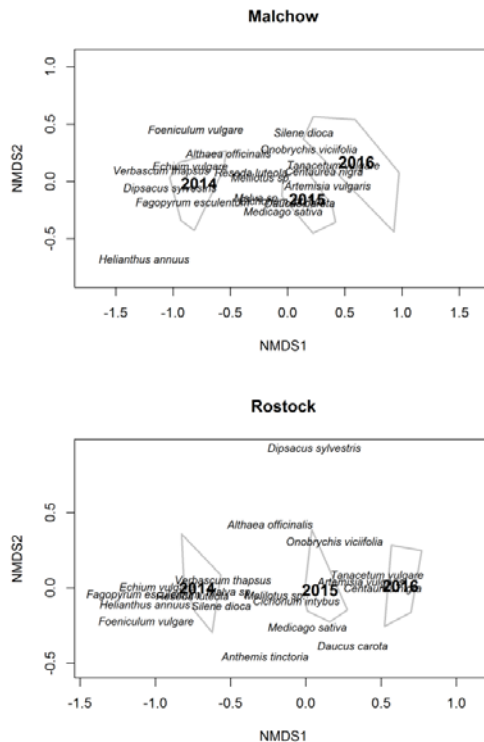
Der Einfluss des Standjahrs auf die Biodiversitätsmaße und die Pflanzendichte wurde mit dem nicht-parametrischen Friedman-Test und anschließendem post-hoc-Test ( $\alpha = 0,05$ ) untersucht.

Für die Berechnungen wurde die Software R (R CORE TEAM, 2017) mit den Zusatzpaketen „vegan“ und „agricolae“ genutzt.

### Ergebnisse

Die Artenzusammensetzung veränderte sich über die drei Standjahre auf beiden Standorten signifikant (Malchow:  $r^2 = 0,74$  mit  $p(r) < 0,001$ , Rostock:  $r^2 = 0,87$  mit  $p(r) < 0,001$ ). Abbildung 1

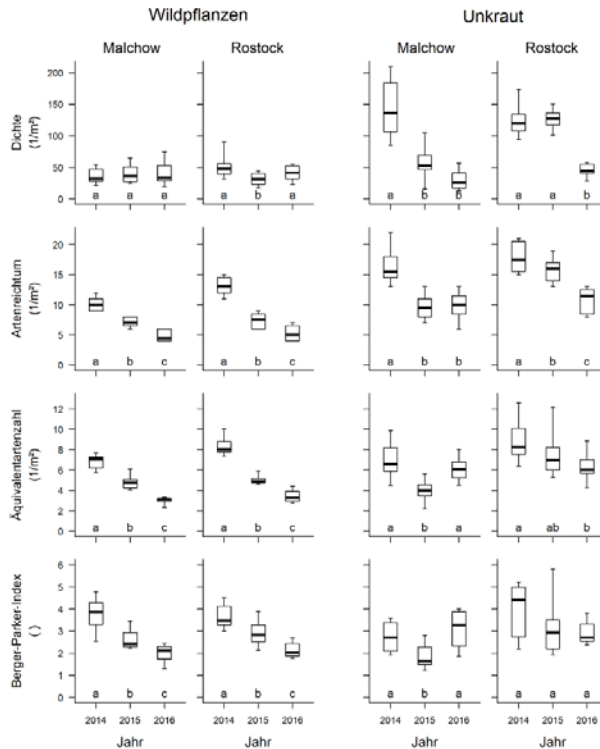
veranschaulicht das Auftreten der Arten über die Jahre. Die einjährigen Arten wie Sonnenblume (*Helianthus annuus*) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) überlebten offenbar den ersten Winter nach der Aussaat nicht, und konnten sich im Folgejahr auch nicht aus Samen erneut etablieren. Beide zweijährige Steinklee-Arten (*Melilotus* sp.) sowie Malven-Arten (*Malva* sp.) bestimmten den Aspekt der Wildpflanzenbestände im zweiten Standjahr. Drei Wildpflanzenarten, die auch im zweiten Standjahr schon häufig waren, dominierten den Bestand im dritten Standjahr: Gemeiner Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) und Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra*).



**Abb. 1** NMDS Ordinationsgrafiken von Wild- und Unkrautarten auf den Versuchsstandorten Malchow und Rostock über die Jahre 2014 bis 2016 ( $n = 24$  pro Standort). Gezeigt sind die Wildarten. Die grauen Polygone umfassen jeweils alle Parzellen eines Versuchsjahres.

