

Schlussbericht

Thema:

PRODIVA – Crop diversification and Weeds, Projekt im ERA-net Core Organic

Laufzeit:

01. März 2015 (vorzeitiger Maßnahmenbeginn) – 30. Juni 2018

Zuwendungsempfänger:

Universität Rostock, Phytomedizin

Prof. Dr. Bärbel Gerowitt (Leitung WP 4 und 5 in PRODIVA)

M. sc. Merel Hofmeijer (Projektbearbeiterin in PRODIVA)

Förderkennzeichen:

2814OE004

Kooperationspartner:

University of Rostock, Group Crop Health, Faculty of Agriculture and Environmental Sciences, Satower Str. 48, 18051 Rostock, Germany

Aarhus University, Department of Agroecology, Denmark (PRODIVA lead partner) (Melander, Sonderskov)

Swedish University of Agricultural Sciences, Crop Production Ecology, Uppsala, Sweden (Verweijst, Lundkvist)

State Priekuli Plant Breeding Institute, Field Crop Management, Priekuli, Latvia (Zarina)

IPP Posen (Kaczmarek, Krawczyk)

LUKE, Natural Resources Institute Finland, Jokioinen, Finland (Salonen)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Kurzfassung

Vielfalt bei Kulturpflanzenbeständen und Unkräutern – PRODIVA

Gerowitt, Bärbel; Hofmeijer, Merel*), Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Phytomedizin, Satower Str. 48, D-18051 Rostock, baerbel.gerowitt@uni-rostock.de

*) aktuelle Adresse: Wageningen University Research, FSE Group, Organic Farming, Droevendaalsesteeg 1, NL-6708 PB Wageningen, merel.hofmeijer@wur.nl

Diese Studie ist Teil des Core Organic Plus Projekts PRODIVA - eine Zusammenarbeit von nordeuropäischen Unkrautforschungsgruppen im Ostseeraum. Übergeordnetes Ziel ist es, eine diverse und handhabbare Unkrautflora im Ökologischen Landbau zu sichern.

Bundesweit hat Mecklenburg Vorpommern einen sehr hohen Anteil an Ökologischer Landwirtschaft. Nach wie vor sind Unkräuter eine Herausforderung in diesen Agrarsystemen. Agrobiodiversität zu fördern, hat in Deutschland einen zunehmenden Stellenwert. Vor diesem Hintergrund sollten Unkräuter einerseits in langfristig handhabbaren Größenordnungen bleiben, andererseits aber auch eine artenreiche Flora bilden. Wir haben untersucht, ob diese beiden Aspekte durch ein vielseitiges Management der Kulturpflanzen unterstützt werden können. Dafür wurden Unkraut- und Management-Daten von Sommergetreideflächen ökologisch wirtschaftender Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern über zwei Jahre (2015-2016) erfasst. Die Auswirkungen von lokalen Umwelt- und Management-Faktoren auf die Unkrautgemeinschaften wurden multivariat analysiert und im Anschluss wurden Effekte der Variablen zu Kulturvielfalt separat untersucht. Wir fanden grundlegende Unterschiede in den Einflüssen des kurzfristigen Anbaumanagements, der langfristigen Kulturvielfaltsstrategien und den eher beständigen Standortfaktoren. Während Unkrautdichten vor allem durch direktes Management beeinflusst sind, verändern sich Unkrautartenvielfalt und –gemeinschaften, wenn Maßnahmen der Kulturvielfalt angewendet wurden.

Für die Stakeholder-Kommunikation wurde Expertenwissen zum Vorkommen wichtiger Unkräuter in den Partnerländern zusammengetragen. Dafür wurde wissenschaftliche und anwendungsorientierte Literatur genutzt. Die Zusammenstellung wurde mit Experten beraten. Die Ergebnisse wurden praxisgerecht zusammengestellt und aufbereitet. Sie sind frei verfügbar.

This study is a component of the CORE Organic Plus PRODIVA project, a collaboration between northern European weed research institutions in the Baltic area. The overall goal is to maintain a diversified and manageable weed flora in Organic Farming.

Mecklenburg Vorpommern has one of the highest percentages of organic arable production nationwide. Weeds remain to be the main challenge within this agricultural system. There is also an increase in the national support of agrobiodiversity. Weeds should therefore be continuously kept within manageable limits, while on the other side encourage a specie rich weed flora. Our objective was to investigate to which extent these two aspects can be addressed through the use of diversified crop management. In order to research this objective, weed and management data of spring sown cereal crops were obtained from organic farms in the region over the course of two years (2015-2016). The impact of the local environment and management factors on the occurring weed communities was studied in multivariate analysis approaches, followed by the separate crop diversity effects. We found a fundamental difference between the workings of the short-term management, the long-term crop diversification strategies and the more continuous site variables on the weed vegetation. Weed densities were mostly affected by direct management, while weed diversity and communities were altered through the application of crop diversity variables.

Expert knowledge about the geographic distribution of most important weed species were identified in all participating countries. Applied information and literature on weed occurrence and control challenges from all regions are compiled into a database, which was checked with the help of experts. Results are provided for stakeholders in free access.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
1.1	Gegenstand des Vorhabens	5
1.2	Ziele und Bezug zu den einschlägigen Zielen des BÖLN	5
1.3	Planung und Ablauf des Projekts	5
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
3	Material und Methoden	6
3.1	PRODIVA – work package 4	6
3.1.1	Unkrautdaten	7
3.1.2	Erklärungsvariablen	7
3.1.3	Statistische Analysen	8
3.2	PRODIVA – work package 5	8
3.2.1	Experten-Datenbank	9
3.2.2	Success stories	9
4	Ergebnisse	9
4.1	PRODIVA – work package 4	9
4.1.1	Unkrautarten – Erhebung in Mecklenburg-Vorpommern	9
4.1.2	Unkrautdichten, Artenzahlen und Shannon Index	11
4.1.3	Unkrautartengemeinschaft	12
4.2	PRODIVA – work package 5	12
4.2.1	Expertendatenbank	12
4.2.2	Success stories	12
5	Diskussion der Ergebnisse	13
6	Verwertung und Nutzen	14
7	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	14
8	Zusammenfassung	14
9	Literaturverzeichnis	15
10	Veröffentlichungen aus dem Projekt	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ordinationen der Ergebnisse der CCA und die Auswirkungen von Variablen zur Kulturvielfalt mit signifikanten (<0.1) Effekten auf die Unkrautgemeinschaften; „Klee gras-Häufigkeit“, „Zwischenfruchthäufigkeit“, „Häufigkeit anderer Feldfrüchte“ und „Ökologisch seit“. EPPO codes für die Artnamen in der Ordination der Unkrautarten _____ 11

