

## Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben

**Nature conservation by organic farming: Restoration of local populations of rare and endangered arable field plants on organic farms in Germany**

**FKZ: 06OE254, 06OE355 und 06OE356**

### **Koordination des Verbundvorhabens:**

Universität Kassel  
Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau  
Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen  
Tel.: +49 5542 98-1655  
Fax: +49 5542 98-1568  
E-Mail: vanElsen@uni-kassel.de  
Internet: www.uni-kassel.de

### **Autoren:**

Lang, Marion; Albrecht, Harald; Kollmann, Johannes; van Elsen, Thomas; Gärtner, Anne; Hotze, Carola;  
Fink, Sieglinde; Becher, Thorben; Lenerz, Maximilian; Wiesinger, Klaus; Prestele, Julia

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

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

# Abschlussbericht

zum Verbundvorhaben

## **Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwild- pflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben**

Nature conservation by organic farming: Restoration of local populations of rare and endangered arable field plants on organic farms in Germany

Förderkennzeichen: 2806OE355, 2806OE356 und 2806OE254

**Zuwendungsempfänger:**

Universität Kassel  
Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau  
Nordbahnhofstr. 1a  
37213 Witzenhausen

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Renaturierungsökologie  
Emil-Ramann-Str. 6  
85354 Freising

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur  
und Ressourcenschutz  
Lange Point 12  
85354 Freising

**Laufzeit des Vorhabens:**

22.3.2011 – 31.8.2015

**Autoren des Abschlussberichtes:**

M.Sc. Marion Lang, PD Dr. Harald Albrecht, &  
Prof. Dr. Johannes Kollmann  
- Technische Universität München -

Dr. Thomas van Elsen, Dipl.-Biol. Anne Gärtner,  
Dipl.-Biol. Carola Hotze, Dipl.-Biol. Sieglinde Fink  
BSc Thorben Becher, Maximilian Lenerz  
- Universität Kassel -

Dr. Klaus Wiesinger, Dipl.-Ing. Julia Prestele  
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft -

**Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags im Rahmen des *Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft* (BÖLN).**

**Kooperationspartner:**

Forschungs-Partnerbetriebe (Bioland, Naturland)  
Bioland Beratung GmbH  
Gut Fahrenbach (Witzenhausen), Hof Öx (Frankershausen), Hof Luna (Everode)

**Kontaktinformationen:**

PD Dr. Harald Albrecht; albrecht@wzw.tum.de, Tel. 08161-713717  
Dr. Thomas van Elsen; Thomas.vanElsen@uni.kassel.de, Tel. 05542-981655  
Dipl.-Biol. Sieglinde Fink; naturschutz@florafink.de, Tel. 05542-981545  
Dipl.-Biol. Anne Gärtner; Anne.Gaertner@uni-kassel.de, Tel. 05542-981545  
Dipl.-Biol. Carola Hotze; Carola-Hotze@t-online.de, Tel. 05657-9196155  
Prof. Dr. Johannes Kollmann; jkollmann@wzw.tum.de, Tel. 08161-714144  
M.Sc. Marion Lang; marion.lang@tum.de, Tel. 08161-712570  
Dipl.-Ing. Julia Prestele; Julia.Prestele@gmx.de, Tel. 08161-714470  
Dr. Klaus Wiesinger; klaus.wiesinger@lfl.bayern.de, Tel. 08161-713832

**Zitiervorschlag:**

Lang, M., Albrecht, H., Fink, S., Gärtner, A., Hotze, C., Kollmann, J., Prestele, J., van Elsen, T. & Wiesinger, K. (2016) Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben. Abschlussbericht BÖLN.

## Zusammenfassung

Die Intensivierung der Landwirtschaft hat zum Rückgang vieler Ackerwildpflanzen geführt. Der Ökologische Landbau bietet günstige Voraussetzungen für ihren Schutz. Wie entsprechende Populationen etabliert werden können, untersuchte ein Verbundprojekt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der Technischen Universität München und der Universität Kassel.

Die AG Freising untersuchte drei seltene winterannuelle Arten (*Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Lithospermum arvense*) in mehrfaktoriellen Feldversuchen, in Praxisaussaaten auf Bio-Betrieben sowie in Gewächshausexperimenten. Messgrößen waren Individuendichte, Samenproduktion und Bodensamenvorrat der Zielarten, zudem wurde der Ertrag der Feldfrüchte bestimmt. Frühe Herbstsaaten und geringe Konkurrenz durch Kulturen brachten beste Erfolge. Zur erfolgreichen Ansiedlung der Ackerwildkräuter wird eine Aussaat in Blanksaat oder in reduziert gesäten Winterungen, wie Dinkel oder Roggen, bis spätestens Mitte Oktober empfohlen. Klee-Gras und Sommerungen wie Erbsen ermöglichten kaum bzw. kein Auflaufen der Zielarten, die jedoch teils im Bodensamenvorrat überdauern.

Die AG Witzenhausen untersuchte die Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern auf Praxisbetrieben. Dazu wurden artenreiche Spenderflächen identifiziert und autochthones Saatgut gefährdeter Arten entnommen. Samenmischungen wurden in Blühfenster und den benachbarten Getreidebestand ausgebracht. Zudem wurde die Übertragung von Oberboden artenreicher Flächen getestet. Im Anlagejahr konnte sich bei beiden Verfahren ein Teil der eingebrachten Arten reproduzieren. Dies gelang bei Konkurrenz mit Getreide tendenziell schlechter. In den Folgejahren konnten bei Anbau von Getreide wiederum einige Arten nachgewiesen werden; die meisten Samen gelangten bei Bodenbearbeitung in tiefere Bodenschichten und reicherten die Samenbank an.

Praxisempfehlungen zur Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern auf ökologisch bewirtschafteten Äckern wurden als Broschüre veröffentlicht.

## Abstract

Rare arable plants have markedly declined due to intensification of agriculture. A cooperation project of the Bavarian State Research Center for Agriculture, TU Munich and University of Kassel investigated suitable methods to re-introduce these species with optimal establishment success and minimal effects on crop yield under organic management.

Three winter annuals (*Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Lithospermum arvense*) were tested by the working group Freising in multifactorial sowing experiments, in plots on organic farms, and greenhouse studies. Density of individuals, seed production and seed numbers in soil were measured to calculate establishment. In general, all target species established and reproduced well. Early sowing and low crop competition brought best results. For successful establishment pure sowing or sowing in winter spelt or winter rye at reduced densities, are recommended. This should be done before mid-October. Poor development was observed in clover-grass and summer crops, such as pea. However, survival in the soil seed bank also occurred there.

The working group Witzenhausen investigated the re-establishment of arable field plants on organic farms under practical conditions. Therefore, species-rich donor sites were identified and autochthonous seeds of different threatened species were collected. These seed mixtures were spread into "flowering windows" in species-poor cereal fields as well as into the grain. In addition transfer of soil samples was tested. Both approaches led to the establishment of species in the first year, preferentially in the "flowering windows" without crops. In the following years within the normal crop rotation at least some of the transferred species could be re-detected. High percentages of the seeds were buried in deeper soil layers and contribute to the seed bank.

Based on the results a booklet with recommendations for re-establishing arable plants on organic fields was produced.

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Zusammenfassung .....  | 3  |
| Abstract .....   | 4  |
| 1 Einführung .....   | 7  |
| 1.1 Gegenstand des Vorhabens .....   | 7  |
| 1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts .....                                      | 9  |
| 1.3 Planung und Ablauf des Projekts .....  | 10 |
| 2 Wissenschaftlicher u. technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....               | 13 |
| 3 Teilprojekt Freising .....   | 18 |
| 3.1 Versuchsfragen .....   | 18 |
| 3.2 Material und Methoden .....  | 19 |
| 3.2.1 Beschreibung der Zielarten, Saatgutgewinnung und -ausbringung .....              | 19 |
| 3.2.2 Versuchsstandorte .....  | 21 |
| 3.2.3 Versuchsanlage und -design .....   | 23 |
| 3.2.4 Datenerhebung und -auswertung .....  | 28 |
| 3.3 Ergebnisse .....   | 32 |
| 3.3.1 Saatedichte und Etablierung seltener Ackerwildpflanzen .....                     | 32 |
| 3.3.2 Aussaatzeitpunkt und Saatverfahren der Ackerwildpflanzen .....                   | 34 |
| 3.3.3 Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Saatedichte der landwirtschaftlichen Kultur .. | 36 |
| 3.3.4 Überdauerungsfähigkeit von Diasporen der Ackerwildpflanzen .....                 | 41 |
| 3.3.5 Wiederansiedlung und Ausbreitung der Ackerwildpflanzen auf Praxisbetrieben .     | 41 |
| 3.3.6 Ertragseffekte durch die Einsaat seltener Ackerwildpflanzen .....                | 47 |
| 3.4 Diskussion .....   | 51 |
| 3.4.1 Etablierungserfolg der Ackerwildpflanzen .....                                   | 51 |
| 3.4.2 Ertragseffekte durch die Einsaat seltener Ackerwildpflanzen .....                | 56 |
| 4 Teilprojekt Witzenhausen .....   | 58 |
| 4.1 Versuchsfragen .....   | 58 |
| 4.1.1 Übersicht über den Ablauf der Versuche .....                                     | 58 |
| 4.2 Material und Methoden .....  | 60 |
| 4.2.1 Vorbereitende Geländearbeit: Erfassung der Vegetation der                        |    |
| Untersuchungsgebiete, Identifikation von Spender- und Empfängerflächen .....           | 60 |
| 4.2.2 Die Gewinnung von autochthonem Samenmaterial, Zusammenstellung von               |    |
| Mischungen und Gewinnung von Oberboden .....   | 61 |
| 4.2.3 Die Einrichtung von Ackerwildkraut-Blühfenstern .....                            | 64 |
| 4.2.4 Vegetationserfassung .....   | 70 |
| 4.3 Ergebnisse .....   | 71 |
| 4.3.1 Etablierung ausgewählter Zielarten in den Blühfenster-Parzellen im Anlagejahr    |    |
| – Individuenzählungen .....  | 71 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.3.2 | Etablierung von Ackerwildkräutern in Blühfenstern nach Saatgut- und Oberbodenübertragung im Anlagejahr und in den Folgejahren.....   | 80  |
| 4.3.3 | Die Entwicklung von Zielarten nach Saatgut- und Oberbodenübertragung in den Folgejahren.....   | 86  |
| 4.4   | Diskussion.....  | 107 |
| 4.4.1 | Zusammenschau der Blühfenster-Versuche.....  | 107 |
| 4.4.2 | Ansiedlung durch Bodenübertragung – Umsetzung in der Praxis.....   | 109 |
| 4.5   | Die Fluktuation der Ackerwildkrautvegetation auf ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen.....                                       | 111 |
| 4.6   | Bundesweite Vernetzung und Abstimmung von „Ansaat-Ansätzen“ für den Ackerwildkrautschutz.....  | 117 |
| 4.7   | Ackerwildkrautschutz durch Wiederansiedlung aus Sicht beteiligter Landwirte und von Experten .....                                   | 129 |
| 4.7.1 | Einstellung/Sichtweise von Ackerwildkrautschutz bzw. Naturschutz.....  | 129 |
| 4.7.2 | Erfahrungen und Anregungen aus dem Projekt.....  | 131 |
| 4.7.3 | Weitere Profilierung des Ökologischen Landbaus bei der Integration von Naturschutzzielen .....                                       | 133 |
| 5     | Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse .....   | 135 |
| 6     | Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen ..... | 136 |
| 7     | Literaturverzeichnis.....  | 137 |
| 8     | Übersicht über alle realisierten Veröffentlichungen im Projektzeitraum.....  | 145 |
|       | Anhang.....  | 149 |

# 1 Einführung

## 1.1 Gegenstand des Vorhabens

Gefährdete Ackerwildpflanzen wie Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*), Sommer-Adonisröschen (*Adonis aestivalis*) oder Echter Frauenspiegel (*Legousia speculum-veneris*) waren noch bis Ende der 1970er Jahre kennzeichnend für extensiv genutzte Ackerflächen. Durch die Intensivierung der Landnutzung in den vergangenen 60 Jahren sind ihre Bestände stark zurückgegangen, und die oft nur noch kleinen Restvorkommen sind durch intensive ackerbauliche Bewirtschaftung regional vom Aussterben bedroht (Wilson 1990, Albrecht 1995a, Hotze & van Elsen 2006, Otte et al. 2006, Meyer et al. 2013, Meyer et al. 2015, Richner et al. 2015). Die Hauptgründe des Rückgangs der Ackerwildkräuter sind die Anwendung von Herbiziden, die Vereinfachung von Fruchtfolgen, verbesserte Saatgutreinigung, Stickstoffdüngung, die Aufgabe von Grenzertragsstandorten und die Vergrößerung der Ackerschläge.

Der Rückgang der Ackerwildkräuter hat schon in den 1980er Jahren dazu geführt, dass Konzepte wie das Ackerrandstreifenprogramm zum Schutz der Segetalflora entwickelt wurden (Schumacher 1980). Zwar zeigen derartige Maßnahmen bei konsequenter Anwendung große Erfolge, wegen Schwierigkeiten einer dauerhaften Einbindung in konventionelle Nutzungssysteme und der Abhängigkeit von wechselnden Förderbedingungen im Rahmen von Agrarumweltprogrammen sind diese Programme aber fast gänzlich zum Erliegen gekommen (Wicke 1998, Sommer et al. 2014). Diese oft mit großem Einsatz der Naturschutzakteure verbundenen Bemühungen erwiesen sich als wenig nachhaltig, da die Felder nach Ausbleiben der Förderungen erneut mit den oben genannten Methoden bewirtschaftet wurden. In den Folgejahren erloschen daher viele der noch in den 1980er Jahren vorhandenen Ackerwildkraut-Populationen endgültig.

Zahlreiche Untersuchungen belegen inzwischen die Eignung des ökologischen Landbaus für die Erhaltung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter (van Elsen 1996, Alfoeldi et al. 2002; Bengtsson et al. 2005, Hole et al. 2005, Albrecht 2008). Langjährig ökologisch bewirtschaftete Flächen weisen häufig höhere Artenzahlen standorttypischer Ackerwildkräuter, darunter seltene und gefährdete Arten, auf. Insbesondere Betriebe, die schon in den 1980er Jahren oder früher auf Ökolandbau umgestellt hatten, sind hier zu nennen. Hinzu kommen eine Reihe von Ökobetrieben, welche die Bewirtschaftung von Flächen übernommen haben, auf denen von Naturschutzverbänden oder anderen Trägern bzw. durch Vertragsnaturschutzprogramme (VNP) gefährdete Segetalarten erhalten wurden. Auch konventionelle Betriebe bewirtschaften solche „VNP“-Äcker. Diese sind oft die letzten Wuchsorte für gefährdete Ackerwildkräuter, die es heute in den Naturräumen noch gibt.

Auf Flächen von Ökobetrieben, die nach langjähriger konventioneller Bewirtschaftung auf ökologische Bewirtschaftung umgestellt wurden, fehlen seltene und gefährdete Ackerwildkräuter weitgehend. Dauerflächenuntersuchungen auf der zuvor konventionell bewirtschafteten Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen zeigten, dass nach der Umstellung auf ökologischen Ackerbau, auch nach zwölf Jahren viele standorttypische Ackerwildkräuter nicht vorhanden waren (van Elsen & Hotze 2008). Dies ist eine Konsequenz der vorhergehenden jahrzehntelangen konventionellen Bewirtschaftung, insbesondere des regelmäßigen Einsatzes von Herbiziden. Fehlende „Spenderbiotope“ in der Umgebung lassen eine spontane Wiederbesiedlung in Zeiträumen von weniger als 20–30 Jahren kaum erwarten.

Es besteht daher eine Diskrepanz zwischen dem Potential vieler ökologisch bewirtschafteter Ackerflächen (2015: 455.000 ha; DBV 2015) und der Nutzbarmachung dieser Flächen für den Segetalartenschutz. Ziel des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens war deshalb die Entwicklung eines Konzeptes zur Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter auf Flächen von Ökobetrieben. Dies erfolgte exemplarisch in mehreren Naturräumen



(Münchner Ebene im südlichen Bayern sowie Leinebergland/Niedersachsen und Nordhessisches Hügelland). In beiden Gebieten waren die für die Wiederansiedlung vorgesehenen Arten bis vor wenigen Jahrzehnten noch relativ häufig und ein wichtiger Bestandteil der Agrobiodiversität.