**Fig. 1** NMDS ordination diagram of wild and weed species on the experimental sites Malchow and Rostock in the years 2014 - 2016 ( $n = 24$  per site). Wildflower positions are labelled. Gray polygons include all trial plots of a year.

Die Dichte der Wildpflanzen veränderte sich von 2014 zu 2016 auf keinem der beiden Standorte signifikant. Die Unkrautdichte hingegen sank im dritten Standjahr mit 29 Pflanzen/m<sup>2</sup> in Malchow und 46 Pflanzen/m<sup>2</sup> in Rostock auf ein Fünftel bzw. ein Drittel der Unkrautdichte im Ansaatjahr (Abb. 2). Alle drei Biodiversitätsindizes zeigten an, dass die Diversität der Wildarten mit zunehmendem Alter des Bestands signifikant abnahm (Abb. 2). Von zwanzig Arten bzw. Gattungen, die bei der Bonitur unterschieden wurden, waren im dritten Standjahr auf den Aufnahmeflächen im Mittel nur noch fünf vorhanden. Allerdings waren auch im Ansaatjahr auf den Aufnahmeflächen nur 10 (Malchow) bzw. 13 (Rostock) Arten bonitiert worden. Der Artenreichtum sank über die Jahre auch für die Unkräuter signifikant, in Malchow von 16 (2014) auf 10 (2016), in Rostock von 18 auf 11 Arten (Abb. 2).



**Abb. 2** Pflanzendichten und Biodiversität von Wild- und Unkrautarten auf den Versuchsstandorten Malchow und Rostock in den Jahren 2014 bis 2016 (n = 8). Die Biodiversität ist dargestellt anhand von drei Indizes (Artenreichtum, Äquivalentartenzahl und Berger-Parker-Index). Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Jahren (Friedman-Test,  $\alpha = 0,05$ ).

**Fig. 2** Plant densities and biodiversity of wild flowers and weeds on the experimental sites Malchow and Rostock from year 2014 until 2016 (n = 8). Biodiversity is shown with three diversity indices (species richness, equivalent species number and Berger-Parker-index). Different letters indicate significant differences between years (Friedman test,  $\alpha = 0.05$ ).

Der Trend abnehmender Unkrautdiversität war anhand der Äquivalentartenzahl nur in Rostock zu sehen. Der Berger-Parker-Index änderte sich vom ersten zum dritten Anbaujahr nicht signifikant. Jedoch variierte die häufigste Art, die diesen Index bestimmt, über die Jahre. Auf beiden Standorten waren Kamille-Arten im Ansaatjahr die häufigsten Unkrautarten. Im dritten Standjahr waren auf beiden Standorten Gräserarten häufig geworden: Rispengräser (*Poa sp.*) in Malchow und Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*) in Rostock. Hier waren außerdem auf etlichen Parzellen ausdauernde Hornkräuter (*Cerastium sp.*) sehr häufig.

## Diskussion

Die Saatgutmischung BG 70 wird vom Hersteller als Mischung mit ökologischem Schwerpunkt beschrieben (SAATEN ZELLER, 2017). Im Gegensatz zu Mischungen mit ökonomischem Schwerpunkt werden solche Mischungen auf kleinen Teilflächen oder an Schlagrändern angesät, wo sie auf jeden Fall eine Bereicherung für die Diversität der Landschaft darstellen. Für das Ziel der Biodiversitätsförderung geht das Konzept der Mischung von ein-, zwei- und mehrjährigen Arten auf. Die deutlich unterschiedlichen Bestände in den drei Standjahren können in der Landschaft zu erhöhter  $\beta$ -Diversität führen, wenn jährlich andere Flächen neu angesät werden. Damit steigert

die Artenmischung die  $\beta$ -Diversität stärker, als es die Einführung einer neuen Kultur für den Monokultur-Biomasseanbau bewirken würde.