Abbildung 2: Ordinationen der Ergebnisse der CCA und die Auswirkungen von Variablen zu Standortbedingungen mit signifikanten (<0.1) Effekten auf die Unkrautgemeinschaften; „Boden pH“, „K₂O“. EPPO Codes für die Artnamen in der Ordination der Unkrautarten _____ 11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erklärungsvariablen im Linearen Model und in der Kanonischen Korrespondenzanalyse _____ 8

Tabelle 2: Schätzwerte \pm Standardfehler für die Effekte der Erklärungsvariablen auf Unkrautdichte, Artenzahl und Shannon Index. Brutto-Effekte dieser Variablen in der Unkrautartengemeinschaft (CCA-Effekt). Nur signifikante Ergebnisse. _____ 10

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Gegenstand des Vorhabens war es, die Unkrautvegetation ökologisch bewirtschafteter Felder zu erfassen, auszuwerten und Zusammenhänge mit der Kulturartenvielfalt in der Bewirtschaftung der Felder zu erkunden. Das Projekt war in ein europäisches Projekt im Rahmen von Core-Organic eingebunden.

1.2 Ziele und Bezug zu den einschlägigen Zielen des BÖLN

Das Projekt hatte zum Ziel, die Wirkung der Bewirtschaftung ökologischer Felder zu analysieren und Forschungsbedarf zu initiieren, um dies weiter zu verbessern. Das erarbeitete Wissen sollte zielgruppengerecht aufbereitet werden.

1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Innerhalb des Core-Organic Projekts PRODIVA war die Universität Rostock für zwei Work Packages verantwortlich. Eine Projektmitarbeiterin (Merel Hofmeijer, 50 % Beschäftigung) war zuständig für die Vorbereitung und Durchführung der Arbeiten.

Das Projekt ist am 1. März 2015 mit einem vorzeitigen Maßnahmenbeginn gestartet. Personalmaßnahmen, d.h. Einstellung der Projektbearbeiterin war aber erst nach dem Vorliegen der Bewilligung möglich. Frau Hofmeijer wurde ab April 2015 aus Projektmitteln beschäftigt.

Im März 2015 fand der Kick-off-Workshop von PRODIVA in Posen statt. Neben den Projektpartnern mit je zwei Vertretern nahm auch die CORE-Organic-Kontakt-Person, Lieve de Cock, an dem Treffen teil.

Am 18. und 19. Februar 2016 fand das zweite Gesamtprojekttreffen in Rostock statt. CORE-Organic Kontakt-Person, Lieve de Cock, hat teilgenommen. Schwerpunkt dieses Treffens war es, die ersten Ergebnisse aus den Arbeitspaketen vorzustellen, die Methoden weiter abzustimmen und Erfahrungen bei der Umsetzung auszutauschen. In WP 4 wurden vorläufige Ergebnisse der Felderhebungen und vor allem die ersten Interviewdaten der Projektpartner verglichen. Die Vorgehensweise musste weiter abgestimmt werden. Bis zur Vegetationsruhe 2016/17 liefen weitere Abstimmungsrunden, die insbesondere auch die statistische Auswertbarkeit der erhobenen Daten berücksichtigen.

Beim Projekttreffen im Februar 2016 war die Erfassung der Managementdaten durch die Projektpartner noch nicht erfolgt. Die Vorgehensweise bei den Interviews mit den Landwirten wurde vorgestellt. Es wurden etliche Ideen und Vorschläge für weitere Managementvariablen ausgetauscht, die zunächst geprüft werden mussten. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, Variablen und Methoden nochmal detailliert abzustimmen. Dieser Methodenworkshop fand im September 2016 in Riga statt, unmittelbar nach dem Workshop „Weeds and Biodiversity“ der European Weed Research Society (EWRS). Merel Hofmeijer hat das Projekt PRODIVA auf dem Workshop vorgestellt und dafür ein Reisestipendium der EWRS erhalten.

Im Januar 2017 fand der dritte PRODIVA-Workshop in Riga statt. CORE-Organic-Kontakt-Person, Lieve de Cock, nahm an dem Treffen teil. Schwerpunkt dieses Treffens war es, die bisherigen Ergebnisse aus den Arbeitspaketen vorzustellen, die Methoden weiter abzustimmen und Erfahrungen bei der Umsetzung auszutauschen. PRODIVA-Partner wurden zur Erfassung der Managementdaten trainiert und motiviert.

Im März 2018 fand der vierte PRODIVA-Workshop in Uppsala statt. CORE-Organic-Kontakt-Person, Lieve de Cock, nahm an dem Treffen teil. Alle Projektergebnisse wurden intern diskutiert. Die letzten

Auswertungsschritte wurden abgestimmt und der Public Workshop als Projektabschluss wurde geplant.

Der Final Public Workshop des Gesamtprojekts fand im Rahmen des Symposiums der Europäischen Unkrautforschungsgesellschaft im Juni 2018 in Ljubljana, Slowenien, statt. Eine komplette Session war PRODIVA gewidmet.

Für beide WPs wurden die Arbeiten der anderen Partner angeleitet, organisiert und zusammengeführt.

Im Juli 2018 wurde der Final Report des Gesamtprojekts PRODIVA erstellt, er befindet sich in der **Anlage**.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Im ökologischen Landbau sind Unkräuter nach wie vor das Hauptproblem für die Produktivität der Kulturpflanzen im Ackerbau (PENFOLD et al., 1995; CLARK et al., 1998; TURNER et al., 2007; ALROE und HALBERG, 2008). Ökologisch bewirtschaftete Felder sind fast immer artenreicher als konventionelle, i.d.R. sind sie auch individuenreicher. Eine konkrete Wirkung von Kulturartendiversität auf die Unkrautvegetation ist bisher im Ostseeraum nicht untersucht.

Es ist bekannt, dass eine Vielzahl von Faktoren die Ackervegetation beeinflussen, z.B. Feldfrüchte, Management und Umwelt (FRIED et al., 2008; ANDREASEN und SKOVGAARD, 2009; HANZLIK und GEROWITT, 2011). Um den Einfluss von Kulturartenvielfalt zu filtern, müssen deshalb möglichst viele Faktoren einschließlich Standort und Management erfasst werden.

3 Material und Methoden

3.1 PRODIVA – work package 4

Universität Rostock leitet das Work Package 4 in PRODIVA.

