

## New perspectives on plant biodiversity in Germany

*Neue Perspektiven auf die Pflanzenbiodiversität in Deutschland*

**Philip Kochersperger<sup>1\*</sup>, Hans Ulrich Haas<sup>2</sup>, Juliane Peters<sup>3</sup>, Martin Schulte<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Syngenta Crop Protection AG, Rosentalstrasse 67, 4058 Basel, Schweiz

<sup>2</sup>Syngenta Crop Protection AG, Schaffhauserstrasse, 4332 Stein/AG, Schweiz

<sup>3</sup>Syngenta Agro GmbH, Am Technologiepark 1-5, 63477 Maintal, Deutschland

\*Corresponding author, philip.kochersperger@syngenta.com

DOI 10.5073/jka.2020.464.030



### Summary

Importance and protection of biodiversity is common sense in Germany shown by notable media coverage and many publicly funded programs to support certain species up to whole ecosystems. Plants have a huge influence on biodiversity since they represent largely the first layer of the food chain and deserve therefore special attention. In the past great work has been done to capture and share knowledge about plant species through books and paintings (e.g. *Ciba-Geigy Weed Tables*, etc.). Together with public research institutions, the crop protection industry has a profound knowledge of plant species in agricultural fields. We report here on new options around digital agronomy, especially smartphone applications, and provide a sound overview on what is available and useful, including our new app Proximais<sup>®</sup> containing phenotypic and ecological information of 320 European weeds. It is intended to provide valuable support to farmers during weed identification and management. In addition to such new practical capabilities, this new technology has a great potential to increase and update our knowledge about plant species further. Enlarging the plant species database beyond classical weeds while enlarging the user base could, for the first time, allow a broad documentation and mapping of plant species on agricultural land in Germany.

**Keywords:** Biodiversity, digital, plant identification, plant species, taxonomy, weed

### Zusammenfassung

Die Bedeutung und der Schutz der Biodiversität ist in Deutschland fest verankert, ersichtlich u.a. durch die prominente Platzierung in Medien und zahlreiche öffentlich geförderte Programme zum Schutz gewisser Arten bis ganzer Ökosysteme. Pflanzen haben in besonderem Maße Einfluss auf die Biodiversität, da sie oftmals die erste Stufe der Nahrungskette bilden und deshalb einer besonderen Achtung bedürfen. In der Vergangenheit wurde der Wichtigkeit der Pflanzen durch zahlreiche Gemälde, Zeichnungen und Bücher Rechnung getragen (z.B. *Ciba-Geigy Unkrauttabeln*, etc.). Die Pflanzenschutz-Industrie verfügt zusammen mit öffentlichen Forschungseinrichtungen über ein profundes Wissen der Pflanzenarten in landwirtschaftlichen Nutzflächen. Wir möchten mit diesem Artikel auf die neuen digitalen Hilfsmittel für die Unkrautbestimmung und -kontrolle hinweisen, in besonderem Maße auf Smartphone-Applikationen am Beispiel unserer Applikation Proximais<sup>®</sup>, die u.a. Informationen über 320 in Europa auftretende Unkräuter enthält. Diese soll den Landwirten eine wertvolle Hilfe bei der Bestimmung und Behandlung auftretender Unkräuter sein. Zusätzlich zu solchen praktischen Nutzungen bietet diese neue Technologie viele weitere Chancen in Bezug auf Erweiterung des Wissens über Pflanzen. Eine Erweiterung der Pflanzendatenbank über häufig auftretende Unkräuter hinaus, zusammen mit einem Ausbau des Nutzerkreises könnte zum ersten Mal eine breite Dokumentation und Kartierung der Pflanzenarten auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland erlauben.

**Stichwörter:** Biodiversität, digital, Pflanzenarten, Pflanzenbestimmung, Taxonomie, Unkraut

### Introduction

Biodiversity and nature are important values in Germany (SCHERFOSE, 2011), highlighted by numerous publicly and privately funded initiatives or programs to protect single species up to whole ecosystems. Likewise, German society present itself very open and supportive regarding biodiversity protection and backed recently very successfully a public petition regarding insect protection in Bavaria (BAYRISCHER LANDTAG DRUCKSACHE 18/1736, 2019). Protection of biodiversity is respected as well during the registration of plant protection products for example through Regulation (EC) No 1107/2009 (REGULATION (EC) No 1107/2009, 2009), which regulates the placing of plant protection products on the market.

On the same time, Germany is a very densely populated and developed country, which in most cases just allows a coexistence of humans and wild species in the same areas. Hence Germany can be roughly subdivided into three main area types being 51.6% agricultural areas, 30.6% forest areas and 13.7% settlement and transport areas (ANONYMOUS, 2018). The remaining 4.1% are miscellaneous areas, often being watery or mountainous (ANONYMOUS, 2018).

Those area types are being used in the ongoing biodiversity indexation in Germany, the German Sustainability Indicator for Species Diversity (DRÖSCHMEISTER and SUKOPP, 2009). It records however only the abundance of 59 breeding bird species in those distinct area types and has been recorded on a yearly basis since 1990. Interestingly the numbers of birds result in a relatively constant value around 70%, compared to a calculated value of 100% in the year 1970. The goal remains to reach 100% in the year 2030 (ANONYMOUS, 2016), since the goal could not be reached until 2015 (KÜCHLER-KRISCHUN and WALTER, 2007). Since establishment of the indicator it is clear that “it would be desirable and important to have nation-wide monitoring data also on the population sizes of species of other important groups, such as ... vascular plants” to come “closer to a comprehensive biodiversity reporting” (DRÖSCHMEISTER and SUKOPP, 2009). Unfortunately, no other nation-wide monitoring has been established until today, while the negative trend (ANONYMOUS, 2018) and the area size push in particular the agricultural area into the focus to deliver biodiversity gains in the coming decade.