Ein derartiges Konzept kann einerseits einen wertvollen Beitrag zur langfristigen Erhaltung der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft leisten. Es kann darüber hinaus aber auch das positive Image des ökologischen Landbaus als eine den Naturschutz integrierende Wirtschaftsweise verbessern. Darüber hinaus bietet das hier vorgestellte Forschungsprojekt gute Chancen zur Umsetzung in der Praxis. Wie eine Umfrage im Vorfeld des Projekts bei 354 Biolandwirten in Deutschland zeigte, waren 82 % der antwortenden Öko-Landwirte (45) bei entsprechender Förderung bereit, dieses Vorgehen zu unterstützen (Wiesinger et al. 2010).

Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur *Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen auf Ökobetrieben* hat die folgenden übergeordneten Ziele:

1. Entwicklung und Realisierung eines Konzepts für die Ansiedlung der Arten in Praxisbetrieben (AGs Kassel-Witzenhausen und Freising);
2. Optimierung der Ansiedlung der Arten bei unterschiedlicher Aussaatstärke, Aussaatzeitpunkt und Deckfrucht (Parzellenversuche, AG Freising);
3. Abschätzung der Ansiedlung und Ausbreitung der Arten in Praxisbetrieben (On-Farm-Versuche auf vier Betrieben, AG Freising);
4. Abschätzung der Erfolgsaussichten der Ansiedlung von Arten durch Bodenübertragung und Ansaat in Praxisbetrieben (On-Farm-Versuche auf drei Betrieben, AG Kassel-Witzenhausen);
5. Partizipative Erarbeitung von Umsetzungsstrategien (drei Betriebe, AG Kassel-Witzenhausen);
6. Vernetzung interessierter Akteure aus Ökolandbau und Naturschutz und Wissenstransfer (Workshops, Exkursionen, Website; AGs Kassel-Witzenhausen und Freising).

## 1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Mit dem hier dargestellten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wurden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt. Erstens sollte eine methodische Grundlage für die Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Segetalarten gelegt werden, aus der unmittelbar praxistaugliche Maßnahmvorschläge abgeleitet werden können. Dies erfolgte exemplarisch an drei Arten durch die AG Freising sowie durch den Vergleich unterschiedlicher Ausbringungsmethoden durch die AG Kassel-Witzenhausen. Zweitens sollten Grundlagen für eine weitere Erhöhung der Naturschutzleistungen des ökologischen Landbaus gelegt werden. Die „Erhöhung der Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus“ ist expliziter Bestandteil der „Zielsetzung für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben“ (Kap. 3.1.2) des „Programms des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau“ (BMEL 2015).

Der Ökologische Landbau bietet für den Segetalartenschutz günstige Voraussetzungen, sowohl hinsichtlich der Erhaltung wertvoller Populationen als auch hinsichtlich der (Wieder-) Ansiedlung auf geeigneten Standorten. Für eine konkrete Umsetzung der Wiederansiedlungs-Strategie ist jedoch spezifisches Praxiswissen erforderlich, das bisher für Ackerwildpflanzenarten nicht oder nur sehr rudimentär vorlag. Die Ergebnisse unseres Forschungsvorhabens liefern einen wesentlichen Beitrag zur Schließung dieser Lücke, insbesondere für die im Rahmen des Vorhabens untersuchten Arten und Ausbringungsmethoden.

### 1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Vor Beginn der Untersuchungen mussten in der Münchner Ebene zunächst Betriebe mit geeigneten Probeflächen innerhalb des Modell-Naturraumes identifiziert werden. Zudem waren eine Analyse des naturräumlichen Artenspektrums und die Auswahl geeigneter Zielarten erforderlich. Schließlich wurden schon vor Projektbeginn, in Kooperation mit einem erfahrenen Produzenten für regionales Wildpflanzensaatgut, Ackerwildpflanzensamen vermehrt und deren Etablierungseignung getestet; sehr seltene und schlecht reproduzierbare Arten wie *Neslia paniculata* und *Adonis aestivalis* wurden auf dieser Grundlage ausgeschlossen.

Im weiteren Umfeld des Standorts Kassel-Witzenhausen waren zu Projektbeginn bereits potenzielle Kooperationsbetriebe bekannt. Die Vegetation ihrer Äcker war durch frühere Diplomarbeiten (Gut Fahrenbach und Hof Öx) bzw. durch Kartierungen von H. Hofmeister (Wernershöhe, Hof Luna) bereits erfasst worden. Während sich die AG Freising auf drei Zielarten konzentrierte, sollten auf den insgesamt weniger floristisch verarmten Flächen im weiteren Umfeld von Witzenhausen verschiedene Ansiedlungsmethoden erprobt werden, wobei autochthones Saatgut verschiedener Arten sowie Ackerboden artenreicher Flächen übertragen wurde. Anders als in Freising stand kein professioneller Saatgutvermehrer zur Verfügung, weshalb auf einfache, leicht verfügbare Gerätschaften zurückgegriffen wurde, die für die praktische Umsetzungen leicht beschaffbar sind.

Bei der konkreten Projektplanung wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Untersuchungen gleichermaßen sowohl naturschutzfachliche als auch landwirtschaftliche Relevanz besitzen. Für den Naturschutz besonders relevant erschienen Informationen zum Etablierungserfolg bei Aussaat mit verschiedenen Deckfrüchten und Fruchtfolgen sowie bei unterschiedlichen Aussaatzeiten und -dichten. Aus landwirtschaftlicher Sicht besonders wichtig ist der Einfluss der Wiederansiedlung auf die Bewirtschaftung und die Erträge. Sind für eine erfolgreiche Etablierung seltener Arten reduzierte Saatstärken der Kulturarten, z.B. Wintergetreide erforderlich? Limitiert deren Etablierung möglicherweise das Spektrum der Feldfrüchte? Ist mit Ertragseinbußen zu rechnen? – Durch Schwerpunktsetzung auf bisher offene Forschungsfragen und ein ausgefeiltes Versuchsdesign sollten die Untersuchungen schließlich auch internationalen Standards genügen. So wurde z.B. ein großer Teil der Freilanderhebungen im Freisinger Projektteil durch aufwändige Samenbankanalysen begleitet, die einen genaueren Überblick über die zu Projektende etablierten Populationsgrößen der Zielarten geben als Vegetationsaufnahmen, die vor allem die aktuellen Bewirtschaftungs- und Witterungsbedingungen widerspiegeln. Die hier durchgeführten Samenbank- und Freilandanalysen gehören zu den aufwändigsten Erfolgskontrollen, die in der Renaturierungsökologie nach Ausbringung gefährdeter Zielarten je durchgeführt wurden.

Mit den aus den Vorversuchen und aus Recherchen gewonnenen Erkenntnissen und Materialien wurden durch die AG Freising unmittelbar nach Projektbeginn im Herbst 2011 Parzellenversuche auf dem Seidlhof bei Gräfelfing und On-Farm-Versuche auf vier Praxisbetrieben in der Münchner Schotterebene eingerichtet. Während bei den Parzellenversuchen die Effekte bestimmter Aussaat- und Bewirtschaftungsvarianten auf die Zielarten und Kulturen im Vordergrund standen, sollten die On-Farm-Versuche zeigen, wie sich die Bestände in den jeweiligen Nutzungssystemen verschiedener Praxisbetriebe entwickeln. Die Versuche zur Saattiefe und Saattiefe der Ackerwildpflanzen wurden jeweils ein Jahr lang durchgeführt, die Analysen mit unterschiedlichen Kulturarten, -dichten und Fruchtfolgen sowie die Erhebungen auf den Praxisbetrieben liefen über drei bzw. vier Jahre (vgl. Abb.1). Die Felderhebungen und die damit verbundene Datenanalyse begannen an allen Versuchsstandorten bereits im September 2011.

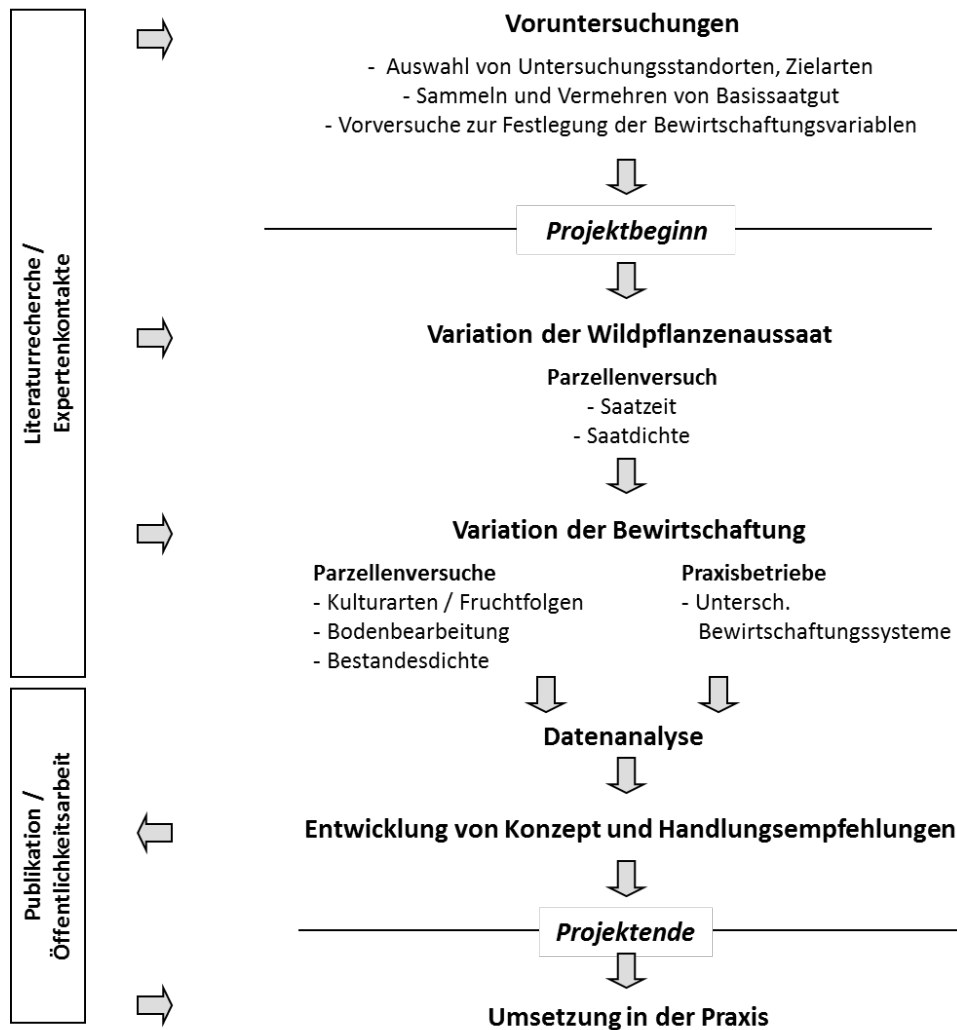


Abb. 1: Projektverlauf zur Wiederansiedlung seltener Ackerwildkräuter auf Ökobetrieben.

Die Untersuchungen der AG Kassel-Witzenhausen zielten auf die Erarbeitung von Grundlagen für eine möglichst einfache und effiziente Umsetzung durch die Praxis ab. Hier konnte an Erfahrungen aus dem Projekt „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ angeknüpft werden. Dabei war bereits die Etablierung von Saatmischungen aus zuvor gesammeltem und vermehrtem autochthonen Saatgut mittels Ansaat-Blühstreifen getestet worden (Hotze et al. 2009). Zudem sollte die Übertragung artenreichen Oberbodens erprobt werden. In Vorgesprächen mit den Kooperationsbetrieben wurde der Anlage von „Blühfenstern“ Vorzug gegenüber der Anlage von Blühstreifen gegeben, die auf der Staatsdomäne auch der Strukturierung großer Schläge gedient und Ackerflächen unterteilt hatten. Während dort das universitäre Versuchswesen unterstützend zur Verfügung stand, sollte auf den Praxisbetrieben mit Saat- bzw. Bodenmengen gearbeitet werden, die nach dem Projekt auch von interessierten Akteuren wie Landwirten oder Vertretern von Naturschutzverbänden zu bewältigen sein würden. Um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen, wurden die Blühfenster einheitlich angelegt und deren Aufwuchs exakt erfasst, was bei einer praktischen Umsetzung nicht mehr erforderlich ist. Während der Durchführung wurde die praktische Umsetzung durch Rückkopplung mit den Praxispartnern fortlaufend optimiert. Weiter wurde das Erfahrungswissen weiterer Naturschutz-Akteure, die selbst mit der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern gearbeitet hatten, einbezogen.

Die AG Kassel-Witzenhausen erfasste im Sommer 2011 die Vegetation auf Äckern der drei kooperierenden Betriebe durch pflanzensoziologische Aufnahmen und identifizierte potenzielle Spenderflächen für die Entnahme von Oberboden für die Übertragung auf artenarme Flächen, die als Zielflächen ebenfalls erfasst wurden. Weiter wurde in den zwei Untersuchungsräumen (Werra-Meißner-Kreis, Leinebergland) Saatgut gefährdeter Ackerwildkräuter gesammelt. Zusätzlich stand für das erste der beiden Untersuchungsgebiete autochthones Saatgut aus dem o.g. Projekt auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen zur Verfügung. Im Herbst 2011 wurden Blühfenster auf Äckern der drei kooperierenden Betriebe angelegt und in der Vegetationsperiode 2012 deren Aufwuchs erfasst. In den folgenden Jahren wurde die Vegetation der mit Ansaaten und übertragenem Boden angereicherten Feldern erneut kartiert, zusätzlich wurden jeweils neue Blühfenster auf weiteren Flächen angelegt.

Seit 2012 wurde das Projekt auf der Homepage [www.ackerwildkrautschutz.de](http://www.ackerwildkrautschutz.de) sowie auf den Internetseiten der Projektpartner präsentiert, ein Projektflyer erstellt und erste Ergebnisse auf verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt.

Eine Implementierung der Projektergebnisse hat im Bioland-Projekt „Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern auf Flächen von Biobetrieben in den Naturräumen Münchner Ebene und Fränkischer Jura“ bereits begonnen und wird u.a. in einem vierjährigen Projekt der Bayerischen KulturLandStiftung „Ackerwildkräuter für Bayerns KulturLandSchaft – Produktionsintegrierte Förderung seltener und gefährdeter Ackerwildkrautarten“ ab 2016 weitergeführt. Darüber hinaus steht interessierten Akteuren die Praxisbroschüre „Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter im Biobetrieb“ zur Verfügung.

## 2 Wissenschaftlicher u. technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Gründe für den Schutz selten gewordener Ackerwildpflanzen sind deren Bedeutung sowohl für die tierische und pflanzliche Artenvielfalt als auch für das Landschaftsbild (Heydemann 1983, Hofmeister & Garve 1998). Ackerwildpflanzen sind Nahrungsgrundlage und Habitat für zahlreiche Konsumenten der Agrarökosysteme (Edwards et al. 1999, Marshall et al. 2003). Deshalb ist die Vielfalt der Ackerwildpflanzen eng mit der Biodiversität von Ackerbaugebieten korreliert (Duelli & Obrist 1998, Albrecht 2003). Darüber hinaus könnten einzelne Taxa zu wichtigen Ressourcen für heute vermeintlich unbedeutende Pflanzeninhaltsstoffe werden. Nicht zuletzt sind reich ausgeprägte Wildpflanzenformationen – ähnlich wie die im Naturschutz viel beachteten Kalk- und Sandmagerrasen – ein wichtiger Bestandteil der mitteleuropäischen Kulturlandschaft (Hüppe 1987).