Die Abnahme des Artenreichtums über die Jahre war zu erwarten gewesen, da ein- und zweijährige Arten in den Folgejahren ausfielen. Diese Arten konnten sich auch kaum aus Samen regenerieren. Überraschend ist, dass die Wildpflanzendichte nicht ebenfalls mit den Jahren abnahm. Das mag der geringen Anzahl aufgelaufener Sonnenblumen und Buchweizenpflanzen geschuldet gewesen sein. Die Samen beider Arten werden gerne von Vögeln gefressen und werden wegen der Saat auf die Bodenoberfläche auch leicht von Prädatoren entdeckt. Dass lediglich drei Arten im dritten Anbaujahr die Bestände dominierten, ist bei elf angesäten Mehrjährigen einerseits enttäuschend. Andererseits zeigen Äquivalentartenzahlen über drei eine bedeutend erhöhte Biodiversität im Vergleich zu jeder Monokultur an. Ebenso deutlich zeigen Berger-Parker-Indizes über zwei an, dass die jeweils dominierende Art nicht mehr als die Hälfte der Gesamtdichte ausmachte, dass also kleinräumig auch im dritten Standjahr ein heterogener Bestand etabliert war. Die dominierenden Arten Rainfarn und ein Verwandter des hier verwendeten Gemeinen Beifuß, der Wermut (*Artemisia absinthium*), werden auch in Polen als zukünftige Energiepflanzen getestet (CIESIELCZUK et al., 2016).

Die Unkrautdichte lag im Ansaatjahr um die 130 Pflanzen/m<sup>2</sup>. Das entspricht einer mittleren Verunkrautung, wie sie auf unbehandelten Maisäckern zu dieser Jahreszeit üblich ist (DE MOL et al., 2015). Der Wildpflanzenbestand war auch ohne Herbizideinsatz konkurrenzkräftig genug zur Unkrautunterdrückung, so dass die Verunkrautung über die Jahre signifikant abnahm. Die Unkrautdiversität nahm nur hinsichtlich des Artenreichtums von Jahr zu Jahr signifikant ab. Es kam zu einer Artenverschiebung hin zu einem höheren Grasanteil und ausdauernden Arten, wie sie für eine Sukzession gemähter Feldränder typisch ist (DE CAUWER et al., 2005). Im Bereich der Skala der Landschaft bedeutet das auch im Unkrautbereich eine erhöhte  $\beta$ -Diversität.

Es lässt sich das Fazit ziehen, dass die untersuchte Wildpflanzenmischung ein hohes Potential zur Steigerung der Agrarbiiodiversität zeigte, ohne dass Unkraut auf dem Feld in den ersten Jahren des Anbaus problematisch wurde.

## Danksagung

Diese Studie wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) in Projektträgerschaft der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert (FKZ 22401114).

## Literatur

- CIESIELCZUK, T., J. POLUSZYŃSKA, C. ROSIK-DULEWSKA, M. SPOREK und M. LENKIEWICZ, 2016: Uses of weeds as an economical alternative to processed wood biomass and fossil fuels edicated biomass. *Ecological Engineering* **95**, 485-491.
- DE CAUWER, B., D. REHEUL, K. D'HOOGHE, I. NIJS und A. MILBAU, 2005: Evolution of the vegetation of mown field margins over their first 3 years. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **109**, 87-96.
- DEGENBECK, M., 2015: Ansaat von artenreichen Wildpflanzenmischungen für die Biogasproduktion. *KTBL-Schrift* **508**, 248-261.
- DE MOL, F., C. VON REDWITZ und B. GEROWITT, 2015: Weed species composition of maize fields in Germany is influenced by site and crop sequence. *Weed Research* **55**, 574-585.
- HAUGHTON, A.J., D.A. BOHAN, S.J. CLARK, M.D. MALLOTT, V. MALLOT, R. SAGE und A. KARP, 2016: Dedicated biomass crops can enhance biodiversity in the arable landscape. *GCB Bioenergy* **8**, 1071-1081.
- R CORE TEAM, 2017: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- SAATEN ZELLER, 2017: Energie aus Wildpflanzen: gute Erträge bei geringem Aufwand, Förderung der Tierwelt und Aufwertung der Agrarlandschaft mit cleveren Saatgut-Mischungen. [http://www.saaten-zeller.de/landwirtschaft/biogas-i\\_Zugriff](http://www.saaten-zeller.de/landwirtschaft/biogas-i_Zugriff) am 30.9.2017.
- TSCHARNTKE, T., A.-M. KLEIN, A. KRUESS, I. STEFFAN-DEWENTER und C. THIES, 2005: Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* **8**, 857-874.
- VOLLRATH, B., A. WERNER, M. DEGENBECK und C. MARZINI, 2015: Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft - eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion (Phase II), Schlussbericht. [https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/energie\\_aus\\_wildpflanzen\\_abschlussber\\_fnrii\\_in.pdf](https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/energie_aus_wildpflanzen_abschlussber_fnrii_in.pdf). Zugriff am 30.9.2017.