Today, Germany generates 85% of its food through its agriculture, while importing the remaining 15% from other countries (PASCHER et al., 2018). It should be a matter of debate if an increase of biodiversity should be realized on cost of agricultural production, which could result in the culturing of other areas (e.g. forests) outside of Germany. Due to its high and responsible level of agriculture together with its societal support of biodiversity in general, Germany could be the ideal place to experiment with biodiversity increases in accordance with current agricultural production. This would highlight farmers as the most important group to enable and manage those gains of biodiversity. Of course, this would only be successful if society can offer meaningful goals, incentives and tools to help farmers doing so.

Recently farmers have benefited from the advent of numerous mobile applications (apps) supporting them regarding farm management. Regarding crop protection several companies have launched apps, often free of charge, which support farmers regarding choice and usage of plant protection products based on their inputs and according to the situation in the field (e.g. Proximais® from Syngenta).

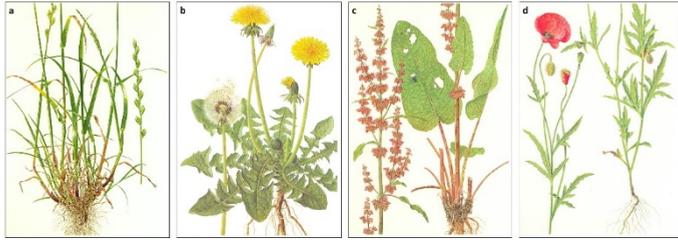
In the following, we provide an overview of current available apps regarding weed identification and knowledge, supplemented with deeper insights coming from Syngenta’s legacy and new weed information systems, in particular around the app Proximais®.

## Material and Methods

The plant scope and plant identification capability of each app have been determined in September 2019 using standard hardware including smartphones, tablet computers and personal computers. The evaluations have been done with privately as well as corporately owned hardware, both registered and connected in Germany or Switzerland. Google Play® served as app store for searching and downloading of apps.

## Results

Syngenta has a long history of weed control research and has access to weed knowledge generated throughout decades. One highlight in this collection are the Ciba-Geigy Weed Tables (HÄFLIGER and BRUN-HOOL, 1968/1975), a series of color plates (Fig. 1), which were published from 1968-1975. The color plates have been reused in the books Grass Weeds 1 and 2, Monocot Weeds 3 and Dicot Weeds 1 (HÄFLIGER et al., 1980-1988), which might represent one of the most complete collection of weed knowledge with global scope. Those four books contain 538 species, 92 color plates, roughly 2000 plant organ drawings and 200’000 words of description (quadrilingual).



**Fig. 1** Aquarelle examples of (a) *Lolium perenne* (b) *Taraxacum officinale* (c) *Rumex obtusifolius* (d) *Papaver rhoeas* originating from the Ciba-Geigy Weed Tables (HÄFLIGER and BRUN-HOOL 1968/1975).

**Abb. 1** Beispiele von Aquarellen aus den Ciba-Geigy Unkraut-Tafeln: (a) *Lolium perenne* (b) *Taraxacum officinale* (c) *Rumex obtusifolius* (d) *Papaver rhoeas* (HÄFLIGER and BRUN-HOOL 1968/1975).

In addition to such encyclopedic knowledge about plant species, the actual plant biodiversity in fields has been always of great interest as well. It has been captured for example in publications like “Weed Communities of Europe” (HÄFLIGER and BRUN-HOOL, 1971) which nicely illustrates weed species communities typically present together with certain crops (Fig. 2).



**Fig. 2** Maize weed community, sandy loam, fluvisol, 295 m a.s.l., table no. 4 (HÄFLIGER and BRUN-HOOL, 1971).

**Abb. 2** Unkrautgemeinschaft in Mais, sandiger Lehm, Fluvisol, 295 m ü.NN, Tabelle Nr. 4 (HÄFLIGER and BRUN-HOOL, 1971).

Mobile apps, especially for smartphones, may allow in the future more targeted approaches regarding weed identification and information. Proximais® for example contains a database with pictures and information for automated plant species identification. It holds currently 320 plant species of which a subset of 179 weed species, with 621 weed pictures and roughly 10.000 words of description are currently directed towards maize growers in Germany. With regards to automated weed identification or GIS based field information (e.g. soil type, erosion probability, etc.) it will be possible in future to provide farmers with even more precise information targeted to the specific situation in their fields.

We focused our investigation on apps delivering an automated or manual plant identification capability across a variety of suppliers. Particularly noteworthy offers are Proximais® from Syngenta, Xarvio® from BASF, PlantSnap® (RALLS, 2018) and Flora Incognita® (WÄLDCHEN and MÄDER, 2019) since they have been pioneers in the field of automated weed identification based on submitted digital pictures. Useful apps might also include Google Lens® (Ko et al., 2017), for which the identification of plant species is not even a focus point but might work in future as good as dedicated plant identification apps. Despite this automated weed identification feature, several other apps are available supporting users with the classical text driven way to identify plants. Tab. 1 contains a current overview of important plant identification apps in Germany.

**Tab. 1** Mobile applications (apps) supporting identification of plant species.**Tab. 1** Mobile Applikationen (Apps) zur Bestimmung von Pflanzenarten.

App name	Owner	Plant scope	Automated identification	Identification key
Google Lens	Google LLC	All	yes	no
Flora Incognita	TU Ilmenau	Flowering plants	yes	no
Plantsnap	PlantSnap Inc.	Flowering plants	yes	no
Xarvio	BASF digital farming GmbH	Crop weeds	yes	no
Proximais*	Syngenta Agro GmbH	Maize weeds	yes	yes
Agrar	Bayer CropScience	Crop weeds	no	yes
Bestimmer	Deutschland GmbH	Crop weeds	no	yes
top-Unkraut	Landwirtschaftsverlag Münster	Crop weeds	no	yes
DLG-Unkräuter	Landwirtschaftsverlag Münster	Crop weeds	no	yes
LIZ-Unkraut- Bestimmung	Onlineverwert GmbH (Pfeifer&Langen)	Sugarbeet weeds	no	yes
iGräser	ZHAW	Grass weeds	no	yes
Agrobase Unkräuter+	farmis	Crop weeds	no	no

\*contains an automated plant identification capability as well as an identification key for grasses

Syngenta will further invest into Proximais® software development and enhancement and likes to extend its geographical focus (beyond France and Germany), its crop focus (beyond maize) and its weed knowledge database (beyond 320 species, beyond current weed knowledge).