Ein wesentlicher Grund für den Schutz und die Entwicklung lokaler Bestände von Ackerwildpflanzen ist deren Anpassung an die regionalen Standortverhältnisse. Keller & Kollmann (1998) konnten regionale Adaptation nachweisen auch bei Ackerwildpflanzen, die mit dem Getreide vor Einführung einer regelmäßigen Saatgutreinigung über große Entfernungen gehandelt und mit dem Saatgut der Kulturpflanzen ausgebracht wurden. Auch bei noch relativ häufigen Arten, wie dem Klatschmohn, sind die innerartliche Variation (und die genetische Verarmung infolge der Intensivierung der Ackernutzung!) erheblich, wie Hammer & Hanelt (1980) am Beispiel der Populationen zweier Gebiete in Ostdeutschland und Polen zeigen konnten. Bei Einbringen gebietsfremder Populationen ist mit negativen Effekten für lokale Restpopulationen und assoziierte Organismen zu rechnen (Keller & Kollmann 1999, Keller et al. 1999, 2000) Die Autoren empfehlen deshalb insbesondere bei der Übertragung seltener und gefährdeter Arten die Verwendung lokaler Populationen (Kollmann & Keller 2001).

In den seit mehr als 25 Jahren durchgeführten Tagungen zum Schutz der Ackerwildpflanzen, die auf einen in der früheren DDR begründeten Arbeitskreis zurückgehen, wird die Thematik der Wiederansiedlung von Ackerwildpflanzen von Botanikern regelmäßig diskutiert. Es besteht Einigkeit, dass eine Ansaat nur mit regionalem Saatgut und bei entsprechender Dokumentation erfolgen sollte (van Elsen 1997). Sämtliche dort diskutierten Gesichtspunkte werden in dem hier verfolgten Versuchsansatz aufgegriffen und berücksichtigt.

### **Bewirtschaftungssysteme zur Erhaltung seltener Ackerwildpflanzen**

Der Ökologische Landbau begünstigt die Erhaltung seltener und gefährdeter Arten (van Elsen 1989, 1996, Wolff-Straub 1989, Friebe 1998), und vielerorts ist das typische Artenspektrum historischer Agrarlandschaften nur noch auf ökologisch bewirtschafteten Flächen zu finden (Manthey 2003). Weniger bekannt ist allerdings, wie sich einzelne Bewirtschaftungsmaßnahmen innerhalb dieses Systems auswirken. Beispielsweise verringerte sich durch Anbau von Klee gras der Samenvorrat auch in ökologisch bewirtschafteten Böden um 39 %, also deutlich mehr als in konventionell bewirtschafteten Flächen mit Herbizidbehandlung (Albrecht 2005). Da solche negativen Auswirkungen auch bei seltenen Arten auftreten können, werden in der vorliegenden Studie entsprechende Versuche durchgeführt. Auch die Frage, wie sich ein durch Herbizideinsatz verarmtes Artenspektrum nach der Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung durch gezielte Maßnahmen aufwerten lässt, kann bisher nicht praxistauglich beantwortet werden (van Elsen & Godt 2000, van Elsen & Hotze 2003).

Das Projekt versteht sich nicht als Konkurrenz zum von Schumacher (1980) entwickelten Konzept der Ackerrandstreifenprogramme, die die Erhaltung bestehender Vorkommen zum Ziel haben, aber, wie bereits dargelegt, keine nachhaltige Verbesserung der Situation bewirkt haben. Die Ackerwildpflanzen und die mit ihnen assoziierte Tierwelt sind deshalb heute stärker bedroht als je zuvor (van Elsen et al. 2006). Vor diesem Hintergrund wurde in den letzten Jahren das Konzept der „Schutzäcker“ entwickelt. Ziel dieses Konzeptes war es, das Arteninventar von bundesweit mindestens 100 besonders artenreichen Äckern „langfristig“ zu sichern. Auf ihnen wird eine auf die Erhaltung und Förderung der Ackerwildkräuter ausgerich-

tete Bewirtschaftung vertraglich oder durch rechtliche Sicherheiten garantiert. Die Betreuung der Schutzäcker durch einen Ansprechpartner vor Ort (etwa Landschaftspflege- oder Naturschutzverband) sollte gegeben sein. Im Gegensatz zu den Randstreifen hat dabei der Artenschutz auf der gesamten Ackerfläche Vorrangfunktion. So werden Abgrenzungsprobleme durch divergierende Nutzungsziele innerhalb einer Bewirtschaftungseinheit vermieden. Es werden noch vorhandene, regional typische Bestände der Adonisröschen-, Lämmersalat-, Sandmohn- und Weinbergslauch-Gesellschaft in ihrem naturräumlichen und bewirtschaftungsgeschichtlichen Kontext erhalten und im Rahmen eines bundesweiten Netzes gesichert (Meyer et al. 2008). Generell ist das Schutzacker-Konzept durch den Verzicht auf Herbizide und eine reduzierte Stickstoff-Düngung auch gut mit den Richtlinien des ökologischen Landbaus vereinbar. Da eine spezifische Anpassung von Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung und mechanischer Beikrautregulierung auf das Schutzziel Ackerwildkräuter auch tiefgreifende Einschränkungen bei der Bewirtschaftung bedeuten, ist dieses Instrument aber nur zur Erhaltung einzelner, überregional bedeutender Bestände geeignet. Diese könnten wiederum sehr gut als Spenderflächen für die Ausbringung seltener Arten in Ökobetriebe dienen.

Häufig genannte Ziele bei der Anlage von „Buntbrachen“ und „Blühstreifen“ sind die Erhöhung des Nahrungsangebotes für blütenbesuchende Insekten, eine generelle Verbesserung der Habitatqualität für die Tierwelt, die Förderung von Nützlingen, die Unterdrückung schädlicher „Unkräuter“ und eine Erhöhung der Attraktivität des Landschaftsbildes. Hierfür werden in der Regel Mischungen attraktiv blühender Kulturpflanzen wie Phacelia, Esparsette, Malve oder Sonnenblume verwendet (Keller & Kollmann 1998, van Elsen & Hotze 2008). Da diese Maßnahmen oft mit dem Segetalartenschutz um Flächen und Fördermittel konkurrieren, sind sie für den Schutz der Ackerwildpflanzen eher von Nachteil. Da die Anlage der Blühstreifen in der Regel erst im Frühjahr erfolgt, wird dadurch besonders die Entwicklung winterannualer Arten, zu denen die meisten seltenen Ackerwildpflanzen gehören, verhindert (van Elsen 1994). Zudem unterdrücken solche Mischungen die Wildkräuter teilweise noch effektiver als Ackerkulturen (Hotze & van Elsen 2006). Gelegentlich werden auch attraktiv blühende Ackerwildpflanzen wie Kornblume, Kornrade oder Mohn mit eingebracht. Problematisch ist dies, wenn Saatgut unbekannter Herkunft Verwendung findet (Kollmann & Keller 1998). Dies kann – wie oben bereits angedeutet – zu einer Vermischung mit heimischen Populationen und zu einer Nivellierung der intraspezifischen Diversität führen (Kollmann & Keller 2001). Zur Integration des Ackerwildkrautschutzes in Ansaat-Blühstreifen-Programme wurde ein zwischen verschiedenen Schutzinteressen abgestimmtes Positionspapier erarbeitet (van Elsen & Loritz 2013).

Wenn seltene Arten in einem Naturraum zwar noch vorkommen, deren Restvorkommen aber durch Intensivierung der Bewirtschaftung oder Baumaßnahmen bedroht sind, bietet eine naturrauminterne Übertragung auf Ackerstandorte mit günstigeren Lebensbedingungen eine Überlebenschance für die gefährdeten Populationen. Gegenüber einer *ex situ* Erhaltungskultur in Genbanken und botanischen Gärten hat dies den Vorteil, dass die übertragenen Populationen zusammen mit anderen Wildpflanzen bei regulärer ackerbaulicher Nutzung gedeihen und so der historisch gegebenen Selektion ausgesetzt sind. Entsprechende Ergebnisse eigener Voruntersuchungen und die Ansätze anderer Arbeitsgruppen werden im folgenden Kapitel vorgestellt.

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass mit dem Konzept der Schutzäcker ein Netzwerk von Ackerflächen mit überregional bedeutsamer Artenausstattung realisierbar ist, das in Zukunft wesentlich zur Erhaltung von Restpopulationen an ihren ursprünglichen Standorten beitragen kann. Da die langfristige Bewirtschaftung dieser Artenschutz-Vorrangflächen aufwändig und kostenintensiv ist, wird deren Umfang auf wenige sehr kleine Flächen beschränkt bleiben. Was bislang fehlt, ist ein Konzept, das die Erhaltung seltener Ackerwildpflanzen auch außerhalb dieser kleinen Reservate im Rahmen eines praxisüblichen Bewirtschaftungsverfahrens ermöglicht. Flächen des ökologischen Landbaues sind aufgrund limitierter Möglichkeiten der Nährstoffversorgung und des Pflanzenschutzes hierfür besonders

geeignet. Wenn sichergestellt wird, dass Verfahren der nicht-chemischen „Beikrautregulierung“ nicht über das übliche Maß hinaus angewendet werden, vermag die ökologische Bewirtschaftung die Erhaltung der Ackerwildpflanzen-Arten mit hoher Wahrscheinlichkeit langfristig und nachhaltig zu garantieren, wenn geeignete Verfahren zur Übertragung und Wiederansiedlung entwickelt werden.

Neben der Eignung des Bewirtschaftungssystems ist für die langfristige Erhaltung seltener Ackerwildpflanzen der erfolgreiche Transfer von Diasporen aus den Spenderflächen in die ökologisch bewirtschafteten Äcker eine wesentliche Voraussetzung. Deshalb wird im Folgenden der bisherige Wissensstand zum Diasporentransfer seltener Ackerwildpflanzen zusammengefasst. Da die Ausbringung von seltenen Ackerwildpflanzen an vermeintlich geeignete Standorte keineswegs eine erfolgreiche Etablierung garantiert (Rodi 1986), wurden an beiden Projektstandorten Voruntersuchungen durchgeführt.

In Süddeutschland, wo in den letzten Jahrzehnten viele Standorte seltener und gefährdeter Arten verlorengegangen sind, wurden diese Versuche in den Naturräumen südliche **Frankenalb und Münchner Ebene** durchgeführt. Spenderflächen waren das vom Heideflächenverein Münchner Norden e.V. im Jahr 1999 eingerichtete und unterhaltene Feldflorenereservat Kastnergrube (Lkr. Freising) und die von der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Eichstätt betreuten Schutzäcker am Pfeimberg bei Titting (Sieben & Otte 1992). Die Populationen wurden auf maximal 20 km entfernte Äcker eines Bioland-Betriebes bei Pulling (Lkr. Freising) bzw. auf die Naturland-Betriebes in Bieswang (Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen) übertragen. Die Samen wurden im Sommer 2007 gesammelt. Im Herbst 2007 wurden auf die Zielflächen der Münchner Ebene (zwei Parzellen von je 100 m<sup>2</sup>) kurz nach der Aussaat von Winter-Roggen Samen von Nacht-Lichtnelke (*Silene noctiflora*), Feld-Rittersporn (*Consolida regalis*) und Acker-Steinsame (*Lithospermum arvense*) ausgebracht. Um den Humusgehalt zu erhöhen und die Durchwurzelung des Ackerbodens zu verbessern, hatte der Betrieb zuvor schon eine Mischung aus Gras- und Kleearten sowie Wiesenkräutern (Braun et al. 2009) gesät. Dieser Bestand aus Roggen mit einer Feldfutter-Untersaat erreichte 2008 eine Bodenbedeckung von fast 100 %. Bei den Vegetationsaufnahmen konnten nur in einer der beiden Parzellen drei Exemplare von *Consolida regalis* gefunden werden, am anderen Standort wurden keine der gesäten Arten nachgewiesen. 2009 wurde die 2007 gesäte Futtermischung in beiden Parzellen Hauptfrucht. Dort war keine der eingesäten Arten mehr zu finden. Die Beobachtungen zeigen, dass stark deckende Untersaaten die Etablierung seltener Ackerwildkräuter fast vollständig verhindern können.

Auf die Versuchsfläche der südlichen Frankenalb (100 m<sup>2</sup>) wurden unmittelbar nach der Saat von Winter-Spelzweizen *Silene noctiflora*, *Consolida regalis*, Acker-Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*), Finkensame (*Neslia paniculata*), Rispen-Lieschgras (*Phleum paniculatum*), Gezählter Feldsalat (*Valerianella dentata*), *Lithospermum arvense* und Weinbergslauch (*Allium vineale*) eingesät (Mayer et al. 2012). In 2008 konnte sich *C. regalis* und *M. arvense* gut etablieren, während *L. arvense*, *S. noctiflora* und *P. paniculatum* nicht oder nur in geringen Individuenzahlen auftraten. In der Klee-Gras-Phase waren nur wenige blühende Exemplare der Zielarten zu finden. 2010 etablierten sich dagegen individuenreiche Bestände von *L. arvense* und *M. arvense*, und auch *S. noctiflora* und *P. paniculatum* zeigten einen guten Etablierungserfolg. *V. dentata* und *A. vineale* konnten allerdings noch nicht nachgewiesen werden. Daraus ergeben sich Hinweise, dass Klee-Gras-Gemenge für die eingebrachten Wildpflanzen zwar kritisch sind, jedoch bei geeigneter Fruchtfolge und günstigen Bewirtschaftungs- und Umweltbedingungen eine erfolgreiche Wiederansiedlung trotzdem ermöglichen.

Aus diesen Voruntersuchungen lässt sich eine Reihe von Einflussfaktoren auf den Etablierungserfolg seltener Ackerwildkräuter ableiten, welche in dem nachfolgend dargestellten Versuchskonzept ihren Niederschlag finden. Stark negativ wirkende Faktoren wie die Verwendung von Untersaaten in Getreide wurden deshalb von vornherein aus dem Versuchskonzept ausgeschlossen.



Weitere Versuche wurden von der AG Kassel-Witzenhausen im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz geförderten E+E-Vorhabens „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau“ auf der **Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen bei Kassel** durchgeführt (2006–2010). Infolge intensiver jahrzehntelanger Vornutzung (Herbizideinsatz) waren die ertragreichen Ackerflächen der Domäne Frankenhausen floristisch stark verarmt. Die seit der Umstellung 1998 auf Ökologischen Landbau durchgeführte jährliche Kartierung auf Dauerbeobachtungsflächen belegte, dass in mehr als zehn Jahren nahezu keine Zunahme standorttypischer Ackerwildkräuter zu verzeichnen war. Als Strategie zur Etablierung von Ackerwildkräutern wurde die Initialsaat durch die Anlage von Blühstreifen mit Ackerwildpflanzensaatgut auf den verschiedenen Schlägen der Domäne gewählt. Mischungen mit unterschiedlichen Saatstärken und Arten wurden zusammengestellt und ausgebracht. Die Blühstreifen lagen in den Schlägen oder dienten zur Unterteilung von Schlägen und Kulturen. Selten befand sich ein Blühstreifen am Ackerrand.

Die autochthone Herkunft des Ackerwildpflanzen-Saatgutes wurde durch das Sammeln von Ausgangssaatgut im Umkreis von 50 km gewährleistet. Hier wurden bewusst auch Arten einbezogen, die auf dem Lößstandort Frankenhausen nicht zu erwarten waren. Da früher diese Arten durch Saatgutverunreinigung ausgebreitet worden sein müssen, erschien es interessant, ob sich diese Arten unter den heutigen Bedingungen des Ökologischen Landbaus neu zu etablieren vermögen. Die Vermehrung der Ackerwildkräuter für die Ansaat in Blühstreifen erfolgte auf Flächen der Domäne. Die Förderung von Vertebraten und Invertebraten war eine erwünschte Begleiterscheinung.

Die Anlage der ersten Blühstreifen wurde mit schon zu Projektbeginn zur Verfügung stehendem Kornraden-Saatgut (*Agrostemma githago*) vorgenommen. Die Kornrade ist aufgrund ihrer Biologie (geringe Dormanz) unter den Ackerwildkräutern ein Sonderfall und auf die andauernde Ansaat durch den Menschen angewiesen. Durch Wiederholungsaufnahmen in Bereich von ehemaligen Kornrade-Blühstreifen sollten Erfahrungen über das Verhalten und die langfristige Kontrolle dieser Art nach Ansaat gesammelt werden. Aufgrund kurzfristiger Änderungen der Fruchtfolgeplanung kam es zu Problemen in Folgekulturen, und das ursprüngliche Kornraden-Blühstreifen-Konzept wurde nicht weitergeführt; stattdessen wurden einige Kornraden-Versuche auf Flächen des Feldversuchswesens durchgeführt.