Für die PRODIVA-Partner wurde die Methode der Erfassung entwickelt, dokumentiert und sie wurden geschult. In den 5 teilnehmenden Ländern in WP4 beteiligten sich insgesamt 62 Landwirte an dem Monitoring. Die Daten aller Erhebungen der beteiligten PRODIVA-Partner werden in Rostock gesammelt und ausgewertet. Dafür wurde eine Datenbank entwickelt. Insgesamt erfassten die beteiligten fünf Partner in 2015 124 und in 2016 78 Felder mit Sommergetreide.

In Finnland wurden Felder von 15 Betrieben, in Schweden und Lettland von je 10 Betrieben, in Dänemark von 25 Betrieben und in Mecklenburg-Vorpommern von 11 Betrieben einbezogen. Die Daten aus Polen wurden aus der Analyse ausgeschlossen, da sie nur für 2016 vorlagen. Der polnische Projektpartner war planmäßig nicht an WP4 beteiligt, hatte aber im zweiten Jahr ein Monitoring durchgeführt.

Dieser Bericht konzentriert sich für WP 4 auf die Daten aus Deutschland.

Ein Unkrautmonitoring auf ökologisch bewirtschafteten Feldern in der Region Mecklenburg-Vorpommern wurde durchgeführt. In zwei Jahren (2015-2016) wurden 42 Sommergetreidefelder im Stadium 61-69 (BBCH) nach dem Abschluss aller Unkrautbekämpfungsmaßnahmen aufgesucht.

Die Betriebe in Deutschland wurden mit Hilfe der Verbände Bioland und Biopark in Mecklenburg-Vorpommern gewonnenen. In Deutschland nahmen 2015 11 landwirtschaftliche Betriebe teil, auf 22 Feldern fand die Erhebung statt. In 2016 wurde das Unkrautmonitoring in Deutschland auf 20 Feldern durchgeführt. Es nahmen 2016 wiederum 11 landwirtschaftliche Betriebe teil, auf deren Flächen die Erhebung stattfand. Außerdem wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit auch 20 Winterweizenfelder derselben Betriebe mit der gleichen Methode untersucht und ausgewertet (Lederer 2017).

3.1.1 Unkrautdaten

Die Vegetationserhebungen fanden jeweils zwischen Mai und Juli statt. Es wurden die Ackerunkräuter in jeweils 3 Transekten a 100 m² auf Flächen von beteiligten Landwirten erfasst. Diese Subplots waren zufällig im Schlag angeordnet, wobei eine Distanz von mindestens 10 Metern zu den Feldgrenzen immer eingehalten wurde um Randeffekte zu vermeiden. Es wurden alle Arten aufgenommen und zu jeder Art die Dichten bonitiert.

Die Dichten wurden mit Hilfe einer Klassifikations-Skala mit 10 Dichte-Klassen, die exponentiell von 0.2 Individuen pro m² bis über 200 Individuen pro m² liefen, geschätzt. Jedes Feld wurde nur einmal untersucht, im folgenden Jahr wurden andere Sommergetreidefelder des Betriebs aufgesucht. Unkrautarten wurden identifiziert, einige Individuen konnten nur auf der Gattungsebene identifiziert werden und werden so auch geführt. Botanische Namen basieren auf der Flora Europaea (EURO+MED, 2006). In Ordinationsgrafiken verwenden wir EPPO-codes (EPPO, 2017).

3.1.2 Erklärungsvariablen

Die Daten wurden in Interviews mit Landwirten gewonnen. In den Vegetationsruhen 2015/16 und 2016/17 wurden die Interviews mit den beteiligten Landwirten durchgeführt. Der Leitfaden für die Interviews wurde in Rostock in Englisch entwickelt, die Partner haben ihn in ihre Landessprache übersetzt. Die Interviews nehmen Daten zur Historie der Felder auf und zum Management der Landwirte mit einem intensiven Blick auf Maßnahmen der Kulturvielfalt, wie sie in den Work Packages 1, 2, 3 von PRODIVA getestet werden.

Informationen bezogen sich auf die aktuelle Kultur und auf Kulturen aus den vorhergehenden 5 Jahren vor der Erhebung. Unkrautmanagement und Erträge wurden erfragt, ebenso wie Bodentyp und Bodengüte ('Ackerzahl'). Von den untersuchten Feldern wurden Bodenproben genommen (obere 25 cm) und die Nährstoffgehalte bestimmt. Die Bodenproben wurden auf pH, P₂O₅, K₂O, Mg, S und das CN-Verhältnis untersucht. Die Bodenbearbeitung wurde erfasst, wird aber nicht weiter berücksichtigt, weil es keine Unterschiede zwischen den Feldern gab.

Die Erklärungsvariablen in Tabelle 1 umfassen: 'Crop present' – dies war Sommergetreide, wie Gerste als Blanksaat oder mit Untersaat (Weißklee oder Erbsen), Hafer als Blanksaat oder mit Untersaat (Weißklee, Erbsen oder Weidelgras-Roggen-Mischungen), Sommerroggen, Triticale und Sommerweizen. 'Preceding crop' enthält Sommergerste, Wintergerste, Roggen, Dinkel, Luzerne, Triticale, Ackerbohnen, Kohl, Hafer, Sonnenblumen, Winterweizen, Klee grass und Mais. 'Other crops' fasst alle anderen zusammen, d.h. nicht Getreide und Klee grass-Mischungen. 'Rotation diversity' basiert auf dem Vorhandensein von 'Grass clover', 'Cereal' und 'Other crops' in den vorhergehenden 5 Jahren der Fruchtfolge.

Tabelle 1: Erklärungsvariablen im Linearen Model und in der Kanonischen Korrespondenzanalyse

Variable type	Explanatory variables	Categorical variable - Label	Continuous variable - Unit
Farm	Survey year	2015, 2016	
	Farm type	'Mixed', 'Arable'	
	Organic since	Years under organic management	
Management	Crop present	10 classes	
	Preceding crop	15 classes	
	Seasonal crop sequencing	Dominated by winter or summer crops	
	Yield		tons/ha
	Harrowing	number of	
Crop diversity	Seed density	kg/ha	
	Undersown	frequency in 5 years	
	Crop mixtures	frequency in 5 years	
	Catch crop	frequency in 5 years	
	Grass clover	frequency in 5 years	
	Cereals	frequency in 5 years	
	Other crops	frequency in 5 years	
	Rotation diversity	'Low', 'Medium', 'High'	
	Site conditions	Soil quality	
Sand percentage		%	
Soil pH			
P2O5			mg/100g dry matter
K2O			mg/100g dry matter
Mg			mg/100g dry matter
N			mg/100g dry matter
C			mg/100g dry matter
S			%
	CN-ratio		

3.1.3 Statistische Analysen

Zunächst wurde die Gesamtunkrautdichte, die Unkrautartenzahl und der Shannon- Index für alle Felder berechnet. Dann wurden Lineare Modelle erstellt, um Beziehungen zwischen den Erklärungsvariablen und den Unkrautdaten zu prüfen.