Our internal market studies confirm openness and demand of farmers for weed identification apps like Proximais® together with automated weed identification capabilities (data not shown). We believe that very soon it might become a standard capability of every serious app regarding weed management.

A search in Google Play® using selected industry owner names (“ADAMA”, “BASF”, “BAYER”, “CORTEVA”, and “SYNGENTA”) delivered on average 34 active apps by company. Specifically, from Syngenta 32 apps with focus on agricultural use have been available, which we confirmed against our internal records of currently supported apps.

We believe that connection to farmers through apps is a sustaining new way to communicate with customers for the crop protection industry in the future. The question we like to ask is: Can those apps, and specifically crop protection apps, help generating valuable insights into biodiversity status and development in Germany? We like to discuss this question in the following.

## Discussion

Biodiversity is a highly regarded and respected value in Germany. On the same time, taxonomic knowledge for example of plants is low and might even decline (BUCK et al. and references therein, 2019) challenging directly the goal to protect biodiversity from a knowledge perspective.

It has been suggested that for example digital plant identification apps could stop this and provide an elegant way for interested people to recognize and learn about plants (WÄLDCHEN et al., 2018). The breakthrough here might have been the automated plant identification capability which can determine plants based on digital pictures. This feature could be the long-awaited tool (GASTON and O’NEILL, 2004) enabling everybody to recognize plant species, be they protected, weedy or just beautiful.

Plant protection apps can therefore play several important roles in the future. They will provide additional support for safe and sustainable application of plant protection products according to integrated weed management. They will be easily accessible sources of knowledge around crop protection products, crops and pests. And they could train all interested people on plant identification with a special focus on plants in agricultural areas.

Despite of such common digital improvements, the exiting new feature is the direct, continuous and bidirectional interaction with farmers. Specifically, the automated weed identification capability would allow farmers immediate weed identification in the field, which facilitates the best choice and use of plant protection products according to their specific situation. Vice versa and importantly, such recorded plant species could be further used to establish an independent assessment of plant biodiversity in agricultural areas, be they recorded in fields, flower strips, buffer zones or hedges. Such new insights into plant biodiversity could serve as additional input to consider biodiversity measures and importantly serve as data pool for retrospective analysis on outcomes of regulations from the past.

Therefore, Syngenta would like to explore the idea to use such apps as a data source regarding plant biodiversity. We offer to facilitate or take part in a discussion between all interested parties owning or developing apps with automated plant identification capability. We believe that species data generated throughout such apps would provide very interesting and valuable insights into plant biodiversity in Germany, especially in agricultural areas in a way and richness which has never been possible before.

This would elegantly address the long-standing request for additional assessments of taxa other than birds (DRÖSCHMEISTER and SUKOPP, 2009) and importantly include farmers in an adequate way since they are the biggest and most experienced group of people in Germany working with biodiversity.

## References

- ANONYMOUS, 2016: German Sustainable Development Strategy 2016. The Federal Government.
- ANONYMOUS, 2018: Umwelt und Landwirtschaft 2018. Umweltbundesamt.
- BAYRISCHER LANDTAG DRUCKSACHE 18/1736, 2019: Gesetzentwurf nach Art. 74 der Verfassung des Freistaates Bayern Volksbegehren „Artenvielfalt und Naturschönheit in Bayern – Rettet die Bienen!“ Gesetzentwurf zur Änderung des Bayerischen Naturschutzgesetzes zugunsten der Artenvielfalt und Naturschönheit in Bayern („Rettet die Bienen!“).
- BUCK, T., I. BRUCHMANN, P. ZUMSTEIN, C. DREES, 2019: Just a small bunch of flowers: the botanical knowledge of students and the positive effects of courses in plant identification at German universities. *PeerJ* **7**, e6581.
- DRÖSCHMEISTER, R., U. SUKOPP, 2009: Indicators and conservation policy: the German Sustainability Indicator for Species Diversity as an example. *Avocetta* **33**, 149-156.
- GASTON, K.J., M.A. O'NEILL, 2004: Automated species identification: Why not? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2004; **359(1444)**, 655–667.
- HÄFLIGER, E., J. BRUN-HOOL, 1968/1975: Ciba-Geigy Unkrautafeln. Eine synoptische Darstellung der Begleitflora der landwirtschaftlichen Kulturen. CIBA-GEIGY Limited, Agrochemicals Division.
- HÄFLIGER, E., J. BRUN-HOOL, 1971: Weed Communities of Europe, Documenta CIBA-GEIGY, CIBA-GEIGY Limited.
- HÄFLIGER, E., H. SCHOLZ, 1980: Grass Weeds 1, Documenta CIBA-GEIGY.
- HÄFLIGER, E., H. SCHOLZ, 1981: Grass Weeds 2, Documenta CIBA-GEIGY.
- HÄFLIGER, E., 1982: Monocot Weeds 3, Documenta CIBA-GEIGY.
- HÄFLIGER, T.J., M. WOLF, 1988: Dicot Weeds 1, Documenta CIBA-GEIGY.
- KO, T., H. ADAM, M. CRONE KOSER, A. MASTEROV, A.-J. KIMBENBE, M.J. BRIDGES, P. CHANG, D. PETROU, A. BERENZWEIG, 2017: SMART CAMERA USER INTERFACE. US 2017 / 0155850 A1 (43).
- KÜCHLER-KRISCHUN, J., A.M. WALTER, 2007: National Strategy on Biological Diversity (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)).
- PASCHER, P., U. HEMMERLING, S. NAB, 2018: Situationsbericht 2018/19 Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Deutscher Bauernverband e.V.
- RALLS, E., 2018: Systems and methods for electronically identifying plant species. US 2018 / 0322353 A1 Patent Application Publication.
- REGULATION (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC.
- SCHERFOSE, V., 2011: Das deutsche Schutzgebietssystem - Schwerpunkt: Streng geschützte Gebiete - BfN-Skripten **294**, 197 S.
- WÄLDCHEN, J., P. MÄDER, 2019: Flora Incognita – how artificial intelligence revolutionizes plant identification. *Biol. Unserer Zeit*, **49**, 99-101.
- WÄLDCHEN J, M. RZANNY, M. SEELAND, P. MÄDER, 2018: Automated plant species identification—Trends and future directions. *PLoS Comput Biol* **14(4)**, e1005993.