Durch das Ausbringen von Ackerwildkräutern autochthoner Herkunft in Blühstreifen mit verschiedenen Mischungen und Aussaatstärken sollten Anhaltspunkte für geeignete Blühstreifen-Mischungen gewonnen werden. Ziel war es, Mischungen zu finden, bei denen die angesäten Ackerwildkräuter einen möglichst hohen Deckungsgrad erreichen und der Anteil an zur Entwicklung kommenden bodenbürtigen „Un“kräutern möglichst gering ist. Die Ermittlung des Wachstums und der Konkurrenzkraft der Ackerwildkräuter gegenüber bodenbürtigen „Un“kräutern diente als Grundlagenwissen zur Konzeption weiterer Blühstreifen mit Ackerwildkräutern. Durch den farblichen Blühaspekt der Streifen sollte die Landschaft auch in ästhetischer Hinsicht aufgewertet werden.

Ziel war die langfristige Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern durch die Anlage von Ackerwildkraut-Blühstreifen als Initialsaat. Grundlage für die Anlage von Blühstreifen mit Ackerwildkräutern autochthoner Herkunft ist das Vorhandensein ausreichender Saatgutmengen und damit die Vermehrung der Arten. Die vegetationskundlichen Begleituntersuchungen umfassten die vergleichende Kartierung der Segetalflora in den angelegten Blühstreifen und angrenzenden Flächen. Eine Erfolgskontrolle der Bemühungen zur Ansiedlung von Ackerwildkräutern durch das 2010 abgeschlossene E+E-Vorhabens steht noch aus. Da jährlich nur etwa ein Drittel der über 300 ha Ackerflächen der Domäne mit Wintergetreide bestellt werden, die für die eingebrachten Zielarten gute Entwicklungsbedingungen bieten, ist eine Überprüfung des Ansiedlungserfolgs relativ aufwändig.

Auch im Rahmen eines Vorhabens „Ackerwildkräuter“ der **Stiftung Rheinische Kulturlandschaft** werden Samen seltener Arten gesammelt und naturraumspezifisch vermehrt. Das

Erntegut wird dann auf ausgewählten Äckern mit günstigen Bewirtschaftungs- und Umweltbedingungen wieder eingesät (Stiftung Rheinische Kulturlandschaft 2010). Eine geeignete Fruchtfolge und Bodenbearbeitung, die Einschränkung von Pflanzenschutz und Düngung, verspäteter Stoppelumbruch sowie Saat des Getreides mit doppeltem Reihenabstand sichern die Erhaltung der Arten langfristig. Nach Angaben von Birgit Lind (Stiftungsgeschäftsstelle, pers. Mitt.) war die Methodik der Saatgutgewinnung, Vermehrung, Ausbringung und die Ackerbewirtschaftung bis Juni 2010 noch nicht genauer verifiziert, und es gab bis dato auch keine konkreten Projekte. Zum damaligen Planungsstand waren auch keine ökologisch wirtschaftenden Betriebe involviert.

Als Beispiel für eine Initiative, die in großem Umfang „standortunabhängig“ Saatgut von Ackerwildkräutern vertrieben hat, sei die **Aktion: Rettet die Ackerwildblumen** des Vogel- und Naturschutzvereins Königshofen in Baden-Württemberg vorgestellt. Das Projekt begann 1983 mit der Vermehrung weniger Kornrade-Samen aus Polen. Seither werden auf mehreren angepachteten Feldern (1996: acht Felder, insges. 2 ha; Schad, schr. Mitt.) Ackerwildkräuter angebaut und *Agrostemma githago*, *Centaurea cyanus* und *Papaver rhoeas* per Mähdrescher, andere Arten (*Adonis aestivalis*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris* u.a.) von Vereinsmitgliedern per Hand geerntet (Schad 1989). "Damit auch unsere Kinder wieder Ackerwildblumen kennenlernen, ja vielleicht sogar einen Strauß pflücken können, und sei es nur im Hausgarten", wurden "über 4000 kg dieser Sämereien an über 50.000 Naturfreunde, Vereine und Schulen kostenlos in alle Welt versandt. Zwischenzeitlich haben wir alle Erdteile, genauer: 32 Länder der Erde wie Brasilien, Ecuador, USA, Kanada, Südafrika, Israel, Australien, Japan, sowie das gesamte europäische Ausland mit unseren Sämereien bedient." Stand 1996: über 10 t, die an über 150.000 Interessenten kostenlos abgegeben wurden (P. Schad, schr. Mitt. 1996). Die große Nachfrage wurde durch zahlreiche Berichte in Illustrierten, auch in Funk und Fernsehen, ausgelöst, die Aktion mittlerweile ins Guinness-Buch der Rekorde eingetragen, der Verein für "seinen unermüdlichen Einsatz für die Natur" mehrfach ausgezeichnet (Schad 1989). Die 3000-Einwohner-Gemeinde Königshofen nutzte die Aktion, die durch Spenden, Mitgliedsbeiträge und Unterstützung örtlicher Unternehmen getragen wurde, zur touristischen Werbung als „Stadt der Ackerwildblumen“.

Während hier weder ein Anspruch auf Regionalität des Saatguts noch das Ziel der langfristigen Etablierung der Einsaaten auf Ackerflächen bestand, gibt es weitere **praxisorientierte Versuche zur Etablierung von Ackerwildkräutern durch Ansaat in Sachsen und Rheinland-Pfalz**. Seit 2005 entstanden im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) und dem Deutschen Verband für Landschaftspflege (DVL e.V.) zielgerichtet Grünflächen unter verschiedenen Rahmenbedingungen. Die Ansaaten dienten vorwiegend dem Erosionsschutz, der Renaturierung und als ökologische Aufwertungen. Allen gemeinsam war die Verwendung von gebietsheimischen Diasporen der jeweils näheren Umgebung. Die Projekt-Flächen stehen nun als Referenzobjekte zur Verfügung (Schubert o.J.). Wenngleich der Fokus bei der Initiierung der Produktion und Verwendung von gebietsheimischem Saat- und Pflanzgut in Sachsen auf der Etablierung artenreicher Grünlandflächen lag und nach wie vor liegt, wurde vereinzelt auch mit Übertragung von Ackerwildkräutern von artenreichen Spenderflächen auf artenarme Zielflächen experimentiert. Dazu wurde von Hand und mit Sensen selektiv der Aufwuchs einer Brachfläche gewonnen und das Schnittgut auf der Zielfläche ausgebracht (Schubert, mdl. 2009).

Ein weiterer Praxisansatz ist aus Rheinland-Pfalz bekannt. Albert Oesau, langjähriger Initiator und Betreuer von Ackerrandstreifen, hatte nach dem weitgehenden Zusammenbruch der Ackerrandstreifenprogramme in diesem Bundesland damit begonnen, auf dem Betrieb eines Landwirts Saatgut von früheren Ackerrandstreifen zu sammeln und auf etwa 1 m<sup>2</sup> kleinen Beeten in Reinkultur zu vermehren (Oesau & Kussel 2011). Das Erfahrungswissen aus den o.g. Bestrebungen wurde durch Besuch und Befragung ihrer Initiatoren einbezogen.

### 3 Teilprojekt Freising

#### 3.1 Versuchsfragen

Im Teilprojekt Freising wurde untersucht, unter welchen Bedingungen seltene Ackerwildpflanzen auf Ökobetrieben erfolgreich wiederangesiedelt werden können. Folgende Versuchsfragen waren Gegenstand des Vorhabens:

1. Welchen Einfluss hat die Aussaatdichte der Ackerwildpflanzen auf ihre Ansiedlung?
2. Welchen Einfluss haben Aussaatzeitpunkt der Ackerwildpflanzen und die Deckfrucht im Ansaatjahr auf die Ansiedlung?
3. Welchen Einfluss haben Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Aussaatstärke der Deckfrucht auf die Ansiedlung?
4. Wie entwickelt sich die Bodensamenbank der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen?
5. Wie verläuft die Wiederansiedlung und Ausbreitung der Ackerwildpflanzen auf Praxisbetrieben?
6. Welchen Einfluss haben die Ackerwildpflanzen auf den Ertrag der Kulturart?

Abbildung 2 zeigt, welche Einflussgrößen auf die Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern im Rahmen der verschiedenen Parzellenversuche getestet wurden (Fragen 1 bis 3).

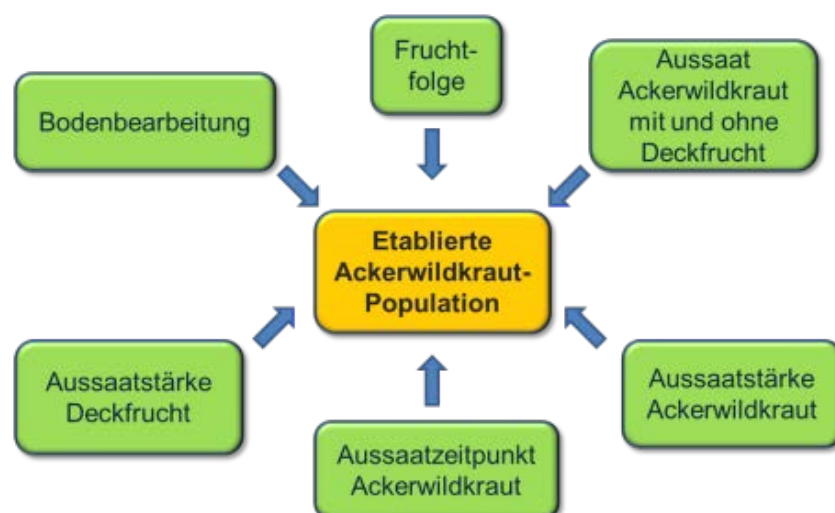


Abb. 2: Untersuchte Einflussgrößen auf die Wiederansiedlung seltener Ackerwildpflanzen

Das Forschungsprojekt war auf die Umsetzung der Wiederansiedlungsmaßnahmen auf Ökobetrieben ausgelegt. Daher wurden zusätzlich zu den Parzellenversuchen On-Farm-Versuche auf vier Praxisbetrieben durchgeführt. Diese Versuche sollten zeigen, welche Etablierungserfolge bei Wiederansiedlungen unter verschiedenen Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen (unterschiedliche Fruchtfolgen und Bodenbearbeitung) zu erwarten sind.

Im Teilprojekt Freising wurden umfassende vegetationskundliche und populationsökologische Erhebungen im Untersuchungszeitraum Herbst 2011 bis Herbst 2014 durchgeführt. Davon werden hier nur ausgewählte Ergebnisse dargestellt, die Aufschluss darüber geben, wie sich die Zielarten unter unterschiedlichen Bewirtschaftungsbedingungen auf Biobetrieben etablieren lassen. Informationen zu weiteren Daten und Auswertungen sind bei den Mitarbeitern des Projektteams (Kontakt Daten auf S. 2) zu erhalten. An dieser Stelle sei auch auf weiterführende Studentarbeiten und Veröffentlichungen (s. Kap. 8) hingewiesen.

## 3.2 Material und Methoden

### 3.2.1 Beschreibung der Zielarten, Saatgutgewinnung und -ausbringung

#### Drei winterannuelle Ackerwildpflanzen als Zielarten

Als Zielarten für den Wiederansiedlungsversuch wurden die drei Ackerwildpflanzenarten *Consolida regalis* Gray (Acker-Rittersporn), *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix (Echter Frauenspiegel) und *Lithospermum arvense* L. (Acker-Steinsame) ausgewählt (Abb. 3). Alle drei Arten kamen früher in der Münchner Schotterebene vor, waren auf den Versuchsfeldern jedoch vor Anlage der Versuche im Herbst 2011 nicht mehr vorhanden<sup>1</sup>. Es handelt sich um überwiegend winterannuelle Segetalarten, die bevorzugt in Wintergetreide auf mäßig trockenen, kalkhaltigen Böden vorkommen (Schneider et al. 1994, Kästner et al. 2001). Des Weiteren sind ihnen Kältekeimung und das Fehlen effektiver Ausbreitungsmechanismen gemein (ebd.). In Bayern gelten die drei Arten als gefährdet (Rote Liste Bayern 3; StMUGV 2005); *C. regalis* und *L. speculum-veneris* auch deutschlandweit (Rote Liste Deutschland 3; Korneck et al. 1996). Albrecht (1989) stellte auf mehreren Aufnahmeflächen in Bayern einen signifikanten Rückgang der Arten fest; nach Schneider et al. (1994), Holzner & Glauninger (2005) und Epperlein et al. (2014) ist die Konkurrenzkraft gegenüber Kulturpflanzen gering.

*Legousia speculum-veneris* gehört zur Familie der Campanulaceae (Glockenblumengewächse) und gilt in Mitteleuropa als Archäophyt (Schneider et al. 1994). Das Verbreitungsgebiet ist auf Europa begrenzt und erstreckt sich von Nordostspanien bis nach Anatolien. Deutschland liegt im nordöstlichen Arealrand und wird schwerpunktmäßig im Westen und Süden besiedelt (ebd.). Der Wuchs von *L. speculum-veneris* ist aufrecht, teils verzweigt, mit Höhen bis zu 70 cm im Getreide (Kästner et al. 2001). Die Art blüht dunkel-violett zwischen Juni und August, ist insekten- und selbstbestäubt und produziert Kapseln mit vielen kleinen Samen (TKG: 0,22–0,28 g, Keimfähigkeit vermutlich mehrere Jahre; ebd.). Die Ursachen des Rückgangs sind vor allem späte Saattermine, hohe Dichten der Kulturpflanzen und zunehmender Herbizideinsatz (Schneider et al. 1994).

*Consolida regalis* (Familie Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse) gilt, wie *L. speculum-veneris*, in Mitteleuropa als Archäophyt. Das Areal erstreckt sich von Europa bis nach Westsibirien (Kästner et al. 2001). Die Art wird mit ihrem aufrechten Wuchs und zahlreichen Seitenästen ca. 20–40 cm hoch (ebd.). Sie bildet zwischen Mai und August violette, zygomorphe Blüten, die vor allem von Bienen besucht werden. Eine Balgfrucht enthält mehrere Samen (TKG 0,98–1,80 g), die bis zu 11 Jahre keimfähig bleiben können (ebd.). Laut Günter (1997) spielen verstärkter Herbizid- und Düngeinsatz sowie die Aufgabe von Grenzertragsflächen als Gefährdungsursachen eine besondere Rolle.

*Lithospermum arvense*, aus der Familie der Boraginaceae (Rauhblattgewächse), ist in der meridionalen bis borealen Klimazone Eurasiens verbreitet und kommt in ganz Deutschland vor, im Nordwesten allerdings nur lückenhaft (Schneider et al. 1994, Schmeil & Fitschen 2006). Die Pflanze ist borstig behaart, selten basal verzweigt und kann bis zu 60 cm hoch werden. Zwischen März und Juli werden kleine weiße Blüten gebildet, die sowohl fremd- als auch selbstbestäubt werden. Eine Pflanze entwickelt ca. 150–200 Klausenfrüchte, die bis etwa sieben Jahre keimfähig bleiben (TKG: 3,0–6,0 g; Kästner et al. 2001). *L. arvense* galt erst nach 1950 als rückläufige Art; laut Schneider et al. (1994) und Kästner et al. (2001) zählen vor allem die Aufgabe roggenspezifischer Fruchtfolgen und die Verdichtung von Getreidebeständen zu den Rückgangsursachen.

---

<sup>1</sup> Auf jedem Versuchsfeld wurden am Feldrand sowie im Feldinneren auf 2 m x 50 m Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet durchgeführt. Dadurch sollte festgestellt werden, ob die Zielarten bereits auf der Fläche vorhanden waren.