Danach wurde eine Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) (ter Braak, 1986) mit dem gesamten Datensatz (42 untersuchte Felder, 94 Unkrautarten und 25 Erklärungsvariablen) durchgeführt. Separate CCA's mit einer Erklärungsvariablen wurden genutzt, um den Gross Effect dieser im Permutation test (n=1000) zu testen. Die Daten werden in einer Ordinationsgrafik dargestellt. Für die Standorteigenschaften wurde eine separate CCA durchgeführt, da die Nährstoffgehalte von zwei Standorten fehlen. Eine separate Ordination zeigt die Standortdaten.

Alle Analysen wurden mit dem Programm R 3.4.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013) durchgeführt; benutzt wurde das Paket Vegan.

3.2 PRODIVA – work package 5

Universität Rostock leitet auch das WP 5, in dem PRODIVA-Partner mit Landwirten, regionalen Verbänden und Beratungsinstitutionen im Organic Farming zusammenarbeiten.

Die Erstellung einer ex-ante Datensammlung zu wichtigen, praxisrelevanten Unkräutern wurde beim Kick-off-meeting, abweichend vom Antrag, nach WP 5 verschoben. Grund dafür ist, dass diese Datensammlung eine sehr gute Grundlage für Dissemination-Aktivitäten darstellt. Außerdem ist in WP 5 auch der sechste Projektpartner, Polen, beteiligt.

3.2.1 Experten-Datenbank

Wissenschaftliche Quellen sowie Beratungs- und Informationsunterlagen (graue Quellen) wurden genutzt, um Unkrautarten auszuwählen, die von großer Bedeutung im Ökologischen Landbau sind. Zusätzlich wurden Experten aus Beratungsorganisationen (BIOLAND und BIOPARK), angewandter Forschung (Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern) und ZALF (Zentrum für Agrarlandschaftsforschung) sowie Landwirte nach ihrer Einschätzung befragt.

Alle PRODIVA-Partner betrieben diese Arbeiten in ihren jeweiligen Ländern. Eine Liste der internationalen Stakeholder (Landwirte und Berater) wurde erstellt und allen Projektpartnern zugänglich gemacht.

Die Daten für die ex-ante (Experten-)Sammlung wurden abgestimmt und zentral durch die Universität Rostock zusammengetragen und bearbeitet. Dabei wurden die Unkrautarten in der Expertendatenbank gruppiert. Die Universität Rostock war in PRODIVA für die Regionalisierung der Expertendatenbank verantwortlich. Alle Arten in der Expertendatenbank wurden regionalisiert gewichtet.

Die Datensammlung wurde von 'Ex-ante' in 'Expert' Database umbenannt, da der Begriff für Stakeholder eingängiger ist.

3.2.2 Success stories

Die Aktivitäten mit den Landwirtschaftlichen Betrieben in PRODIVA (insgesamt 71 Betriebe in allen Partnerländern) waren auch dienlich, um Success stories auszuwählen. Die teilnehmenden Landwirte in Mecklenburg-Vorpommern werden mit einem vorbereiteten Informationspaket zu ihren Flächen im Vergleich mit allen anderen Flächen informiert.

Im Herbst/Winter 2017 wurde ein Leitfaden für die Gewinnung von Success stories für alle PRODIVA-Partner erarbeitet, diskutiert und abgestimmt. Maximal zwei Betriebe pro Partnerland wurden für die Ausarbeitung von Success stories ausgewählt.

4 Ergebnisse

4.1 PRODIVA – work package 4

4.1.1 Unkrautarten – Erhebung in Mecklenburg-Vorpommern

Insgesamt wurden 94 Unkrautarten gefunden, 62 % davon waren annuelle Arten, 26 % perennierende Arten. 12 Arten bzw. Individuen konnten nur auf der Gattungsebene bestimmt werden: schwer zu bestimmende Arten wie *Vicia* spp und *Rumex* spp oder Arten, die selten waren, wie *Stachys* spp oder *Silene* spp. Die meisten der gefundenen Arten waren Dikotyle (81%), am stetigsten gefunden wurden: *Myosotis arvensis* (98%), *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus* (alle 95%), *Vicia* spp (93%) und *Centaurea cyanus* (90%). Die häufigsten Monokotylen waren: *Elytrigia repens* (58%) und *Apera spica-venti* (38%). *Equisetum arvense* (53%) als niedere Pflanze trat häufig auf. Von den annualen Arten waren 40% sommerannuell, 14% Ganzjahreskeimer und 29% winterannuelle Arten.

Tabelle 2: Schätzwerte \pm Standardfehler für die Effekte der Erklärungsvariablen auf Unkrautdichte, Artenzahl und Shannon Index. Brutto-Effekte dieser Variablen in der Unkrautartengemeinschaft (CCA-Effekt). Nur signifikante Ergebnisse.

Explanatory variables	Weed densities	Species numbers	Shannon index	CCA effect
Farm				
Survey year		-3,21 \pm 1,59 [*]		
Organic since		0,31 \pm 0,15 [*]		0,036 ^{**}
Management				
Crop present	(B+Cl) 6238,9 \pm 3147,5 [*]	(SR) -13,13 \pm 5,33 [*]	(SR) - 0,93 \pm 0,43 [*]	
	(Trit) 3687,4 \pm 1707,0 [*]			
Preceding crop	(M) 8294,8 \pm 2995,3 [*]			
Seasonal crop seq.		(W) 4,24 \pm 1,53 ^{**}		
Harrowing	-1399,2 \pm 648,5 [*]		0,22 \pm 0,08 [*]	
Crop diversity				
Catch crop			0,175 \pm 0,096 [*]	0,037 [*]
Grass clover				0,026
Other crops	-2,05 \pm 0,94 [*]	-0,127 \pm 0,075 [*]	0,027 ^{**}	
Site conditions				
Soil pH			0,035 [*]	
P2O5				
K2O	144,74 \pm 76,48 [*]	- 0,026 \pm 0,0091 ^{**}	0,027 [*]	
Mg	-299,1 \pm 133,8 [*]	0,042 \pm 0,017 [*]		
S	24,02 \pm 14,07 [*]			

P-values associate with linear models outputs. Gross effect was calculated using separate CCAs each with one explanatory variable. P-values associate with permutation tests. ^{*}P<0.1, ^{*}P<0.05, ^{**}P<0.01. B+Cl = Barley with clover undersown, Trit. = Summer Triticale, M. = Maize, SR = Summer Rye, W = Winter.