## Eignung einer mehrjährigen Biogas-Blühpflanzenmischung für den Anbau auf sandigen Böden in Brandenburg

*Suitability of a perennial biogas flower mixture for cropping on sandy soils in Brandenburg*

Laura Tamms<sup>1\*</sup>, Friederike de Mol<sup>1</sup>, Michael Glemnitz<sup>2</sup>, Bärbel Gerowitt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaften, Arbeitsgruppe Phytomedizin, Satower Straße 48, 18059 Rostock

<sup>2</sup>Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg

\*Korrespondierende Autorin, laura.tamms@uni-rostock.de

DOI 10.5073/jka.2020.464.031



### Zusammenfassung

Mehrjährige Blühmischungen für die Biogasproduktion könnten durch ihre breite Standortanpassung auch in ertragsschwachen Regionen eine Alternative zum Maisanbau sein, wenn sie durch wüchsige Arten hohe Erträge liefern und nebenbei die Biodiversität fördern. Um die Anbaueignung einer Wildpflanzenmischung auf sandigem Boden hinsichtlich der Entwicklung des Artenreichtums der ausgesäten Wildarten über eine dreijährige Nutzungsdauer zu prüfen, wurden im Frühjahr 2015 an zwei Standorten in Brandenburg Feldversuche mit der Wildpflanzenmischung „BG 70“ angelegt. Die Mischung ist mehrjährig, enthält 23 Arten und wurde speziell für die Biogasproduktion entwickelt. Von 2015 bis 2017 wurden jedes Jahr Parzellen mit der Wildpflanzenmischung angesät. Die gewachsene Vegetation wurde in mehreren Erhebungsterminen artspezifisch gezählt. Eine sinkende Biodiversität der Wildarten über die Standjahre wurde festgestellt. Ab dem zweiten Standjahr dominierten die perennierenden Arten *Centaurea nigra* und *Artemisia vulgaris* aus der Blühmischung. Die Individuenzahlen der Wildarten war zu Beginn des ersten Standjahr gering und sank weiter. Überraschenderweise sank auch die Unkrautdichte über die Jahre. In den Spätsommermonaten (August und September) komplementieren die Wildarten das Nahrungsangebot für Tiere zu der natürlichen gewachsenen Vegetation.

**Stichwörter:** Anbaueignung, Artenreichtum, Blühmischung, Unkrautdichte

### Abstract

Due to their broad site adaptation perennial wildflower mixtures for biogas production could be an alternative to maize cropping. If they provide high biomass yield from vital growing species and promote biodiversity even in low yielding regions. Field trials were established in order to test the ability of a perennial flower mixture on sandy soils to promote species rich vegetation. The wild flower mixture “BG 70” was sown at two sites in Brandenburg. This mixture contains 23 species and was especially developed for biogas production. From 2015 until 2017, new plots were sown with the mixture every year. Wild flowers and weed species were counted at several dates. The diversity of the wild flower mixtures decreased over the years. In the second year after sowing, the perennial wild flower species *Centaurea nigra* and *Artemisia vulgaris* dominated. The number of individual wild flower plants was low at the beginning and declined further. Surprisingly, the weed density also dropped enormously over the years. In the late summer months (August and September) the wild species complement the food supply for animals to the natural grown vegetation.

**Keywords:** Cropping suitability, flower mixture, species richness, weed density

### Einleitung

In Zeiten der globalen Erwärmung und der „Fridays for Future“-Bewegungen wird die Forderung nach alternativen Energiequellen zu den fossilen Brennstoffen wie Kohle und Erdöl lauter. Die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen steht im Vordergrund. Das Interesse an Erneuerbaren Energien, welche als Basis regenerative Energiequellen wie Wasser, Wind und Biomasse nutzen und dabei nachhaltig und ökologisch produziert werden, ist groß. Die Energiegewinnung durch Biogasanlagen ist eine Option. Möglich wäre es, anfallende Grünabfälle von Parkanlagen, Gärtnereien und der Landwirtschaft für die Biogas-Produktion zu verwenden. Dagegen hat die tatsächliche Entwicklung den Mais zur anbaustärksten Kultur zur Biogasproduktion befördert (BMEL, 2019). Die daraus resultierenden Maismonokulturen gehen mit Verlusten von kleinräumigen Strukturen, Ökosystemleistungen und Artenreichtum einher, die gesellschaftlich aus verschiedenen Gründen negativ bewertet werden (LINHART und DHUNGEL, 2013). Der „Vermaisung“ entgegenwirken

könnten Anbauverfahren von Wildpflanzen für die Biogasproduktion (VOLLRATH, 2012). In kleinräumigen Strukturen können diese als Alternative zum Mais angebaut werden, liefern dabei Biogassubstrat, erhöhen die Agrarbioidiversität und stellen Nahrung und Habitat für Tiere (UYTTENBROECK, 2015). Besonders mehrjährige Wildpflanzenflächen bieten zusätzlich den Vorteil der Bodenruhe. Heimische Wildpflanzenmischungen bieten dazu noch eine breite Standortanpassung. Dieser Beitrag ermittelt, wie sich die Artenvielfalt von den Wildpflanzenarten aus der Biogasmischung bei ein- bis dreijährigen Nutzung über die Standjahre entwickelt. Kommt es zu einer Verunkrautung der Flächen durch eine schlechte Etablierung der Wildpflanzenarten? Sind die Unkräuter besser an den sandigen Standort adaptiert als die Wildpflanzen? Wie entwickelt sich die Vegetation von Wildpflanzen Unkrautarten innerhalb einer Vegetationsperiode?