Abb. 3: Zielarten des Wiederansiedlungsversuchs in Blüte (oben) und fruchtend (unten). Links: *Consolidida regalis* (Acker-Rittersporn), Mitte: *Legousia speculum-veneris* (Echter Frauenspiegel), rechts: *Lithospermum arvense* (Acker-Steinsame); Juli 2013.<sup>2</sup>

### Gewinnung von autochthonem Saatgut

Sowohl die Saatgutgewinnung als auch dessen Ausbringung fand in dem Naturraum Münchner Ebene statt. Somit handelte es sich um rein autochthones Saatgut. Die Saatgutgewinnung fand im Juli und August 2011 im Feldflorareservat „Kastner Grube“ (Lkr. Freising, Bayern) statt. Folgende Beobachtungen konnten dort zum optimalen Erntezeitpunkt gemacht werden: *C. regalis* sollte am besten geerntet werden, wenn die Stängel der Pflanze vergilben und die Blätter völlig trocken sind. Ist auch der Stängel bereits vollständig getrocknet, enthalten die Kapseln nur noch wenige Samen. Für *L. arvense* konnten ähnliche Beobachtungen gemacht werden; auch hier waren an völlig vertrockneten Exemplaren nur noch wenige Samen vorhanden.

Die Ernte des Basissaatguts erfolgte mit Gartenschere, wobei die gesamte Pflanze geerntet wurde. Im Anschluss daran wurde das Erntegut auf einem Anhänger ausgebreitet und in einer Lagerhalle luftgetrocknet. Das trockene Erntegut wurde anschließend gedroschen und gereinigt. Bei der Reinigung wurde das Saatgut anhand des Gewichts von Rückständen getrennt. Die Menge an Saatgut von *L. arvense* betrug nach der Reinigung 3,8 kg, von *C. regalis* etwa 1,0 kg. Autochthones Saatgut von *L. speculum-veneris* konnte vom Saatgutvermehrer Krimmer in Pulling (Lkr. Freising, Bayern) bezogen werden. Das Tausendkorngewicht lag für *Legousia speculum-veneris* bei 0,235 g, für *Consolidida regalis* bei 1,175 g und für *Lithospermum arvense* bei 6,256 g. Die Keimfähigkeit des Saatgutes wurde vor der Aussaat im

---

<sup>2</sup> Alle Fotos in diesem Bericht stammen von den Verfassern.

Labor getestet<sup>3</sup>; sie betrug bei *L. speculum-veneris* 84 %, bei *C. regalis* 73 % und bei *L. arvense* 79 %.

### **Aussaat der Ackerwildpflanzen**

Die Aussaat der Zielarten erfolgte per Hand. Dabei wurden die Samen mit Sojaschrot vermengt und auf die Bodenoberfläche gestreut. Die Sojaschrotmenge betrug 0,75 l pro Versuchsplot, was einem Nährstoffeintrag von 70 kg N ha<sup>-1</sup> entspricht. Mit Ausnahme des Saatstärkeversuchs wurden die drei Zielarten in einer Mischung mit 850 Samen m<sup>-2</sup> ausgebracht, d.h. 150 Samen m<sup>-2</sup> von *L. arvense*, 200 Samen m<sup>-2</sup> von *C. regalis* und 500 Samen m<sup>-2</sup> von *L. speculum-veneris*. Das Mischungsverhältnis (1 : 1,3 : 3,3) orientiert sich an der Tausendkornmasse der Ackerwildkräuter und sollte allen drei Arten gleiche Etablierungschancen gewähren. Im Saatstärkeversuch wurden zehn Aussaatstärke-Klassen unterschieden, mit 5–10.000 Samen m<sup>-2</sup>. Dabei wurden die drei Zielarten jeweils in Reinsaat und zusätzlich in dem oben genannten Mischverhältnis ausgebracht.

## **3.2.2 Versuchsstandorte**

### **Fünf Biobetriebe in der Münchner Schotterebene**

Die Feldversuche fanden im Naturraum Münchener Ebene (Meynen et al. 1953–1962) statt, der nach Wittmann (1983) auch als „Münchner Schotterebene“ bezeichnet wird. Die Versuchsflächen befanden sich auf fünf ökologisch bewirtschafteten Betrieben. Dementsprechend wurden in den Versuchen keine Herbizide und keine synthetischen Dünger eingesetzt.

Auf dem Gewann „Bäckerinnung“ der Seidlhof-Stiftung (48°07′ N; 11°25′ O, Gemeinde Gräffelfing) fanden zwischen Herbst 2011 und Herbst 2014 Parzellenversuche statt, um den Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmethoden auf die Ansiedlung der Ackerwildpflanzen zu untersuchen. Dieser Naturland-Betrieb hatte bereits in den 80er Jahren auf ökologische Bewirtschaftung umgestellt.

Um die Wiederansiedlung der Ackerwildpflanzen bei betriebsüblicher Bearbeitung zu untersuchen, wurden auf vier weiteren Biobetrieben On-Farm Versuche angelegt. Die Betriebe Zorneding (48°05′ N; 11°48′ O) und Fürstenfeldbruck (48°11′ N; 11°13′ O) gehören zum Anbauverband Naturland und sind seit 1992 bzw. ca. 1995 auf ökologische Bewirtschaftung umgestellt. Riem (48°09′ N; 11°39′ O, Stadtgebiet München) und Mintraching (48°19′ N; 11°40′ O, Gemeinde Neufahrn bei Freising) gehören zum Anbauverband Bioland und wurden 1996 bzw. 2009 umgestellt.

### **Kalkhaltige Böden mit geringer Ertragserwartung**

Die Böden der Münchner Ebene sind von kalkhaltigen Schottern geprägt. Auf den Versuchsstandorten herrschen Parabraunerde und Pararendzina mit sandig-tonigem oder schluffigem Lehm vor (Tab. 1). Die Ackerzahlen liegen zwischen 32 (Riem) und 54 (Fürstenfeldbruck) (Bodenschätzung der Bayerischen Vermessungsverwaltung), weshalb das Ertragsniveau niedrig anzusetzen ist. Im Herbst 2011 (vor Versuchsanlage) und im Oktober 2014 fanden auf allen Standorten Bodenuntersuchungen statt. Dafür wurden im Bereich der Versuchsflächen 20 Einzelproben entnommen und zu einer Mischprobe vereint. Die Analyse erfolgte 2011 über die Arbeitsgruppen Bodenphysik, Bodenmonitoring und Humushaushalt, Umwelt-Mikrobiologie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und 2014 über die Bioanalytik des Zentralinstituts für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL) (Tab. 2). Die pH-Werte lagen im Durchschnitt bei 6,9. Die Versorgung mit P und K war vor allem im Jahr 2014

---

<sup>3</sup> Keimbedingungen: Wechseltemperaturen von 5 °C/15 °C; *C. regalis* und *L. arvense* im Dunklen; *L. speculum-veneris* mit Beleuchtung im Nacht-Tag-Zyklus.

knapp; in Gräfelfing lagen die Werte mit 4 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 11 mg K<sub>2</sub>O pro 100 g Boden besonders niedrig. Die C/N Verhältnisse lagen zwischen 9,1 (FFB, 2014) und 12,4 (Riem, 2014).

Tab. 1: Bodentyp, -art und Vorfrüchte der Versuchsstandorte Gräfelfing (Parzellenversuche), Zorneding, Riem, Fürstenfeldbruck und Mintraching (On-Farm-Versuche). Quelle: Standortkundliche Bodenkarte 1:50.000 (<http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do>)

| Versuchsstandort | Bodentyp           | Bodenart                    | Vorfrucht                                    |
|------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| Gräfelfing       | Parabraunerde      | schwach toniger Lehm (Lt2)  | Perser-, Alexandrinerklee, Echter Buchweizen |
| Zorneding        | Parabraunerde      | schwach sandiger Lehm (Ls2) | Kartoffel                                    |
| Riem             | Acker-Pararendzina | mittel sandiger Lehm (Ls3)  | Kartoffel                                    |
| Fürstenfeldbruck | Parabraunerde      | schluffiger Lehm (Lu)       | Klee-Gras                                    |
| Mintraching      | Pararendzina       | mittel toniger Lehm (Lt3)   | Klee-Gras                                    |

Tab. 2: Bodenparameter der Versuchsstandorte Gräfelfing (Parzellenversuche), Zorneding, Riem, Fürstenfeldbruck und Mintraching (On-Farm-Versuche). Bodenproben vom August 2011 und Oktober 2014.

| Versuchsstandort | pH-Wert | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL) [mg/100g Boden] | K <sub>2</sub> O (CAL) [mg/100g Boden] | C <sub>t</sub> [mgC/g] | C <sub>org</sub> [mgC/g] | N <sub>t</sub> [mgN/g] | C/N  |
|------------------|---------|---|--|------------------------|--------------------------|------------------------|------|
| Gräfelfing       |         |   |  |                        |                          |                        |      |
| 2011             | 7,0     | 11  | 17                                     | 32,47                  | 29,69                    | 2,84                   | 10,5 |
| 2014             | 7,1     | 4   | 11                                     | NA                     | 2,39                     | 0,22                   | 10,7 |
| Zorneding        |         |   |  |                        |                          |                        |      |
| 2011             | 7,6     | 29  | 16                                     | 23,21                  | 21,96                    | 2,31                   | 9,5  |
| 2014             | 6,8     | 25  | 23                                     | NA                     | 2,36                     | 0,23                   | 10,3 |
| Riem             |         |   |  |                        |                          |                        |      |
| 2011             | 7,1     | 57  | 23                                     | 76,07                  | 50,29                    | 4,98                   | 10,1 |
| 2014             | 7,3     | 45  | 30                                     | NA                     | 4,60                     | 0,37                   | 12,4 |
| Fürstenfeldbruck |         |   |  |                        |                          |                        |      |
| 2011             | 6,0     | 12  | 15                                     | 15,53                  | 15,53                    | 1,67                   | 9,3  |
| 2014             | 5,9     | 8   | 16                                     | NA                     | 1,37                     | 0,15                   | 9,1  |
| Mintraching      |         |   |  |                        |                          |                        |      |
| 2011             | 7,2     | 79  | 38                                     | 69,73                  | 50,10                    | 4,82                   | 10,4 |
| 2014             | 7,2     | 58  | 47                                     | NA                     | 4,54                     | 0,42                   | 10,8 |

### Klima und Witterung: Abweichungen vom langjährigen Mittel

Die durchschnittliche Jahrestemperatur der Versuchsstandorte liegt im langjährigen Mittel zwischen 8,5 °C (Gräfelfing) und 8,9 °C (Zorneding), der Jahresniederschlag zwischen 830 mm (Mintraching) und 940 mm (Gräfelfing) (Anhang 1-4, Agrarmeteorologie Bayern, [www.wetter-by.de/](http://www.wetter-by.de/)). Die Witterung im Versuchszeitraum (2011–2014) wich teils stark vom langjährigen Mittel ab. Insgesamt waren die Versuchsjahre 2011 und 2012 überdurchschnittlich warm und niederschlagsreich, 2013 und 2014 hingegen moderat. In allen Versuchsjah-



ren waren die Monate Dezember und Januar ungewöhnlich warm, wodurch die winterliche Vegetationsruhe unterbrochen wurde.

Im **Ansaatjahr 2011** folgte auf einen niederschlagsarmen November ein niederschlagsreicher Dezember und Januar. Bis in den Februar hinein traten starke Fröste auf. Das **Jahr 2012** war sehr warm und sonnig mit raschen Temperaturwechselln. Die Niederschlagsbilanz war ausgeglichen und wies viele Regentage auf. Auf einen frühlingshaften Dezember folgte im **Jahr 2013** eine lange, kalte Witterungsphase, die bis Ende März Frost und Schnee mit sich brachte. Kalte Temperaturen und fehlende Sonnenstunden hemmten die Pflanzenentwicklung. Erst ab Mitte April sorgten steigende Temperaturen und ausreichender Niederschlag für gute Keim- und Auflaufbedingungen. Auf einen nassen und stürmischen Juni folgte hochsommerliche, trockene Witterung, die sowohl der Kulturart als auch den Ackerwildpflanzen zusetzte. Das **Jahr 2014** zeichnete sich durch ein überdurchschnittlich warmes Frühjahr aus. In allen Versuchsjahren konnte die Ernte problemlos stattfinden.

### 3.2.3 Versuchsanlage und -design

Von Herbst 2011 bis Herbst 2014 wurden am Standort Gräfelfing drei Parzellenversuche durchgeführt, um den Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmethoden auf die Wiederansiedlung der Ackerwildpflanzen zu bestimmen. Die Aussaat der Kulturart erfolgte mit einer Parzellensämaschine (Hege, Selbstfahrer) mit einer Arbeitsbreite von 1,35 m (für Getreide lag der Reihenabstand bei 11 cm). Im selben Arbeitsgang wurde das Getreide angewalzt. Es wurde keine mechanische Unkrautregulierung durchgeführt. Bis auf eine Hornmehl-Gabe<sup>4</sup> im Frühjahr 2014 kam kein Dünger zum Einsatz.

#### Parzellenversuch: Saatkichte

Optimale Saatkichten für die Wiederansiedlung der Zielarten wurden im Versuchsjahr 2012/13 ermittelt. Das teilweise additive Versuchsdesign umfasste 40 Parzellen (6,0 m x 1,1 m), auf denen Anfang Oktober Winterroggen mit einer Saatstärke von 350 Körnern m<sup>-2</sup> ausgebracht wurde (Anhang 5). Die Ackerwildpflanzen wurden unmittelbar nach der Getreideaussaat pro Parzelle auf einem Kernbereich von 3,0 m x 1,1 m eingesät. Es wurden zehn Aussaatstärkeklassen, mit 5–10.000 Samen m<sup>-2</sup>, unterschieden. Dabei wurden die drei Zielarten auf 30 Parzellen jeweils in Reinsaat und auf zehn Parzellen eine Mischung aus *L. arvense*, *C. regalis* und *L. speculum-veneris* im Verhältnis 1 : 1,3 : 3,3 ausgebracht (Tab. 3).

Tab. 3: Anzahl ausgesäter Samen pro m<sup>2</sup> von *L. arvense* (S), *C. regalis* (R) und *L. speculum-veneris* (L) in Reinsaat und in Mischsaat (Verhältnis 1 : 1,3 : 3,3).

| Aussaatstärkeklasse   |           | 1 | 2   | 3   | 4    | 5    | 6   | 7   | 8    | 9    | 10     |        |
|-----------------------|-----------|---|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|--------|--------|
| Samen m <sup>-2</sup> | Reinsaat  | 5 | 10  | 25  | 50   | 100  | 200 | 500 | 1000 | 5000 | 10.000 |        |
|                       | Mischsaat | S | 0,9 | 1,8 | 4,5  | 8,9  | 18  | 36  | 89   | 178  | 890    | 1780   |
|                       |           | R | 1,2 | 2,3 | 5,8  | 11,6 | 23  | 46  | 116  | 231  | 1157   | 2314   |
|                       |           | L | 2,9 | 5,9 | 14,7 | 29,4 | 59  | 118 | 294  | 587  | 2937   | 5874   |
|                       | Gesamt    |   | 5   | 10  | 25   | 50   | 100 | 200 | 500  | 1000 | 5000   | 10.000 |

<sup>4</sup> Oscorna Hornmehl: Organischer N-Dünger mit 12 % Gesamtstickstoff, 1,5 % Schwefel, 80 % Organische Substanz (gewertet als Glühverlust) chloridarm; am 31.3.14 wurden pro Kernparzelle 250 g ausgebracht.



Die Datenerhebung fand auf 0,25 m<sup>2</sup> großen Plots statt. Der Versuch wurde mit zwei Varianten durchgeführt: Bei Variante 1 wurden sämtliche spontan auftretende Pflanzen entfernt („ohne Begleitvegetation“). Das erste Jäten fand Ende Mai/Anfang Juni statt. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Plots 20 cm über deren Grenze hinweg frei von anderen Arten gehalten. Entsprechende Arten, die in diesem Bereich wurzelten, wurden durch bodennahes Abschneiden entfernt. Bei Variante 2 erfolgte kein Jäten der spontan auftretenden Pflanzen („mit Begleitvegetation“). Für beide Varianten wurden jeweils zwei Plots im Kernbereich (mit Zielarten) und zwei als Kontrolle im Randbereich (ohne Zielarten) innerhalb einer Parzelle eingerichtet. Die Lage der Plots war dauerhaft durch Stäbe im Boden markiert.