4.1.2 Unkrautdichten, Artenzahlen und Shannon Index

Der Einfluss der Erklärungsvariablen auf die erhobenen Unkrautdichten, die Artenzahlen und den Shannon Index wurde für jede abhängige Variable in einzelnen Linearen Modellen geprüft (Tabelle 2). Es zeigte sich, dass die Unkrautdichten durch einzelne Vorfrüchte (Gerste, Triticale und Mais) und höhere Gehalte von Kalium erhöht wurden. Im Gegensatz reduzierten wiederholte mechanische Maßnahmen und die Magnesium-Gehalte im Boden die Unkrautdichten.

Für die Artenzahlen stellte sich ein Zeiteffekt dar. Sie stiegen mit dem Zeitraum, in dem das Feld ökologisch bewirtschaftet wurde. Rechnerisch lässt sich eine zusätzliche Art in drei Jahren darstellen. Eine Fruchtfolge, die von Winterungen dominiert wird, erhöhte die Artenzahl des Feldes. Bei höheren Schwefel-Gehalten treten mehr Unkrautarten auf. Sommerroggen als aktuelle Frucht und häufiger Anbau "Other crops" in der Fruchtfolge reduziert die Artenzahl.

Die Shannon Indizes waren, wie die Artenzahlen geringer, wenn Sommerroggen und "Other crops" angebaut wurden. Wie die Unkrautdichten reagierte die Diversität auf Kalium- und Magnesium-Gehalte. Allerdings waren die Shannon Indices höher, wenn wiederholt mechanisch bekämpft worden war und wenn es Zwischenfrüchte in der Rotation gab.

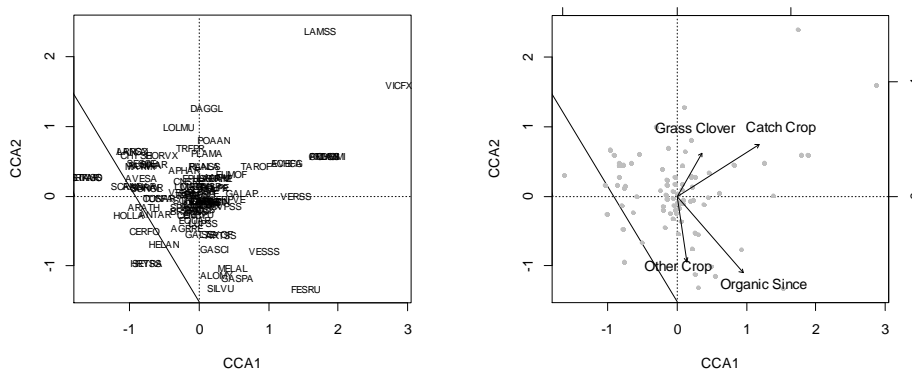


Abbildung 1: Ordinationen der Ergebnisse der CCA und die Auswirkungen von Variablen zur Kulturvielfalt mit signifikanten (<0.1) Effekten auf die Unkrautgemeinschaften; „Klee gras-Häufigkeit“, „Zwischenfruchthäufigkeit“, „Häufigkeit anderer Feldfrüchte“ und „Ökologisch seit“.

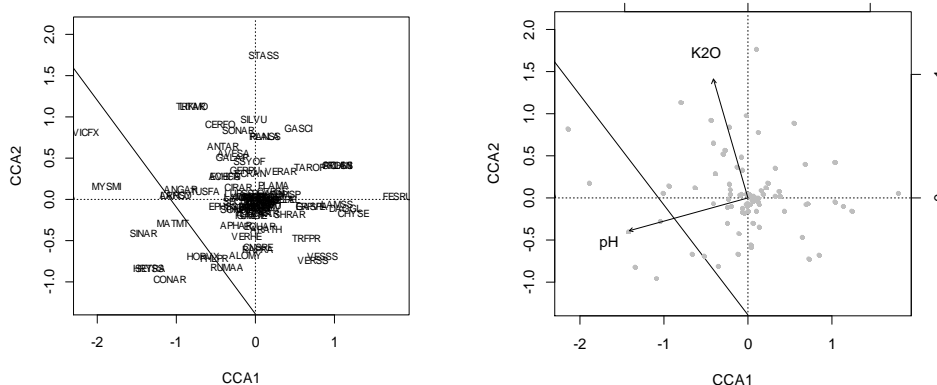


Abbildung 2: Ordinationen der Ergebnisse der CCA und die Auswirkungen von Variablen zu Standortbedingungen mit signifikanten (<0.1) Effekten auf die Unkrautgemeinschaften; „Boden pH“, „K2O“.

4.1.3 Unkrautartengemeinschaft

Im Permutations-Test wurden die Variablen "Organic since", "Catch crops", "Grass clover frequency", "Other crop frequency", "pH", und "Potassium content" als signifikant für die Artengemeinschaft herausgearbeitet (Tabelle 1). Die CCA für die Daten zum Betrieb, dem allgemeinen Management und der Kulturmaßnahmenvielfalt finden sich in den Ordinationen in Abb. 1. Die Achse 'Grass clover' zeigt die Häufigkeit von Klee gras-Mischungen in der Fruchtfolge – sie fördern eindeutig monokotyle Unkrautarten: *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum* und *Poa annua* sowie Rotklee als Aufschlag: *Trifolium pratense*. Die zweite Achse 'Catch crops' ist verbunden mit der Gattung *Vicia*, die öfter in Zwischenfruchtmischungen enthalten ist. Die dritte Achse 'Organic since' stützt die positive Reaktion der Artenzahlen auf die Zeit der ökologischen Bewirtschaftung durch eine Zunahme von weniger häufigen Arten: *Silene latifolia* und andere Arten der Gattung *Silene*. Die vierte Achse 'Other crops' ist kaum mit „echten“ Unkrautarten assoziiert, sondern mit Pflanzen, die aus dem Aufschlag von Kulturpflanzen entstehen - auch solche die unter "Other crops" subsumiert sind, wie *Lupinus* spp und *Helianthus annuus*. Die meisten verbreiteten Unkrautarten clusterten im Zentrum, das heißt, sie sind wenig beeinflusst von den untersuchten unabhängigen Variablen.