## Material und Methoden

### Versuchsaufbau

Im Frühjahr 2015 wurden an zwei Standorten in Brandenburg, auf Versuchsfeldern des „Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.“, Feldversuche angelegt. Die vorherrschende Bodenart am Standort Dedelow ist sandiger Lehm (Ackerzahl 42) und am Standort Müncheberg lehmiger Sand (Ackerzahl 25). Die klimatischen Gegebenheiten sind ähnlich. Die Jahresdurchschnittstemperatur in Dedelow liegt bei 9,4 °C mit einer Niederschlagsmenge von 531 mm im Mittel der Jahre 2015 bis 2017. Die drei-Jahres-Mittelwerte in Müncheberg liegen bei einer Niederschlagsmenge von 520 mm und einer Durchschnittstemperatur von 9,9 °C. Die Feldversuche wurden als vollständig randomisierte Blockanlage mit zwei Faktoren (Aussaaddichte und Ansaatjahre) und vier Wiederholungen angelegt. Die Parzellen besitzen eine Größe von 64 m<sup>2</sup> (Müncheberg) bzw. 48 m<sup>2</sup> (Dedelow). Beginnend im Jahr 2015 wurden jährlich Anfang Mai zwei Parzellen pro Block mit der Biogasmischung BG 70 vom Saatguthersteller „Saaten Zeller GmbH & Co. KG“, mit der empfohlenen Saatgutmenge von 10 kg/ha und eine um ein Drittel reduzierter Menge von 6,7 kg/ha neu besät. Somit standen im Jahr 2017 die Bestände der Biogasmischung im ersten, zweiten und dritten Standjahr. Die Ansaat erfolgte von Hand, wobei die Biogasmischung mit Sojaschrot gemischt wurde, um die Flugeigenschaften und Verteilung der Samen zu verbessern. Anschließend wurde das Saatgut angewalzt. Jedes Jahr wurden vier zufällig verteilte Punkte pro Parzellen mit einem Holzrahmen von einem Quadratmeter belegt und die gewachsene Vegetation (Wildpflanzen und Unkrautarten) artspezifisch gezählt. Bei nicht eindeutiger Bestimmung wurden Arten in ihren Gattungen zusammengefasst (*Veronica* spp., *Trifolium* spp.) und bei geringer Individuenanzahl (n < 4) zu der Art mit der jeweils höchsten Dichte zugeordnet (*Melilotus albus*, *Matricaria inodora*, *Vicia angustifolia*, *Rumex acetosa*). Um zu gewährleisten, dass jedes Jahr dieselbe Boniturfläche erfasst wird, sind die Punkte mittels GPS standortgenau eingemessenen worden. Im zweiten Versuchsjahr wurde für eine genaue Beschreibung der Vegetationsentwicklung ab Juni monatlich Felderhebungen bis September durchgeführt (Termine in Tab. 1). Am Ende der Vegetationsperiode, Ende August/Anfang September, wurde die Biomasse der Bestände geerntet und abgefahren.

**Tab. 1** Felderhebungstermine an den Standorten Müncheberg und Dedelow.

**Tab. 1** Field survey dates at the locations Müncheberg and Dedelow.

	Dedelow	Müncheberg
2015	18.06.	19.06.; 31.07.
2016	08/09.06.; 27.06.; 04.08.; 31.08.; 28.09.	03 -10.06.; 07/08.07.; 08.08.; 09.09.
2017	02.08.; 30.08.	04 -12.07.; 08.08; 15 -18.09.

BG 70 beinhaltet einjährige, überjährige und mehrjährige Wildpflanzenarten (Tab. 2), welche über eine lange Standzeit gleichbleibend Ertrag liefern sollen. Dabei bietet die Biogasmischung eine ökologische und Ressourcen schonende Möglichkeit Biogas zu produzieren (SAATEN ZELLER, 2019). Für Bienen interessante Arten sind zum Beispiel Wilde Malven, Echte Natterkopf und Buchweizen. Zur Biomassenproduktion sind Rainfarn, Schwarze Flockenblume und Beifuß sehr gut geeignet.

**Tab. 2** Artenzusammensetzung der Biogasmischung BG 70 (Saaten Zeller GmbH & Co. KG). Deutscher Name, Botanischer Name, Gewichtsanteil in der Mischung.

**Tab. 2** Species of the biogasmixture BG 70 (Saaten Zeller GmbH & Co. KG). German name, botanical name, weight proportion in the mixture.