### Parzellenversuch: Saatzeitpunkt und Saatverfahren

In den Versuchsjahren 2011/12 und 2012/13 wurde der Einfluss der beiden Faktoren Saatzeitpunkt und Saatverfahren (mit bzw. ohne Deckfrucht) auf die Wiederansiedlung der Zielarten untersucht. Der Versuch wurde im Jahr 2011/12 als 2-faktorielles lateinisches Rechteck angelegt, wobei jede Variante (4 Saattermine x 2 Saatverfahren = 8 Varianten) fünf Mal wiederholt wurde (Anhang 6). In den Varianten mit dem Saatverfahren „mit Deckfrucht“ wurde Roggen der Sorte Danko mit 350 Körnern m<sup>-2</sup> angesät. Jede Parzelle (5,6 m x 8,5 m) bestand aus vier Teilparzellen (1,4 m x 8,5 m). In den beiden mittleren Parzellen (Kernparzellen) wurden die Ackerwildpflanzen per Hand eingesät (vgl. Kapitel 3.2.1). Die vier Saatzeitpunkte (Tab. 4) orientieren sich an dem Anbauspektrum verschiedener Getreidearten, da bei der Umsetzung in die Praxis die Zielarten vom Landwirt zusammen mit dem Getreide ausgebracht werden sollen. Die drei Herbsttermine stehen für den Anbau von Roggen (früh), Dinkel (mittel) und Winterweizen (spät). Der Frühjahrstermin repräsentiert die Aussaat von Sommergetreide, wie beispielsweise Hafer oder Sommertriticale.

Im Jahr 2012/13 wurde der Versuch auf einem benachbarten Ackerschlag wiederholt, um die Ergebnisse aus dem Vorjahr zu ergänzen (Anhang 6). Die Varianten beschränkten sich in diesem Fall auf die Untersuchung verschiedener Saattermine mit Deckfrucht. Der Faktor „Saatzeitpunkt“ wurde um einen weiteren Frühjahrstermin erweitert, da der lokale Saatgutproduzent Krimmer für die Arten *L. speculum-veneris* und *C. regalis* gute Erfolge bei einer Aussaat im Frühjahr nachweisen konnte. Die Anlage entsprach einem einfaktoriellen lateinischen Rechteck (fünf Saattermine) mit je fünf Wiederholungen der Varianten.

Tab. 4: Termine der Ackerwildpflanzen-Aussaat in den Versuchsjahren 2011/12 und 2012/13

|   | 2011/12    | 2012/13    |
|---|------------|------------|
| Saatzeitpunkt: Feldfrucht                             | 23.09.2011 | 02.10.2012 |
| 1. Saatzeitpunkt: Ackerwildpflanzen (Anfang Oktober)  | 24.09.2011 | 04.10.2012 |
| 2. Saatzeitpunkt: Ackerwildpflanzen (Mitte Oktober)   | 11.10.2011 | 17.10.2012 |
| 3. Saatzeitpunkt: Ackerwildpflanzen (Anfang November) | 28.10.2011 | 02.11.2012 |
| 4. Saatzeitpunkt: Ackerwildpflanzen (Ende März)       | 22.03.2012 | 21.03.2013 |
| 5. Saatzeitpunkt: Ackerwildpflanzen (Ende April)      | -          | 24.04.2013 |

### Parzellenversuch: Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Saaddichte der landwirtschaftlichen Kulturen

Um die Auswirkungen unterschiedlicher Deckfrüchte und Bodenbearbeitungen auf die Wiederansiedlung der Zielarten zu untersuchen, wurde ein mehrjähriger Parzellenversuch mit 80 Parzellen angelegt (Abb. 4). Der Versuch umfasste 16 Varianten (Tab. 5), die mit fünf Wiederholungen in Form eines einfaktoriellen lateinischen Rechtecks angeordnet wurden (Anhang 7). Jede Parzelle (5,6 m x 8,5 m) bestand aus vier Teilparzellen (1,4 m x 8,5 m). In den

beiden mittleren Parzellen (Kernparzellen) wurden die Ackerwildpflanzen per Hand eingesät (vgl. Kapitel 3.2.1). Dies erfolgte einmalig im Herbst 2011, unmittelbar nach der Getreideausaat.



Abb. 4: Parzellenversuch zur Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Saatdichte der landwirtschaftlichen Kulturen am Seidlhof in Gräfelfing, 80 Parzellen mit Deckfrucht Winterroggen im Juni des dritten Versuchsjahrs (2013/14).

**Im ersten Versuchsjahr (2011/2012)** wurden Winterroggen und Dinkel in jeweils zwei verschiedenen Saatstärken ausgebracht: Roggen normal 350 Körner/m<sup>2</sup>, Dinkel normal 160 Ves/m<sup>2</sup>, Roggen reduziert 88 Körner/m<sup>2</sup> sowie Dinkel reduziert 40 Ves/m<sup>2</sup>. Zudem gab es zwei Varianten, bei denen die Ackerwildkräuter in Blanksaat gesät wurden. In zwei weiteren Varianten wurde auf die Einsaat der Zielarten verzichtet; diese Flächen dienten als Referenz, um mögliche Auswirkungen der Einsaat von Ackerwildkräutern auf den Ertrag zu testen.

**Im zweiten Versuchsjahr (2012/2013)** wurden neben den Winterfrüchten Roggen und Dinkel (Aussaats Herbst 2012) auch die beiden Sommerfrüchte Erbse und Sommertriticale (Aussaats Frühjahr 2013) ausgesät. Die Aussaat von Klee-Gras (Blanksaat) erfolgte bereits nach der Ernte der Frucht im August 2012. Ausgesät wurden die Früchte in normaler (ortsüblicher) Saatstärke: Roggen normal 350 Körner/m<sup>2</sup>, Dinkel normal 160 Ves/m<sup>2</sup>, Sommertriticale normal 400 Körner/m<sup>2</sup>, Sommererbse normal 80 Körner/m<sup>2</sup> sowie Klee-Gras 40 kg/ha.

**Im dritten und vierten Versuchsjahr (2013/2014 und 2014/15)** wurde in allen Varianten Winterroggen ausgesät (Aussaats September 2013 und Anfang Oktober 2014, normale Saatstärke: 350 Körner/m<sup>2</sup>). Die Versuchspartellen wurden in der Regel gepflügt. Doch nach der Ernte 2012 wurde zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren Pflug (~20 cm Bearbeitungstiefe) und Grubber (oberflächennahe Bearbeitung) unterschieden, wodurch drei zusätzliche Versuchsvarianten entstanden (Varianten 7, 9 und 16 in Tab. 5). In den Versuchsvarianten mit einer Sommerung als Deckfrucht (2. Versuchsjahr 2012/2013) fand die Bodenbearbeitung erst im Frühjahr 2013 statt.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

Tab. 5: Versuchsvarianten im Fruchtfolgeversuch

| Variante                | Frucht<br>2011/2012          | Frucht<br>2012/2013                   | Frucht<br>2013/2014 und<br>2014/2015 | Einsaat<br>Ackerwild-<br>kräuter | Boden-<br>bearbeitung |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1: Dn/Rn<br>(ohne AWK)  | Dinkel<br>normale Saatstärke | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | ohne                             | Pflug                 |
| 2: Dn/Rn                | Dinkel<br>normale Saatstärke | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 3: Rn/Dn                | Roggen<br>normale Saatstärke | Dinkel<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 4: Rn/T                 | Roggen<br>normale Saatstärke | Sommertriticale<br>normale Saatstärke | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 5: Rn/E                 | Roggen<br>normale Saatstärke | Sommererbse<br>normale Saatstärke     | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 6: Rn/KG                | Roggen<br>normale Saatstärke | Klee-Gras<br>normale Saatstärke       | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 7: Rn/KG<br>(Grubber)   | Roggen<br>normale Saatstärke | Klee-Gras<br>normale Saatstärke       | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Grubber               |
| 8: -/Rn                 | Keine Deckfrucht             | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 9: -/Rn<br>(Grubber)    | Keine Deckfrucht             | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Grubber               |
| 10: Dr/Rn<br>(ohne AWK) | Dinkel<br>red. Saatstärke    | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | ohne                             | Pflug                 |
| 11: Dr/Rn               | Dinkel<br>red. Saatstärke    | Roggen<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 12: Rr/Dn               | Roggen<br>red. Saatstärke    | Dinkel<br>normale Saatstärke          | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 13: Rr/T                | Roggen<br>red. Saatstärke    | Sommertriticale<br>normale Saatstärke | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 14: Rr/E                | Roggen<br>red. Saatstärke    | Sommererbse<br>normale Saatstärke     | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 15: Rr/KG               | Roggen<br>red. Saatstärke    | Klee-Gras<br>normale Saatstärke       | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Pflug                 |
| 16: Rr/KG<br>(Grubber)  | Roggen<br>red. Saatstärke    | Klee-Gras<br>normale Saatstärke       | Roggen<br>normale Saatstärke         | mit                              | Grubber               |

### Überdauerungsfähigkeit von Diasporen der Ackerwildpflanzen

Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Klee-Gras ein wichtiger Bestandteil der Fruchtfolge um Nährstoffe im Boden anzureichern und die Bodenstruktur zu verbessern. Auch die unterdrückende Wirkung auf die Ackerwildkräuter, insbesondere auf Wurzelunkräuter wie die Ackerkratzdistel, ist für den Landwirt wichtig, da er somit deren Bodensamenvorrat etwas reduzieren bzw. Rhizome schwächen kann. Der Versuch hat zum Ziel, die Auswirkungen einer ein- und einer zweijährigen Klee-Gras-Phase auf die Überdauerung der Diasporen (Samen) der untersuchten Ackerwildkräuter im Boden zu testen. Unterschiede werden dabei

beim Vergraben in verschiedenen Tiefen im Boden erwartet. Der Landwirt hat durch die Wahl der Bodenbearbeitung die Möglichkeit das Saatgut in tiefe Bodenschichten einzupflügen oder durch Grubbern nur oberflächlich einzuarbeiten. Nahe der Oberfläche sind die Keimreize für die Ackerwildkräuter höher als in tiefen Bodenschichten (Licht, Temperatur), daher überdauern infolge des Pflügens vermutlich mehr Diasporen die Klee-Gras-Phase als beim Grubbern. Außerdem wurde der Effekt der Deckfrucht (Roggen und Klee-Gras) sowie von organischer Düngung mit Hornmehl getestet. Hintergrund hierfür war, dass unter Klee-Gras der Boden länger feucht bleibt und die Samen der Ackerwildkräuter möglicherweise schneller verrotten als unter Roggen. Bezüglich der Düngung wird mit einem Keimreiz durch die zusätzliche Düngergabe gerechnet, sodass hier vermutlich weniger Samen überdauern.

Der Versuch wurde im Herbst 2011 angelegt und bestand aus den Faktoren

- Dauer der Klee-Gras-Phase (ein bzw. zwei Jahre),
- Düngung (keine bzw. 40 kg N/ha),
- Deckfrucht (Klee-Gras bzw. Roggen),
- und Tiefe der Samen im Boden (20 bzw. 5 cm).

Hierfür wurden jeweils 50 Samen jeder Art in Nylonsäckchen eingenäht und im Boden vergraben (Abb. 5). Alle Varianten wurden sechs Mal wiederholt. Die erste Serie der Samensäckchen wurde am 05.09.2012 entnommen (entspricht einjähriger Klee-grasphase), die zweite am 12.09.2013 (entspricht zweijähriger Klee-grasphase). Nach dem Ausgraben wurden die Säckchen in dunklen Tüten transportiert (um eine Keimung nach Lichteinfluss zu vermeiden) und im Kühlschrank aufbewahrt. In den folgenden Tagen wurden die Säckchen aufgeschnitten und die darin verbliebenen Samen in Petrischalen gegeben. Im Klimaschrank bei einem Temperaturwechsel von 5 °C Nacht- und 15 °C Tagestemperatur standen die Petrischalen für mindestens 8 Wochen. Nach ausbleibender Keimung wurden die verbliebenen Samen anhand des Tetrazoliumtests auf Lebensfähigkeit hin untersucht.



Abb. 5: Vergraben von Nylonsäckchen mit Diasporen der Zielarten, um deren Überdauerungsfähigkeit zu untersuchen.

### **On-Farm-Versuche auf vier Praxisbetrieben**

Im Gegensatz zu den Parzellenversuchen am Standort Gräfelfing lagen die Aussaatparzellen auf den vier Praxisbetrieben in normal bewirtschafteten Ackerflächen. Auf jedem Betrieb wurde eine einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße lag bei 5,0 m x 12,5 m; in Mintraching bei 7,0 m x 12,5 m (bedingt durch Maschinenbreite). Die Zielarten wurden mit 850 Samen m<sup>-2</sup> pro Parzelle auf einer Kernfläche von 2,5 m x 10,0 m ausgebracht (vgl. Kapitel 3.2.1). Dies erfolgte einmalig im Herbst 2011 unmittelbar nach der Getreideaussaat. Zusätzlich zu den vier Parzellen mit Ackerwildpflanzeneinsaat wurden fünf Kontrollparzellen derselben Größe angelegt. Um Randeffekte zu vermeiden, lagen die Versuchsflächen mindestens 15 m vom Feldrand entfernt. Die Versuchsflächen wurden so ausgewählt, dass im Ansaatjahr Wintergetreide angebaut wurde. Vorfrucht waren in Fürstfeldbruck und Mintraching Klee-Gras, in Riem und Zorneding Kartoffel. Die Fruchtfolgen (Tab. 6) und Bearbeitungsintensitäten waren auf den Praxisbetrieben unterschiedlich. In den ersten beiden Versuchsjahren (2012 und 2013) musste auf mechanische Unkrautregulierung

verzichtet werden, im Jahr 2014 stand dies den Landwirten frei. Somit wurde in Riem und Zorneding gestriegelt und in Fürstenfeldbruck gehackt. In Zorneding wurde 2013 Weißklee eingesät. Nach der Ernte 2013 wurden in Riem, Mintraching und Zorneding Zwischenfrüchte<sup>5</sup> angebaut.

Tab. 6: Fruchtfolgen auf den vier Praxisbetrieben

| Betrieb          | Frucht 2011/2012 | Frucht 2012/2013 | Frucht 2013/2014 | Frucht 2014/2015 |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fürstenfeldbruck | Winterweizen     | Winterroggen     | Soja             | Dinkel           |
| Zorneding        | Winterweizen     | Winterroggen     | Dinkel           | Winterroggen     |
| Riem             | Winterroggen     | Dinkel           | Hafer            | Winterroggen     |
| Mintraching      | Dinkel           | Winterroggen     | Winterweizen     | Dinkel           |

In Mintraching wurde zusätzlich getestet, welchen Einfluss Striegeleinsatz auf die Ackerwildpflanzen-Etablierung hat. Dementsprechend wurden vier weitere Parzellen mit Ackerwildpflanzeneinsaat angelegt (zufällige Positionierung innerhalb der Blockanlage), die im ersten Jahr nach der Einsaat (27.03.2012) gestriegelt wurden.

Im Herbst 2014 wurde auf den Praxisbetrieben anhand von Keimlingszählungen (Mitte November) die Ausbreitung der Zielarten untersucht. Die Aufnahmen erfolgten in 2,5 m x 2,0 m großen Probeparzellen, die entlang der beiden Hauptbewirtschaftungsrichtungen an die Einsaatparzellen anschlossen (Anhang 8). An den Standorten Riem und Fürstenfeldbruck wurden je fünf solcher Parzellen ausgezählt (0–10 m), in Zorneding nur vier (0–8 m) und in Mintraching acht (0–16 m). In größerer Entfernung war die Zielartendichte meist so gering, dass eine dortige Beprobung nicht mehr sinnvoll erschien.