Die Ordination in Abb. 2 basiert auf dem CCA Datensatz mit vollständigen Standortvariablen. Hier zeigen die Variablen Kalium-Gehalt (Potassium) und pH einen signifikanten Einfluss auf die Unkrautartengemeinschaft. Die erste Achse "Potassium" lädt Arten auf sich, die nährstoffreiche Böden bevorzugen: *Stachys* spp, *Sonchus arvensis* und *Cerastium fontanum*. Die zweite Achse 'pH' ist breit assoziiert mit Arten die leichte bis mittlere basische Böden bevorzugen: *Sinapis arvensis*, *Matricaria discoidea* und *Setaria* spp.

4.2 PRODIVA – work package 5

4.2.1 Expertendatenbank

Die Expertendatenbank zeigte interessante Ergebnisse. Zuerst, dass einige Unkrautarten in allen Ländern gleich problematisch von den Experten eingeschätzt werden: z.B. *Chenopodium album*, *Cirsium arvensis* und *Elytrigia repens*. Daneben hatte jedes Land allerdings sehr spezifische Arten: wie z.B. *Fumaria officinalis* in Lettland oder *Amsinckia micrantha* in Dänemark. Diese lokal spezifischen Muster sind wahrscheinlich von lokalen Umweltbedingungen und spezifischer Verbreitung hervorgerufen. Die Unkrautarten wurden gruppiert und die Gruppen für die Stakeholder-Kommunikation mit plastischen Namen versehen. Die Eingruppierungen nach Holzner (1990) gaben hierfür Anregungen. Fünf Typen wurden gebildet und mit anschaulichen Namen wie z.B. "Bodybuilders", "Zombies" oder "Fußvolk" versehen, die ihre Fähigkeit im ökologischen Ackerbau Probleme zu verursachen einfach charakterisieren. Ein Vergleich der Datenbank mit den Arten im Monitoring wurde vorgenommen. Alle Ergebnisse wurden in einer Broschüre zusammengestellt. Im Original in English wurde sie mithilfe der Projektpartner in sechs Sprachen verfasst.

Die Experten-Datenbank wurde unter Organic Eprints zur Verfügung gestellt.

4.2.2 Success stories

Für alle Länder haben die jeweiligen Partner eine bis zwei Success stories ausgewählt, beschrieben und z.T. in angewandten Zeitschriften veröffentlicht. Die Berichte wurden unter Organic E-prints hochgeladen. Für Deutschland steht die Veröffentlichung kurz bevor (Hofmeijer und Gerowitz, LandInform, in print).

Eine zusammenfassende Evaluierung der Success stories von sechs verschiedenen Ländern ergab, dass Fruchtfolgemassnahmen (Zwischenfrüchte, Fruchtartenzusammenstellung) der entscheidendste Faktor für das Unkrautmanagement ist, während Artenmischungen und vor allem Sortenmischungen deutlich schwächer in ihrer Wirkung eingestuft werden. Die Unkrautarten, die Landwirte in den

Interviews speziell benannten, waren ausdauernde Wurzelunkräuter (Zombies) und starke Konkurrenten (Bodybuilders). Deutlich wurde auch, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe, die Kulturartenvielfalt erfolgreich einsetzen, auch Diversität in den Unkrautartengemeinschaften schätzen. Argumente, die dies zeigten, erstreckten sich von Naturschutz bis zu ästhetischen Aspekten.

5 Diskussion der Ergebnisse

Die Unkrautarten, die in dem Monitoring gefunden wurden, spiegeln die vorherrschenden Agrarsysteme in Mecklenburg-Vorpommern gut wieder. Die häufigsten Arten waren solche Frühjahrs- oder Ganzjahreskeimer, die typisch für Getreide dominierte Systeme und angepasst an die lokalen, etwas ärmeren, sandig-lehmigen Böden sind. Einige der häufigen Arten waren auch mit Graslandsystemen assoziiert, wie *Taraxacum officinale*, *Plantago major* und *Rumex acetosella*, wahrscheinlich wegen der häufigen Einschaltung von Klee-Gras-Jahren in den Betrieben. *Centaurea cyanus*, eigentlich ein typischer Herbstkeimer und deswegen häufig im Wintergetreide, trat manchmal in großen Dichten in dem untersuchten Sommergetreide auf. Diese Art liebt die sandigen Böden, einen eher sauren pH und hat in den letzten Jahren in Mecklenburg-Vorpommern zugenommen. Dabei scheint sie auch einen stärker opportunistischen Anspruch an die Keimzeit entwickelt zu haben.

Das interessante Ergebnis, dass mehr Unkrautarten gefunden wurden je länger die Fläche ökologisch bewirtschaftet ist, bestätigt Autoren, die bereits früher artenreichere Ackervegetationen bei längerer ökologischer Bewirtschaftung gefunden haben (HALD, 1999). Der Zusammenhang ist eindeutig und signifikant. Natürlich ist der Prozess in der Praxis nicht so unmittelbar, wie es sich im Linearen Model zeigt – im Mittel eine Art mehr pro drei Jahre ökologische Bewirtschaftung. Vielversprechend ist auch, dass die Dauer der ökologischen Bewirtschaftung keinen signifikanten Einfluss auf die Unkrautdichten hat – das heißt, die Ackervegetation wird artenreicher, ohne dass die Dichten kontinuierlich steigen.

Unter den Managementfaktoren verursachten einige Feldfrüchte signifikante Effekte auf die Dichten und die Diversität. Einige Feldfrüchte sind verbunden mit höheren Unkrautdichten. Der große Einfluss der aktuellen und vorhergehenden Feldfrucht auf die Verunkrautung ist bekannt (FRIED et al., 2008; HANZLIK und GEROWITT, 2011). Eine Besonderheit ist der Sommerroggen: während die Dichten nicht durch die Frucht beeinflusst wurden, reagierten Artenvielfalt und Diversität negativ darauf. Für Roggen werden allelopathische Wirkungen auf einige Unkrautarten beschrieben (BARNES AND PUTMAN, 1986). Die Vorfrucht Mais führt zu höheren Unkrautdichten im nachfolgenden Sommergetreide. Die offene Struktur des Maisbestandes und die späte Ernte erlauben vielen Unkrautsamen auszureifen.

Unkrautbekämpfung im Sommergetreide führt zu niedrigeren Dichten, stimuliert aber offensichtlich Diversität. Striegeln kann die frühen, dominanten Arten dezimieren und gleichzeitig eine neue Keimwelle stimulieren. Armengot (2013) fand diesen Effekt ebenfalls. Direkte Bekämpfung hat also einen negativen Einfluss auf die Unkrautdichte in einem Feld, nur sehr wenig auf die Diversität und gar keinen auf die Zusammensetzung der Artengemeinschaft im Ganzen.