	dt. Name	bot. Name	Gewichtsanteil
Annuelle Arten	Buchweizen	<i>Fagopyron esculentum</i>	8,0
	Quirlmalve	<i>Malva verticillata</i>	7,5
	Sonnenblume	<i>Helianthus annuus</i>	8,0
Zweijährige Arten	Färber-Wau	<i>Reseda luteola</i>	0,3
	Wilde Möhre	<i>Daucus carota</i>	0,1
	Wilde Karde	<i>Dipsacus sylvestris</i>	0,5
	Kleinblütige Königskerze	<i>Verbascum thapsus</i>	0,5
	Gemeiner Natternkopf	<i>Echium vulgare</i>	0,5
	Echter Steinklee	<i>Melilotus officinalis</i>	7,0
	Weißer Steinklee	<i>Melilotus albus</i>	3,5
Perennierende Arten	Echter Alant	<i>Inula helenium</i>	5,0
	Gemeiner Beifuß	<i>Artemisia vulgaris</i>	1,0
	Echter Eibisch	<i>Althaea officinalis</i>	5,5
	Saat-Espartette	<i>Onobrychis viciifolia</i>	9,0
	Färberhundskamille	<i>Anthemis tinctoria</i>	0,1
	Schwarze Flockenblume	<i>Centaurea nigra</i>	20,0
	Roe Lichtnelke	<i>Silene dioica</i>	0,2
	Saat-Luzerne	<i>Medicago sativa</i>	2,0
	Wilde Malve	<i>Malva sylvestris</i>	7,0
	Rosen- Malve	<i>Malva alcea</i>	0,6
	Rainfarn	<i>Tanacetum vulgare</i>	5,0
	Gemeine Wegwarte	<i>Cichorium intybus</i>	2,0
	Fenchel	<i>Foeniculum vulgare</i>	4,0

### Datenauswertung

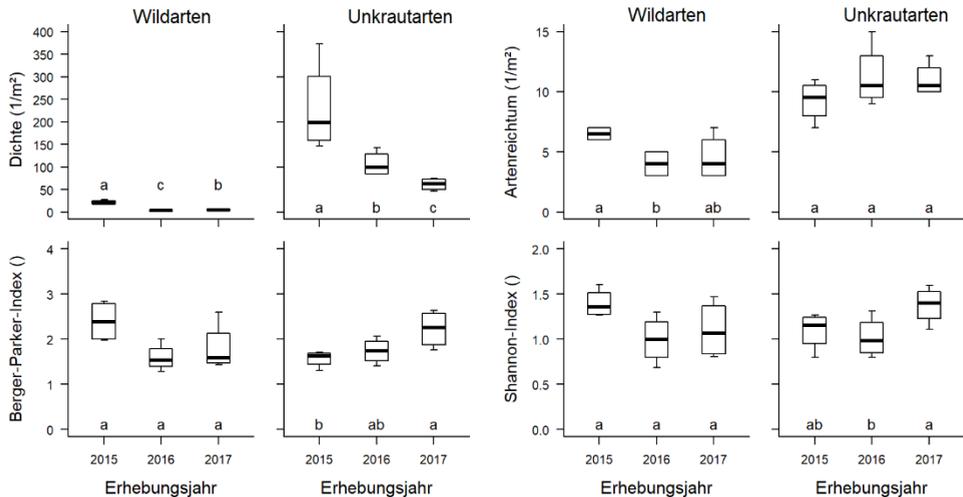
Für die statistische Auswertung wurden die Standorte getrennt betrachtet. Die Daten wurden innerhalb einer Parzelle gepoolt. Die Biodiversität wurde getrennt für Wildpflanzen und Unkrautarten anhand der Dichte, des Artenreichtums, des Shannon-Index und des reziproken Berger-Parker-Index beschrieben. Unterschiede wurden mit dem Friedman-Test untersucht. Statistisch waren zwischen empfohlener und reduzierter Saatmenge keine Unterschiede zu finden. Die Aussaatmenge wurde deshalb in den weiteren Auswertungen nicht betrachtet, und die Daten der beiden Parzellen pro Block wurden gepoolt. Es wurden zwei Analysen durchgeführt. Zum einen wurde die Entwicklung der Vegetation über drei Jahre betrachtet. Dazu wurden ausschließlich Daten des Standorts Müncheberg und nur die im Jahr 2015 bestellten Parzellen herangezogen. Mit der zweiten Analyse wurde die Bestandsentwicklung innerhalb des Jahres 2016 für beide Standorte und für die Aussaatjahre 2015 und 2016 untersucht.

### Ergebnisse

#### Bestandsentwicklung am Standort Müncheberg über eine dreijährige Nutzungsdauer

Die Dichten der Wildpflanzenarten veränderten sich signifikant über die drei Standjahre (Abb. 1). Wurden im ersten Versuchsjahr Pflanzendichten von 11 Pflanzen/m<sup>2</sup> gezählt, so nahmen die Dichten im folgenden Jahr um ein Viertel ab und stiegen im dritten Standjahr etwas an. Hier wuchsen im Mittel 3 Pflanzen/m<sup>2</sup>. Im Vergleich dazu sank die Unkrautdichte vom ersten zum letzten Standjahr auf ein Drittel ihrer Ausgangsdichte von 200 Pflanzen/m<sup>2</sup>. Der Artenreichtum der Wildpflanzenarten halbierte sich vom ersten Standjahr zum letzten Standjahr, von 6 Arten/m<sup>2</sup> auf 3 Arten/m<sup>2</sup>. Somit sank die Diversität der Wildarten mit zunehmendem Alter der Bestände. Auch die Artenzusammensetzung veränderte sich signifikant (Permutationstest  $r^2 = 0,72$  mit  $p(r) < 0,001$ ).

Wuchsen im Aussaatjahr vermehrt die einjährigen Arten *Malva verticillata* und *Fagopyron esculentum* aus der Blütmischung, wurden diese Arten ab dem zweitem Jahr durch die perennierenden Arten *Centaurea nigra* und *Artemisia vulgaris* verdrängt. Der Berger-Parker-Index zeigte für die Wildpflanzen keine signifikante Änderung, jedoch änderte sich die dominanteste Art. Indessen zeigte der Index für die Unkrautarten einen signifikanten höheren Wert im dritten Standjahr an. Hier dominierte *Chenopodium album* in den ersten beiden Jahren und machte mit einem Berger-Parker-Wert von ca. 1,6 mehr als die Hälfte der Dichte der Unkräuter aus. Ab dem dritten Jahr dominierten das Ungras *Apera spica-venti* und das Unkraut *Erigeron canadensis*.