### 3.2.4 Datenerhebung und -auswertung

#### Etablierung der Zielarten

Zur Darstellung des Wiederansiedlungserfolgs der Zielarten wurde die **flächenbezogene Samenproduktion** gewählt. Als Maß für eine erfolgreiche Etablierung kann dementsprechend das Verhältnis zwischen Sameninput (Aussaatmenge) und Samenoutput (Samenproduktion) herangezogen werden. Die Samenproduktion wurde über die Anzahl generativer Individuen, die durchschnittliche Biomasse pro Individuum und die durchschnittliche Samenmenge pro Biomasse-Einheit hochgerechnet<sup>6</sup>. Zur Bestimmung der Individuendichte wurde kurz vor der Ernte ein 1 m<sup>2</sup> großer Zählrahmen zweimal pro Kernparzelle (Parzellenversuche) bzw. viermal pro Parzelle (On-Farm-Versuche) zufällig positioniert und alle darin wurzelnden Zielart-Individuen gezählt (Abb. 6). Bei Dichten über 100 Pflanzen m<sup>2</sup> wurde die Zählfläche auf 0,25 m<sup>2</sup> oder 0,1 m<sup>2</sup> reduziert. Zur Biomassebestimmung wurden pro Doppelkernparzelle (Parzellenversuche) bzw. pro Parzelle (On-Farm-Versuche) fünf Individuen jeder Zielart entnommen.

Im Saatedichteversuch und im Jahr 2014 des Fruchtfolgeversuchs wurde die flächenbezogene Samenproduktion nicht indirekt über die Biomasse hochgerechnet, sondern nach Kleyer

<sup>5</sup> Riem: Gründüngung mit Perserklee, Alexandrinerklee und Ölrettich; Mintraching: Bioland Schnellbe-grüner (71% Sommerwicke Berninova bio, 6 % Gelbsenf Litember bio, 6 % Gelbsenf Asta bio, 17 % Ölrettich Brutus); Zorneding: Eigenmischung aus Alexandrinerklee, Ölrettich, Perserklee, Senf.

<sup>6</sup> Basierend auf einer hochsignifikanten Korrelation zwischen Samenproduktion und Gesamtbio-masse der Ackerwildpflanzen.



et al. (2008) über das Auszählen von Samen pro Frucht und von Früchten pro Individuum bestimmt<sup>7</sup>. Zur Vergleichbarkeit von Rein- und Mischsaat wurden die Etablierungsdaten im Saatchichteversuch normalisiert. Dafür wurde die Anzahl der gesäten Samen in Reinsaat proportional auf die Saatchichten einer jeden Zielart in Mischsaat herunterskaliert. Zur Bestimmung optimaler Input-Output-Verhältnisse wurde die produzierte Menge an Samen im Sommer 2013 ( $N_2$ ) mit der ausgesäten Samenmenge im Herbst 2012 ( $N_1$ ) ins Verhältnis gesetzt, was den Populationswachstumsfaktor Lambda ( $\lambda$ ) ergibt:  $\lambda = \frac{N_2}{N_1}$ . Bei Annuellen entspricht Lambda der Netto-Reproduktionsrate (Silvertown & Charlesworth 2001).

Bodenproben sollten zudem Aufschluss über den **Bodensamenvorrat** der Zielarten drei Jahre nach deren Aussaat geben. Im Gegensatz zu den Freilandhebungen, wo sich immer nur ein kleiner, von den jeweiligen Umwelt- und Bewirtschaftungsbedingungen begünstigter Teil der Populationen etabliert, zeigen die Analysen der Samenbank, inwieweit der ursprünglich gesäte Samenvorrat seit der Einsaat größer oder kleiner wurde. Die Samenbank ist deshalb ein wichtiger Gradmesser für den Etablierungserfolg.

Die Samenbankproben wurden im Herbst 2014 im Parzellenversuch zur Fruchtfolge in Gräfelding (Varianten 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15; vgl. Tab. 5) und auf den Praxisbetrieben (für Mintraching nur in Parzellen ohne Striegeleinsatz) genommen. Pro Parzelle wurden mit Hilfe von Bohrstöcken ca. 50 kg Boden entnommen, wobei mehrere Einzelproben zu einer Mischprobe vermengt wurden (Thompson et al. 1997). Die Beprobungstiefe wurde, je nach Standort, der Bearbeitungstiefe angepasst. Anschließend wurden die Bodenproben im Gewächshauszentrum Dürnast in Schalen ausgebracht<sup>8</sup> und die auflaufenden Keimlinge in regelmäßigen Abständen gezählt und entfernt (Abb. 6).



Abb. 6: Bestimmung der Etablierung der Ackerwildpflanzen anhand von Individuendichten im Feldbestand (links) und Samenbankproben im Gewächshaus (rechts)

In den Endbericht gehen Daten bis zum 06.03.2015 ein, wobei eine Fortsetzung der Beprobung geplant ist. Es ist davon auszugehen, dass das Samenpotential der winterannuellen Zielarten durch den bisherigen Beprobungszeitraum bereits größtenteils, jedoch noch nicht vollständig, erfasst wurde. Der flächenbezogenen Bodensamenvorrat wurde wie folgt berechnet:

$$\text{Bodensamenvorrat [m}^{-2}] = \frac{\text{Keimlinge pro Schale}}{\text{Einwaage Boden feucht [kg] * TS [\%] * LD [g cm}^{-3}] * \text{Tiefe [cm] * 0,1}}$$

<sup>7</sup> Die beiden Methoden zur Berechnung der Samenproduktion wurden 2014 mit Daten aus dem Fruchtfolgeversuch verglichen und zeigten sehr ähnliche Ergebnisse.

<sup>8</sup> Kalthaus (Temperaturen zwischen 8 und 30 °C); Auskleidung der Schalen mit Fließstoff um Auswaschung von Samen zu vermeiden; vier Schalen pro Parzelle mit einer Einwaage von 2–3 kg.

Trockensubstanzgehalt (TS) der Bodenproben, Lagerungsdichte (LD) des abgesetzten Bodens und Bearbeitungstiefe (Tiefe) der Versuchsfläche während der letzten drei Bewirtschaftungsjahre (Auskunft Landwirte und eigene Bodenprofile).

### Ernte und Ertragsbestimmung

An den Feldfrüchten wurden die Dichte ährentragender Halme und der Kornertrag ermittelt. Die Ernte der Feldfrüchte fand in allen Versuchsjahren zu gebietsüblichen Terminen statt. Auf den Parzellenversuchen wurden jeweils die beiden Kernparzellen mit einem Parzellenmähdrescher der Firma Wintersteiger geerntet (Abb. 7). Dazu wurden zunächst die Randbereiche gemulcht und anschließend die inneren 3 m geerntet. Schäden durch Tiere<sup>9</sup> wurden vor der Ernte geschätzt und in der Ertragsberechnung berücksichtigt.



Abb. 7: Ernte der Versuche mit dem Parzellenmähdrescher

Auf den Praxisbetrieben und im Saatedichteversuch erfolgte die Ernte per Hand durch oberflächennahes Abschneiden der Feldfrucht. Auf den Praxisbetrieben wurde 1 m<sup>2</sup> pro Parzelle, im Saatedichteversuch wurden alle Plots (8 m x 0,25 m pro Parzelle) geerntet. Die Ähren wurden anschließend in einem Ständdreschgerät gedroschen. Da die einzelnen Ähren per Hand geerntet worden waren, konnte auf eine Reinigung des bereits sauberen Erntegutes verzichtet werden.

Um den Kornertrag zu ermitteln, wurde das Erntegut getrocknet, gewogen und die Restfeuchte bestimmt. Hafer und Dinkel wurden zuvor entspelzt. Zur Ermittlung der Tausendkorntmasse wurden mithilfe eines Körnerzählgerätes jeweils 1000 Körner abgezählt und gewogen. Es wurden Geräte des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft benutzt.

Trockenmasse (*TM*) und Tausendkorntmasse (*TKM*) der Proben wurden nach den Standards des Bundessortenamtes (2000) auf einen Trockensubstanzgehalt (*TS*) von 86 % umgerechnet:

$$TM (86 \% TS) [g] = \frac{TM [g] \cdot 100}{86}$$

$$TKM (86 \% TS) [g] = \frac{TKM [g] \cdot 100}{86}$$

Der Einfluss der Ackerwildpflanzen-Einsaat auf die Kulturart wurde im Parzellenversuch zur Saatedichte am Winterroggen, im Parzellenversuch zur Fruchtfolge an Dinkel und Winterroggen sowie auf den Praxisbetrieben an verschiedenen Kulturarten ermittelt. Im Parzellenversuch zur Fruchtfolge wurden die Varianten 1 und 2 (Dn/Rn/Rn, ohne bzw. mit Ackerwildpflanzen-Einsaat) sowie die Varianten 10 und 11 (Dr/Rn/Rn, ohne bzw. mit Ackerwildpflanzen-Einsaat) miteinander verglichen (vgl. Tab. 5).

Zur **statistischen Analyse** der Daten und zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurde die Software R (Version 3.0.2. für Windows) (R Development Core Team 2012) verwendet.

<sup>9</sup> Am Standort Gräfelfing vor allem Rehe, Füchse und Mäuse.

Zur Auswertung des Etablierungserfolgs im Saatchichteversuch wurden für die Antwortvariablen Mittelwerte aus den jeweiligen Plots gebildet. Da die Positionierung der Parzellen innerhalb von zwei Blöcken keinen signifikanten Effekt hatte, wurde dies nicht weiter in der statistischen Analyse beachtet. Daten des *C. regalis*-Plots höchster Aussaatstärke (10.000 Samen m<sup>-2</sup>) wurden von der Auswertung ausgeschlossen, da hier Rehe erheblichen Schaden angerichtet hatten. Die Auswertung wurde für jede Zielart mit linearen gemischten Modellen (lme) unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Methode (R-Paket *nlme* Version 3.1-111, Pinheiro et al. 2013) durchgeführt. Als erklärende Variablen gingen die Saatstärke, der Saattyp (Rein- vs. Mischsaat), die Variante (mit vs. ohne Begleitvegetation) und deren Zweifach-Interaktionen in das Modell ein. Die Variante wurde aufgrund der räumlichen Autokorrelation innerhalb der Parzellen zusätzlich als "random factor" verwendet.

Die Modellvereinfachung der gesättigten Modelle erfolgte automatisiert mit einer rückwärtsgerichteten schrittweisen Modellselektion anhand von AIC-Werten (Akaike's information criterion) bis ein minimal adäquates Modell erreicht wurde. Die entsprechende Funktion *stepAIC* ist im R-Paket *MASS* (Version 7.3-29, Ripley et al. 2013) implementiert. Varianzhomogenität wurde mit der Funktion *plot* und Normalverteilung der Residuen mit *qqnorm* überprüft. Um beides zu erfüllen, wurde die Variable Saatstärke log<sub>10</sub>- und die Samenproduktion Quadratwurzel-transformiert.

Im Parzellenversuch zur Fruchtfolge wurde ein lineares Modell (lm) verwendet, um den Zusammenhang zwischen der Halmzahl des Wintergetreides und der Samenproduktion der Zielarten darzustellen.

In den übrigen Versuchen wurden (multiple) Mittelwertvergleiche durchgeführt. Bei normalverteilten Daten und Varianzhomogenität erfolgte dies mittels t-Test, ansonsten anhand des Mann-Whitney-U-Tests. Bei mehr als zwei Stichproben wurde eine ANOVA mit anschließendem Tukey-HSD-Test bzw. ein Kruskal-Wallis-Test mit anschließendem paarweisem Rangsummentest nach Wilcoxon (Bonferroni-Korrektur bei mehr als drei zu vergleichenden Varianten) durchgeführt.

Die Auswertung zum Versuch Saatzeitpunkt und Saatverfahren erfolgte durch eine einfaktorielle Varianzanalyse. Der Einfluss der drei Faktoren Saatzeitpunkt, Saatverfahren und Versuchsjahr auf die Samenproduktion der Zielarten wurde mittels eines multiplen Mittelwertvergleichs berechnet.

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Kornertrag der Kulturart und der Aussaatstärke der Zielarten wurden nichtlineare Regressionen (nls) durchgeführt (Cousens 1991, Wilson et al. 1995). Dabei wurden die R-Pakete *nlme* und *nlstools* (Version 0.0-15, Baty & Delignette-Muller 2013) verwendet. Eine sigmoide Funktion nach Williams & Hayes (1984) beschrieb den Zusammenhang besser als eine hyperbolische (Cousens 1985) oder exponentielle Funktion (Poole & Gill 1987). Somit wurde folgende Gleichung verwendet:  $y = a \cdot (1 - b \cdot e^{-c \cdot x^2})$  mit  $y$  = Getreideertrag [dt ha<sup>-1</sup>] und  $x$  = Dichte der Zielart [m<sup>-2</sup>]. Die Parameter  $a$ ,  $b$  und  $c$  wurden in der Regression geschätzt. Jede nicht-lineare Regression wurde auch mit gruppierten Daten durchgeführt, um auf Unterschiede zwischen Saattyp (Rein- vs. Mischsaat) und Variante (mit vs. ohne Begleitvegetation) zu testen. Die Modelle wurden anhand einer ANOVA verglichen. Falls keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ) auftraten wurde das einfachere Modell gewählt (Crawley 2002).

Bei allen Auswertungen wurden Parameterschätzwerte, Standardfehler, Freiheitsgrade (d.f.), t-Werte und p-Werte der bestangepassten Modelle verwendet. In den Grafiken wurden Mittelwerte aus den zwei bzw. vier Pseudowiederholungen pro Behandlung dargestellt. Im Text werden Mittelwerte ± Standardfehler aufgeführt.



### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Saatedichte und Etablierung seltener Ackerwildpflanzen

Alle drei Zielarten produzierten bei Saatstärken  $>25$  Samen  $m^{-2}$  fast durchgehend mehr Samen als ausgesät worden waren. Bei Saatstärken  $<25$  Samen  $m^{-2}$  betrug die Individuendichten und somit auch die Reproduktion teilweise null (Abb. 8 linke Spalte). Doch mit steigender Saatstärke nahm auch die Samenproduktion der Ackerwildpflanzen zu, wobei es bei hohen Saatstärken zur Sättigung der Samenproduktion kam. Dies konnte unabhängig von Saattyp (Rein- vs. Mischsaat) und Begleitvegetation (mit vs. ohne) durch quadratische Funktionen beschrieben werden.

Das Verhältnis von Samenproduktion zu Saatedichte ( $\lambda$ )<sup>10</sup> folgte bei steigender Aussaatstärke Optimumskurven (Abb. 8 rechte Spalte). Die  $\lambda$ -Werte schwankten bei niedrigen und mittleren Aussaatstärken stark und nahmen bei hohen Aussaatstärken ab. Maximale  $\lambda$ -Werte wurden im Regressionsmodell für Saatstärken von 27 Samen *L. speculum-veneris*  $m^{-2}$  ( $\lambda = 493$ ), 22 Samen *C. regalis*  $m^{-2}$  ( $\lambda = 9$ ) und 19 Samen *L. arvense*  $m^{-2}$  ( $\lambda = 22$ ) vorhergesagt.

*L. speculum-veneris* bildete unter den drei Zielarten die größten Samenmengen. Maximal wurden bei knapp 6000 ausgesäten Samen  $m^{-2}$  (höchste Aussaatstärke) bis zu 201.201 Samen  $m^{-2}$  (Alleinsaat) bzw. 255.023 Samen  $m^{-2}$  (Mischsaat) produziert. *C. regalis* produzierte bei zweithöchster Aussaatstärke (ca. 1000 Samen  $m^{-2}$  innerhalb Mischsaat) ein Maximum von 7661 Samen  $m^{-2}$ . *L. arvense* bei höchster Aussaatstärke (ca. 1800 Samen  $m^{-2}$  innerhalb Mischsaat) maximal 8056 Samen  $m^{-2}$ .

Die bei steigender Aussaatstärke rückläufige Samenproduktion wurde sowohl durch die Samenzahl pro Frucht als auch durch die Anzahl der Früchte pro Pflanze beeinflusst (M. Lang, unpubl. Ergebnisse). Bei niedrigen Saatstärken lag die Samenzahl pro Frucht zunächst relativ konstant bei 23 bzw. 20 für *L. speculum-veneris* (in Rein- bzw. Mischsaat) und bei 12 für *C. regalis*. Erst ab etwa 1000 ausgesäten Samen  $m^{-2}$  kam es zu einer reduzierten Samenproduktion pro Frucht. Für *L. arvense*, wurde diese Erhebung nicht durchgeführt und ein konstanter Wert von vier Samen pro Frucht angenommen. Die Anzahl an Früchten pro Individuum reduzierte sich bei allen drei Zielarten unter hohen Aussaatstärken stark. Zum Beispiel konnte *L. speculum-veneris* bei niedrigen Saatstärken bis zu 255 Früchte pro Individuum produzieren. In der höchsten Aussaatstärke wurden hingegen durchschnittlich nur noch 12 Früchte pro Individuum gebildet (M. Lang, unpubl. Ergebnisse).