Maßnahmen der Kulturvielfalt hatten im Gegenzug weder einen positiven noch einen negativen Effekt auf die Unkrautdichten, aber auf die Artenvielfalt und die Diversität. Zwischenfrüchte erhöhten die Diversität, die Sammelkategorie "additional other crops" in der Fruchtfolge senkte sie. Unterschiede in der Fruchtfolge-Diversität hatten keinen direkten Einfluss. ULBER et al., (2009) fanden solche Unterschiede – wir führen unser Ergebnis darauf zurück, dass die untersuchten Fruchtfolgen strukturell relativ ähnlich waren.

In den folgenden CCAs fand sich ein vielversprechender Einfluss der Kulturartenvielfalt auf die Unkrautartengemeinschaften. Winterzwischenfrüchte, Klee-Gras-Jahre und die Häufigkeit anderer Kulturarten in der Fruchtfolge – alle diese Faktoren beeinflussten die Unkrautgemeinschaft

signifikant. Dieses Ergebnis steht im starken Kontrast zu den Management-Variablen: mit Ausnahme von "Organic since", also wie lange die Fläche bereits ökologisch bewirtschaftet wird, hatte keine der Management-Variablen eine Wirkung auf die Unkrautartengemeinschaft.

Die Monitoringdaten aus Mecklenburg-Vorpommern zeigen faszinierend klar die unterschiedlichen Reaktionen: Unkrautdichten reagieren kurzfristig und direkt auf Unkrautbekämpfung, Diversität und Artengemeinschaften reagieren langfristig auf Maßnahmen der Kulturartenvielfalt und die Zeit der ökologischen Bewirtschaftung.

6 Verwertung und Nutzen

Drei wissenschaftliche Publikationen aus den gesamten PRODIVA-Daten in WP 4 und WP 5 sind in Vorbereitung:

Hofmeijer M.A.J., B. Melander, J. Salonen, A. Lundqvist, L. Zarina and B. Gerowitt. *Impact of crop diversification strategies on weed diversity in organic cereals in northern Europe* – to be submitted to European Journal of Agronomy

Hofmeijer M.A.J., B. Melander, J. Salonen, T. Verwijst, L. Zarina and B. Gerowitt. *'Weed species composition explored by the trait associated response to crop management.'* – to be submitted to Agriculture, Ecosystem and Environment

Hofmeijer, M.A.J., B. Melander, J. Salonen, T. Verwijst, L. Zarina and B. Gerowitt: *'From practice to science and back – transfer of knowledge and information in a supra-national project about crop diversification and weed management in Organic farming'* – to be submitted to Organic Agriculture.

Ein Bericht erscheint im Oktober 2018 in LandInForm:

Die Mischung macht's! Wie Vielfalt beim Unkrautmanagement im Öko-Landbau hilft - praktische Beispiele aus Mecklenburg-Vorpommern. – LandInForm (Oktober 2018)

PRODIVA hat vielfältiges Material für Berater und Landwirte erbracht, insgesamt wurden 90 Beiträge aus dem Gesamtprojekt unter organic-eprints zur Verfügung gestellt. Eine eindeutige Zuordnung zu Partnern und Work Packages ist dabei nicht immer möglich. Ein Näherungswert ist, dass ca. 1/3 davon auf Aktivitäten in den WPs 4 und 5 zurückgehen.

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Im Verbundprojekt PRODIVA wird Wissen zu Vielfalt in Kulturpflanzenbeständen für das Unkrautmanagement in Nord-Europäischen ökologischen Ackerbausystemen nutzbar gemacht. Ziel ist dabei nicht die Beseitigung von Unkrautproblemen, vielmehr soll eine vielfältige und handhabbare Unkrautflora erhalten werden, die auch günstige Wirkungen für nützliche Organismen hat.

Zur Erreichung dieses Ziels tragen alle erarbeiteten Ergebnisse bei. Keine Abweichungen.

8 Zusammenfassung

Das Vorhaben „Vielfalt in Kulturpflanzenbeständen und Unkräutern“, war eingebettet in eine Projektzusammenarbeit zwischen internationalen Unkrautforschungsgruppen in CORE Organic Plus, einer europäischen Forschungsinitiative (ERA-net), Acronym PRODIVA. Das Projekt zielte darauf ab, die Nutzung von Maßnahmen der Kulturvielfalt in Anbausystemen des Ökologischen Landbaus in

Nordeuropa zu verbessern. Übergeordnetes Ziel ist es eine diverse, agronomisch handhabbare Unkrautflora zu erhalten, die auch nützlichen Organismen dient.

Das spezifische Arbeitspaket der Arbeitsgruppe Phytomedizin an der Universität Rostock beinhaltet: Herausforderungen für die Unkrautbekämpfung durch Unkrautarten zu identifizieren und praxisorientiert darüber zu informieren, die Rolle von Kulturartenvielfalt für die Unkrautkontrolle zu erfassen und Unkrautarten nach ihrer Empfindlichkeit für Kulturartenvielfalt zu gruppieren. Verschiedene Methoden ermöglichten es, diese Ziele zu erreichen. In fünf Ländern (Dänemark, Schweden, Finnland, Lettland und Deutschland) wurden Daten von ökologisch wirtschaftenden Betrieben in zwei Jahren erhoben (2015-2016). Vorhandene Informationen und Literatur zu Unkrautaufreten und Problemen in der Unkrautbekämpfung aus allen beteiligten Regionen wurden in einer ex-ante Datensammlung und einer Literaturübersicht zusammengeführt. Über zwei Jahre wurden Unkräuter auf Flächen mit Sommergetreide zusammen mit Bewirtschaftungsdaten unter besonderer Beachtung von Anbauvielfalt erfasst. Die Daten aus der durchgeführten Unkrauterfassung in Mecklenburg-Vorpommern wurden auf Zusammenhänge mit den eingesetzten Methoden der Anbauvielfalt der Kulturpflanzen, dem übrigen Management und dem Standort geprüft. Die Ergebnisse wurden in wissenschaftliche Veröffentlichungen und für die Kommunikation mit Stakeholdern bearbeitet und verbreitet.