**Abb. 1** Dichte, Artenreichtum, Shannon-Index und Berger-Parker-Index von Wild- und Unkrautarten auf dem Versuchsstandort Müncheberg in den Jahren 2015 bis 2017 (n = 8). Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Jahren (Friedman-Test,  $\alpha = 0.05$ ).

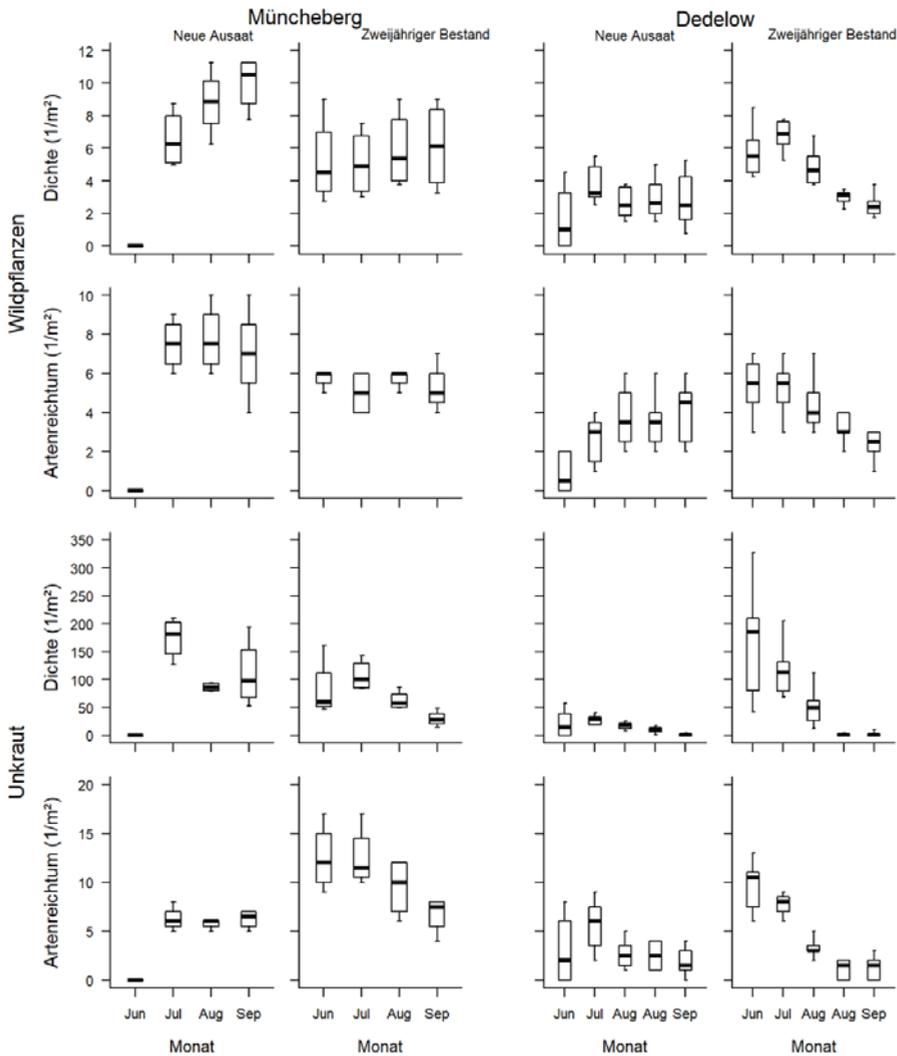
**Fig. 1** Plant density, species richness, Shannon index and Berger-Parker-index of wild flowers and weeds on the experimental site Müncheberg from year 2015 until 2017 (n = 8). Different letters indicate significant differences between years (Friedman test,  $\alpha = 0.05$ ).

#### Bestandsentwicklung an den Standorten Dedelow und Müncheberg im Versuchsjahr 2016

Im Betrachtungsjahr 2016 standen in Dedelow und Müncheberg jeweils vier Bestände im ersten und im zweiten Standjahr. Am Standort Müncheberg waren zum ersten Erhebungstermin weder Pflanzen aus der Blütmischung noch Unkrautarten auf den Flächen gewachsen (Abb. 2). In den neu ausgesäten Beständen stiegen auf beiden Standorten der Artenreichtum und die Dichten der Wildarten von Juni bis September an. Im Mittel etablierten sich drei Wildarten in Dedelow und sieben Wildarten in Müncheberg. Die Unkrautdichten waren im Juli am höchsten mit 28 Pflanzen/m<sup>2</sup> (Dedelow) und 181 Pflanzen/m<sup>2</sup> (Müncheberg) und sanken auf 1 bzw. 98 Pflanzen/m<sup>2</sup> im Laufe der Betrachtung.

Die zweijährigen Bestände starteten mit einer relativen hohen Anzahl von Wildarten, vermutlich jenen Arten, welche sich im Vorjahr in den Beständen etabliert hatten. In Dedelow wiesen diese Bestände darum höhere Dichten auf als die neu gesäten Bestände. Die Dichten sanken im Laufe der Vegetationsperiode wieder auf ein Niveau, welches die Bestände im ersten Standjahr zeigten. Der Artenreichtum war in den Sommermonaten Juni und Juli mit sechs Arten aus der Blütmischung am höchsten. Zum September hin sank die Artenanzahl. Vermehrt waren die Arten *Artemisia vulgaris*, *Centaurea nigra* und *Tanacetum vulgare* zu finden, welche als Hemikryptophyten überwintert hatten. Einen ähnlichen Entwicklungsverlauf zeigten die Unkrautarten. Im Juni waren hohe

Unkrautdichten von 186 Pflanzen/m<sup>2</sup> zu sehen. Diese sanken, bei steigender Dichte der Wildpflanzenarten, auf 1 Pflanze/m<sup>2</sup>.



**Abb. 2** Pflanzendichten und Artenreichtum von Wild- und Unkrautarten auf den Versuchsstandorten Müncheberg und Dedelow im Erhebungsjahr 2016 in den Monaten Juni bis September (n = 8). Es wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden (Friedman-Test,  $\alpha = 0.05$ ).

**Fig. 2** Plant density and species richness of wild flowers and weeds on the experimental sites Müncheberg and Dedelow from survey year 2016 from June to September (n = 8). There was no significant difference between month (Friedman test,  $\alpha = 0.05$ ).

Auch der Artenreichtum verringerte sich von zehn Arten auf zwei Unkrautarten, wobei *Matricaria inodora* dominierte. Am Standort Müncheberg blieben die Dichten bei 5 Pflanzen/m<sup>2</sup> und der Artenreichtum von fünf Wildarten über die Vegetationsperiode konstant. Die Dichte der Unkrautarten hingegen sank von Juni bis in den September stetig.

## Diskussion

Am Standort Müncheberg konnten sich die Wildpflanzenarten über die dreijährige Nutzungsdauer nur schlecht etablieren. Kritisch sind der geringe Artenreichtum und die Dichten der Wildarten zu bewerten. Von den 23 ausgesäten Wildarten sind gerade einmal elf Arten unterschieden worden. Bei identischen Feldversuchen in Rostock und Malchow (DE MOL, 2018) und ähnlichen im Südwesten Deutschlands (VON COSSEL et al., 2016) konnten bis zu dreiundzwanzig Wildarten unterschieden werden. Die schlechte Etablierung kann zum einen durch die schlechte Adaptierung einiger Wildarten an sandigen Böden liegen und zum anderen auch durch die manuelle Aussaat bedingt sein, wobei durch Wind Samen verweht werden. Um den Etablierungserfolg auf den leichten Standorten zu erhöhen, sollte in Erwägung gezogen werden, die Mischung mit einer anderen Aussaattechnik oder in einer Kombination mit einer Deckfrucht auszusäen (VOLLRATH, 2016). Positiv ist, dass weder der Unkraut-Artenreichtum noch die Unkrautdichte im betrachteten Zeitraum zunehmen. Die erwartete Verunkrautung der Flächen tritt nicht ein, obwohl die Dichten der Wildarten so gering sind. In den Monaten August und September sind kaum noch Unkrautarten präsent. Dabei bieten die Wildarten Rainfarn und die Malven ein reiches Blütenangebot (BÜCHLER, 2015). Die Bestandsentwicklung an den Standorten Dedelow und Müncheberg im Versuchsjahr 2016 zeigt, dass sowohl in den einjährigen wie auch in den zweijährigen Beständen die Wildarten das Nahrungsangebot für Tiere in diesen Monaten komplementieren. Interessanterweise zeigte der zweijährige Bestand in Dedelow eine höhere Unkrautdichte als der neu ausgesäte Bestand. In den Monaten Juni und Juli dominierten die sommerannuellen Arten *Tripleurospermum maritimum*, *Matricaria inodora* und *Chenopodium album*. Da sich die Dichte von 186 Pflanzen/m<sup>2</sup> im August auf 50 Pflanzen/m<sup>2</sup> reduzierte, wird es sich hierbei um Keimlinge gehandelt haben, welche sich nicht weiter als Pflanze etablierten. Zusammenfassend ist die hier getestete Wildpflanzenmischung für sandige Böden eher ungeeignet. Eine spezielle Wildpflanzenmischung muss für diese Standorte entwickelt werden, damit das volle Potenzial der Wildarten ausgeschöpft werden kann. Trotz allen Schwierigkeiten, wird die Diversität erhöht.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei Gernot Verch, Dedelow und Dietmar Barkusky, Müncheberg für die Durchführung der agronomischen Arbeiten. Bei den Vegetationserhebungen halfen: Cornelia Fischer, Ingolf Gliege, Ines Heyer, Maren Knipping, Rosa Minderlen und Christoph v. Redwitz.

## Literatur

- BMEL, 2019: Bioenergie, unter [https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/Bioenergie/\\_texte/Biogas.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/Bioenergie/_texte/Biogas.html), Zugriff am 18.11.2019
- BÜCHLER, R., G. TRAUTMANN, D. SKOETSCH., S. BRAND, K. PREUSCHE., B. BINDER-KÖLLHOFFER., U. WILLIGES, 2015: Landwirtschaft und Imker in Partnerschaft, Broschüre vom HMUKLV und LLH, Fachgebiet Bieneninstitut Kirchhain, 15.
- DE MOL, F., L. TAMMS, B. GEROWITT, 2018: Biodiversität einer mehrjährigen Wildpflanzenmischung für die Biogasproduktion. Julius-Kühn-Archiv **458**, 35-40.
- LINHART, E., A. K. DHUNGEL, 2013: Das Thema Vermaisung im öffentlichen Diskurs. Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, **91**(2), 1–22.
- SAATEN ZELLER GMBH & CO KG, 2019: Biogasmischungen für innovative Landwirte. unter: <http://www.saaten-zeller.de/landwirtschaft/biogas-i>, aufgerufen am 09.10.2019.
- UYTTENBROECK, R., S. HATT, J. PIQUERAY, A. PAUL, B. BODSON, F. FRANCIS, A. MONTY, 2015: Creating perennial flower strips: Think functional!, Agriculture and Agricultural Science Procedia **6**, 95–101.
- VOLLRATH, B., A. WERNER, 2012: Wildpflanzen zur Biogasgewinnung – eine ökonomische Alternative zur Silomais. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Sonderdruck aus: LandInForm **3/12**, 36-37.
- VOLLRATH, B., K. MARZINI, 2016: Mehr Vielfalt und rentable Biogasproduktion -mit den richtigen Blümmischungen ist beides möglich, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Sonderdruck aus: **2016**, 5.
- VON COSSEL, M., I. LEWANDOWSKI, 2016: Perennial wild plant mixtures for biomass production: Impact of species composition dynamics on yield performance over a five-year cultivation period in southwest Germany, Europ. J. Agronomy **79**,74–89.