9 Literaturverzeichnis

- Alroe, H. F. and N. Halberg, 2008: "Development, growth, and integrity in the Danish organic sector." A knowledge synthesis on the opportunities and barriers for a continued development and market-based growth in production, processing, and scale of organic products, ICROFS in-house report 2: 55.
- Andreasen, C. and M. Skovgaard, 2009: Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **133**(1–2), 61-67.
- Armengot, L., L. José-María, L. Chamorro and F.X. Sans, 2013: Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. *Agronomy for Sustainable Development* **33**(2), 405–411.
- Barnes, J.P. and A.R. Putman, 1986: Evidence for Allelopathy by Residues and Aqueous Extracts of Rye (*Secale cereale*). *Weed Science* **34**(3), 384-390.
- Braak, C.J.F. ter, 1986: Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecological Society of America* **67**(5), 1167–1179.
- Clark, M. S., H. Ferris, K. Klonky, W.T. Lanini, A.H.C. Van Bruggen and F.G. Zalom, 1998: Agronomic, economic, and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in northern California. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **68**(1), 51-71.
- EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2017. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int> [June, 2017]
- Euro+Med – PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity, 2006. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed> [June, 2017].
- Fried, G., L.R. Norton and X. Rebouda, 2008: Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **128**(1–2), 68-76.
- Hald, A. B., 1999: Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology*, **134**(3), 307-314.

- Hanzlik, K. and B. Gerowitt, 2011: The importance of climate, site and management on weed vegetation in oilseed rape in Germany. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **141**(3–4), 323-331.
- Holzner W., 1991: Unkraut-Typen. Eine Einteilung der Ruderal- und Segetalpflanzen nach komplexen biologisch-ökologischen Kriterien. *Die Bodenkultur, Journal für landwirtschaftliche Forschung*, **42**(1), 1-20.
- Lederer, H. M., 2016: Die Ackerunkrautvegetation ökologisch bewirtschafteter Wintergetreideflächen in Mecklenburg-Vorpommern unter dem Einfluss von Standort und Management. Bachelorarbeit, Universität Rostock.
- Penfold, C. M., M.S. Miyan, T.G. Reeves and I.T. Grierson, 1995: Biological farming for sustainable agricultural production. *Animal Production Science*, **35**(7), 849-856.
- Turner, R. J., G. Davies, H. Moore, A.C. Grundy and A. Mead, 2007: Organic weed management: a review of the current UK farmer perspective. *Crop Protection*, **26**(3), 377-382.
- Ulber, L., H.H. Steinmann, S. Klimek and J. Isselstein, 2009: An on-farm approach to investigate the impact of diversified crop rotations on weed species richness and composition in winter wheat. *Weed Research* **49**(5), 534–543.

10 Veröffentlichungen aus dem Projekt

- Gerowitt, B., Hofmeijer, M.A.J., Melander, B., Krawczyk, R., Salonen, J., T. Verwijst and L. Zarina, 2015: Team-up crop diversification and weed management: PRODIVA. Better utilization of crop diversification for weed management in North European organic arable cropping systems. Poster at: 17th European Weed Research Society Symposium, Montpellier, 23-26 June 2016.
- Hofmeijer, M.A.J. and B. Gerowitt, 2016: Studying the workings of on-farm crop diversification on weed diversity in Northern European organic cereals. *Proceedings EWRS Workshop Weeds and Biodiversity*, Riga, September 2016, 16.
- Hofmeijer, M.A.J. and B. Gerowitt, 2017: Räumliche Verteilung von wichtigen Unkrautarten - Aktuelle Informationen für den Öko-Landbau im Ostseeraum. Rostock University, *Crop Health*.
- Hofmeijer, M.A.J. and B. Gerowitt, 2018: The regional weed vegetation in Organic spring-sown cereals as shaped by local management, crop diversity and site. *Proceedings 28th German Conference on Weed Biology and Weed Control*, Julius-Kühn-Archiv, 288-294.
- Hofmeijer, M.A.J., Gerowitt, B., Krawczyk, R., Salonen, J., Verwijst, T, L. Zarina and B. Melander, 2016: Crop diversification for weed management in North European organic arable cropping systems. Introduction to the study of international research-network on diversification and weed management: PRODIVA. Poster at: 7th International Weed Science Congress, Prague, 19-25 June 2016.
- Hofmeijer, M.A.J., Gerowitt, B., Melander, B., Krawczyk, R., Salonen, J., T. Verwijst and L. Zarina, 2017: Problematic weed species in spring sown cereals around the Baltic sea – An expert database. *Proc. Nordic Organic Conference*; Mikkeli, Finland.
- Hofmeijer, M.A.J., Gerowitt, B., Salonen, J., Verwijst, T., L. Zarina and B. Melander, 2016: The impact of crop diversification management on weed communities in summer cereals on organic farms in Northern Europe. An introduction to the study *Proceedings 27th German Conference on Weed Biology and Weed Control*, Julius-Kühn-Archiv, 452-456.

- Hofmeijer, M.A.J., R. Krawczyk and S. Kaczmarek, 2017: Geograficzne rozmieszczenie ważnych gatunków chwastów - Aktualny stan wiedzy w zakresie zachwaszczenia zbóż w rolnictwie ekologicznym Rejonu Morza Bałtyckiego. Rostock University, Crop Health.
- Hofmeijer, M.A.J., H.M. Lederer and B. Gerowitt, 2018: Weed vegetation in organic winter cereals in the region of Mecklenburg-Vorpommern as influenced by site and management. Proceedings, 28th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Julius-Kühn-Archiv, 54-57.
- Hofmeijer, M.A.J. and B. Melander, 2017: Vigtige ukrudtsarter i Østersø-regionen - Status for ukrudtsforekomster i økologisk vårsæd i seks Østersølande. Rostock University, Crop Health.
- Hofmeijer, M.A.J., Melander, B., Krawczyk, R., Salonen, J., Verwijst, T., L. Zarina and B. Gerowitt, 2017: Problematic weed species in organic arable agriculture around the Baltic Sea - An expert database. Poster at: 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising, Germany, 7-10.03.2017.
- Hofmeijer, M.A.J., Melander, B., Krawczyk, R., Verwijst, T., Zarina, L., J. Salonen and B. Gerowitt, 2017: Geographical distribution of challenging weed species - Current knowledge in organic arable farming in the Baltic sea region. Rostock University, Crop Health.
- Hofmeijer, M.A.J. and T. Verwijst, 2017: Viktiga ogräsarter i Östersjöregionen - Vanligt förekommande ogräs i ekologisk odling i sex länder kring Östersjön. Rostock University, Crop Health.
- Hofmeijer, M.A.J. and L. Zarina, 2017: Problemātisko nezāļu sugu ģeogrāfiskā izplatība - Pašreizējās zināšanas bioloģiskajā zemkopībā Baltijas jūras reģionā. University Rostock, Crop Health.