---

<sup>10</sup> Wachstumsfaktor  $\lambda$  ( $\lambda$ ) = produzierte Menge an Samen im Sommer 2013 / ausgesäte Samenmenge im Herbst 2012. Maß für optimale Input-Output-Verhältnisse der Saatstärken. Bei Annualen entspricht  $\lambda$  der Netto-Reproduktionsrate (Silvertown & Charlesworth 2001).

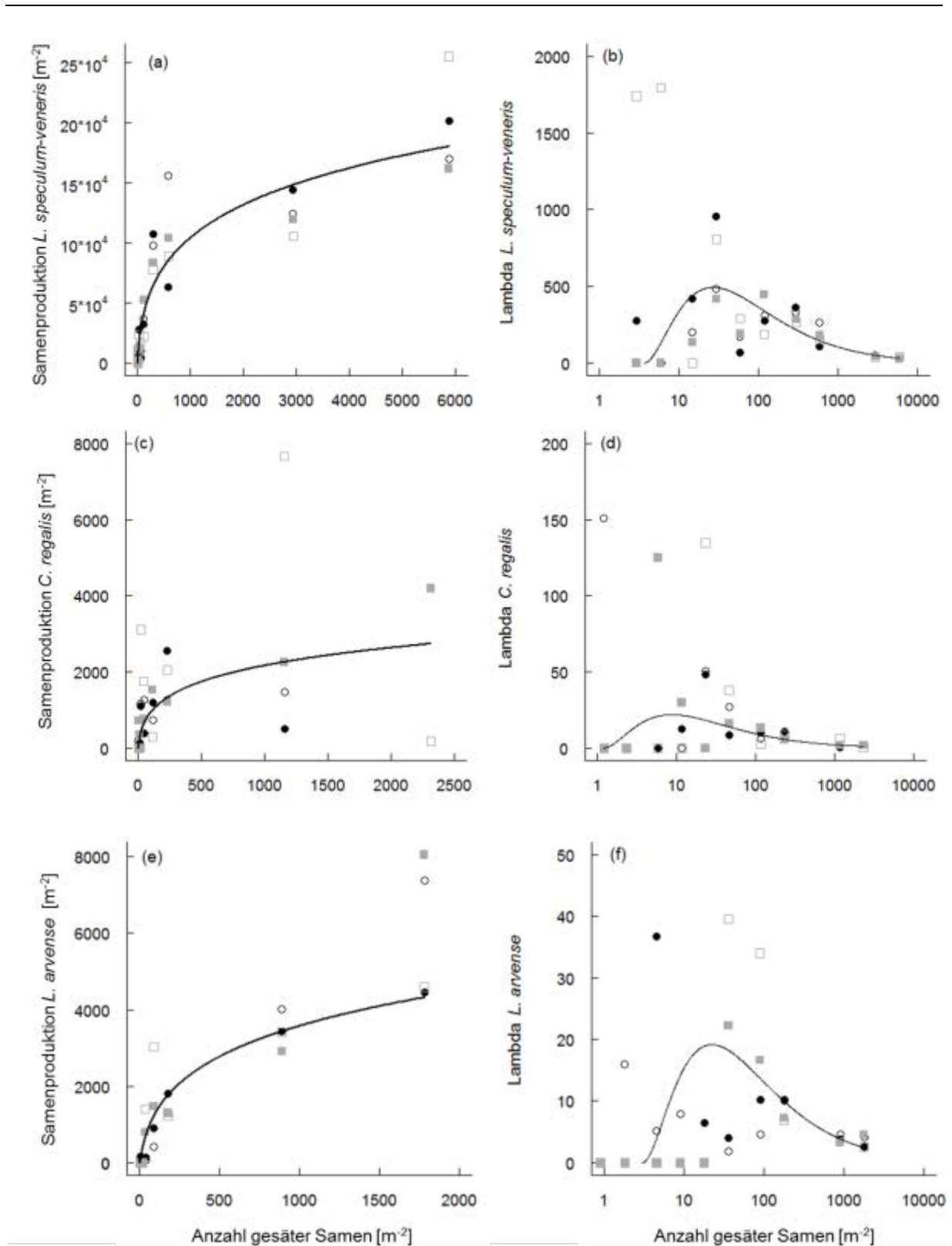


Abb. 8: Samenproduktion (linke Spalte,  $n = 2$ ) und Lambda (Anzahl produzierte Samen pro ausgesätem Samen, rechte Spalte,  $n = 2$ ) von *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in Abhängigkeit von deren Aussaatstärke; in Reinsaat (schwarz, runde Symbole) und Mischsaat (grau, quadratische Symbole), jeweils mit (volle Symbole) und ohne Begleitvegetation (leere Symbole). Die Linien zeigen signifikante Ergebnisse für Samenproduktion und Lambda (lineare Regressionsmodelle). Die Saatstärken wurden log- und die Samenproduktion wurzel-transformiert.

### 3.3.2 Aussaatzeitpunkt und Saatverfahren der Ackerwildpflanzen

Die Faktoren Saatzeitpunkt, Art des Saatverfahrens und Jahr der Versuchsdurchführung hatten einen signifikanten Einfluss auf die Wiederansiedlung der Zielarten. Alle drei Arten zeigten die beste Etablierung bei Aussaat zwischen Ende September und Anfang Oktober. Auffällig waren die Unterschiede der produzierten Samenmengen je nach Deckfrucht. So lag die Samenproduktion der Zielarten im Versuchsjahr 2011/12, bei Verzicht auf eine Deckfrucht, um ein vielfaches höher als in Varianten mit Roggen als Deckfrucht. Dass auch mit Deckfrucht eine erfolgreiche Wiederansiedlung der Zielarten möglich ist, zeigte sich insbesondere bei der Wiederholung des Versuchs 2012/13. Alle drei Arten produzierten, bei Aussaat zwischen Anfang und Mitte Oktober, im Folgejahr mehr Samen als zu Beginn des Versuchs ausgebracht worden waren. Der Vergleich der Deckfrucht in den verschiedenen Versuchsjahren zeigte, dass im Jahr 2012/13 Halmzahl und Deckung des Roggens – bei gleicher Saatstärke – niedriger waren als im Jahr zuvor (Tab. 7).

Tab. 7: Vergleich der Varianten mit Deckfrucht Roggen – Mittel über alle Saatzeitpunkte von Halmzahl, Deckung Getreide sowie Ertrag.

| Jahr | Halmzahl [m <sup>-2</sup> ] | Deckung Getreide Sommer [%] | Ertrag [dt ha <sup>-1</sup> ] |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 2012 | 374,5                       | 29,3                        | 33,5                          |
| 2013 | 227,0                       | 25,0                        | 33,1                          |

Eine erfolgreiche Etablierung der Art *L. speculum-veneris* konnte im Versuchsjahr 2011/12 in Varianten mit Roggen als Deckfrucht lediglich bei einer Aussaat Ende September erreicht werden (Abb. 9). Wurde hingegen auf eine Deckfrucht verzichtet, so etablierte sich die Art an allen untersuchten Terminen erfolgreich. Vorteilhaft ist der Verzicht auf eine Deckfrucht vor allem, wenn *L. speculum-veneris* im Frühjahr angesiedelt werden soll (vgl. Abb. 9). Im Folgejahr 2012/13 ließen der Termin Anfang Oktober sowie Mitte Oktober eine erfolgreiche Etablierung zu (Abb. 9). In diesem Jahr produzierte die Art bei einer Aussaat Anfang Oktober (erster Saatzeitpunkt Versuchsjahr 2012/13) und Roggen als Deckfrucht sogar eine höhere Samenmenge als zum ersten Saatzeitpunkt im Versuchsjahr 2011/12 bei Verzicht auf eine Deckfrucht (vgl. Abb. 9). Ein Vergleich der Individuendichten der beiden Varianten zeigt, dass diese im Jahr 2012/13 mit 43 Individuen m<sup>-2</sup> wesentlich höher lagen als im Jahr 2011/12 auf Flächen ohne Deckfrucht (10 Individuen m<sup>-2</sup>).

*Consolida regalis* ließ sich bei einer frühen Herbstaussaat am erfolgreichsten etablieren. Der Erfolg variierte jedoch stark zwischen den beiden Versuchsjahren 2011/12 und 2012/13 (vgl. Abb. 9). Im Versuchsjahr 2011/12 war nur die Ansaat Ende September erfolgreich, 2012/13 dagegen unterschieden sich die drei Herbsttermine (Ende September bis Anfang November) im Hinblick auf die produzierte Samenmenge nicht signifikant. Die Art bildete hier zu allen drei Zeitpunkten mindestens die zu Beginn des Versuchs ausgebrachte Samenmenge von 200 Samen m<sup>-2</sup>. Auch ohne eine Deckfrucht gab es bei den drei Herbstterminen keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der produzierten Samenmenge (Abb. 9). Im Frühjahr konnte *C. regalis* nur in Varianten ohne Roggen erfolgreich angesiedelt werden.

Im Versuchsjahr 2011/12 blieb die Samenproduktion von *L. arvensis* bei Aussaat mit Deckfrucht deutlich unter der der Varianten ohne Deckfrucht und zudem unter der Aussaatmenge (vgl. Abb. 9). Die Wiederholung des Versuchs im Jahr 2012/13 erwies sich als erfolgreicher. Hier erreichte *L. arvensis* trotz der Saat in den Roggen bei einer frühen Herbstaussaat eine höhere Samenmenge als zu Beginn des Versuchs ausgebracht worden war (Abb. 9).

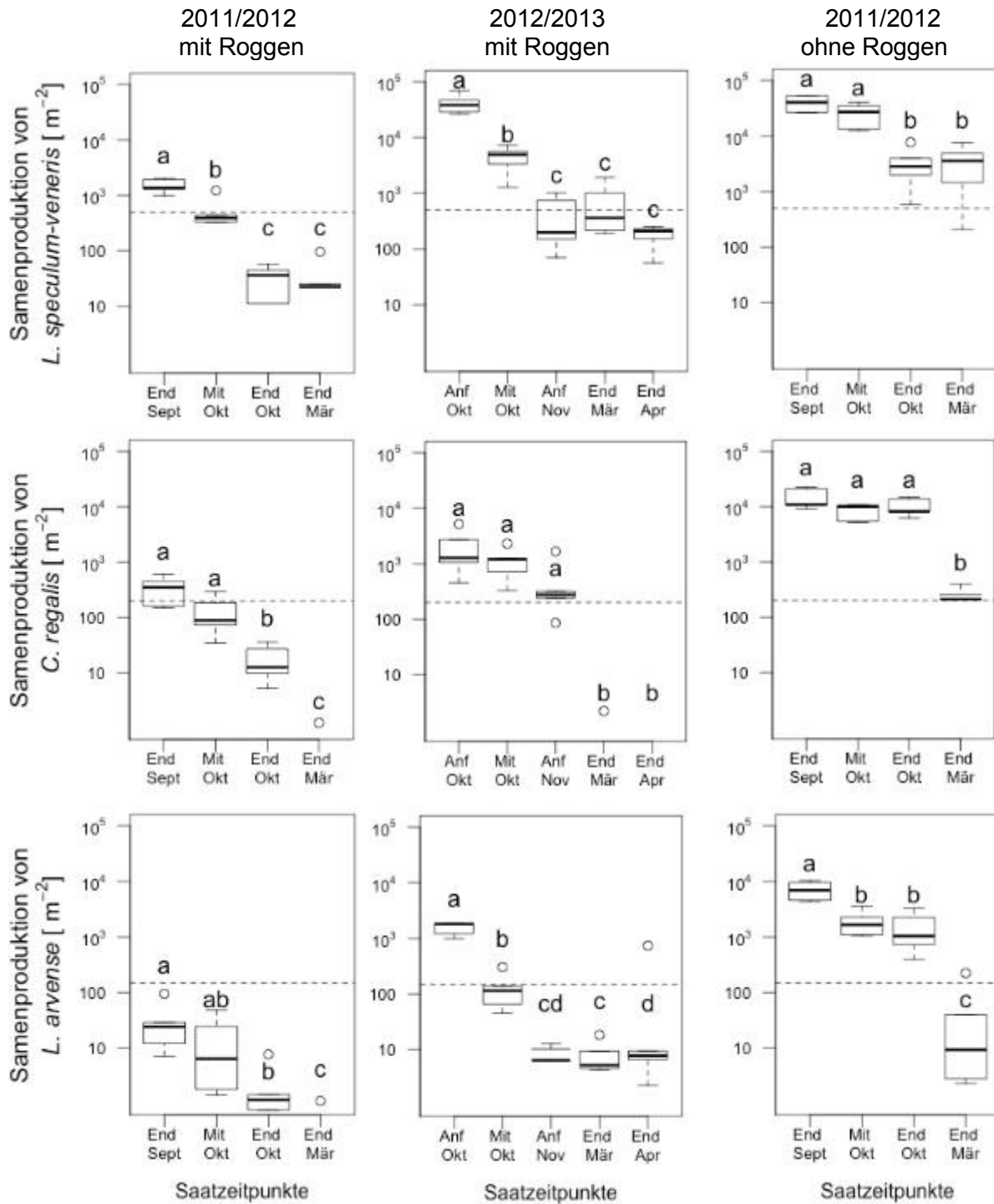


Abb. 9: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veners*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in den Versuchsjahren 2011/12 und 2012/13, mit und ohne Roggen sowie bei unterschiedlichen Aussaatzeitpunkten. Die Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach Kruskal-Wallis- und anschließend paarweisem U-Test; gestrichelte Linie: Aussaatmenge der Zielarten zu Versuchsbeginn.

### 3.3.3 Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Saatkichte der landwirtschaftlichen Kultur

Die **Deckfrucht im Ansaatzjahr (2011/12)** hatte einen signifikanten Einfluss auf die Wiederansiedlung der Ackerwildpflanzen. Alle drei Zielarten konnten im ersten Jahr nach der Ansaatz am meisten Samen produzieren, wenn sie ohne Deckfrucht oder mit Dinkel in reduzierter Saatzstärke ausgebracht worden waren (Abb. 10). Eine Ansaatz mit Roggen in reduzierter oder mit Dinkel in normaler Saatzstärke setzte die Samenproduktion signifikant herab. Am wenigsten Samen wurden bei Ansaatz mit Roggen in normaler Saatzstärke produziert.

Während *L. speculum-veneris* und *C. regalis* bis zur Ernte 2012 in allen Versuchsvarianten höhere Samenmengen produzierten als im Herbst 2011 ausgebracht worden waren, war dies für eine Aussaatz von *L. arvense* mit Roggen (reduziert und normal) oder Dinkel in normaler Saatzstärke nicht der Fall. Hier lagen die mittleren Samenmengen bei nur  $83 \pm 17$ ,  $34 \pm 8$  und  $44 \pm 23$  Samen  $m^{-2}$  und somit unterhalb der ursprünglichen Aussaatzmenge von 150 Samen  $m^{-2}$ .

Bei dem Vergleich der Deckfruchtvarianten ist zu beachten, dass bei Dinkel und Roggen unterschiedlich starke Bestockung stattfand. Dies führte zu Halmdichten, die sich nicht proportional zur Aussaatzstärke verhielten: Eine reduzierte Dinkelsaatz ( $40$  Vesen  $m^{-2}$ ) resultierte in einer Halmdichte von  $118 \pm 13$   $m^{-2}$ , normale Dinkelsaatz ( $160$  Vesen  $m^{-2}$ ) in  $295 \pm 29$   $m^{-2}$ , reduzierte Roggensaatz ( $88$  Körner  $m^{-2}$ ) in  $222 \pm 6$   $m^{-2}$  und normale Roggensaatz ( $350$  Körner  $m^{-2}$ ) in  $348 \pm 9$   $m^{-2}$ .

Unabhängig von der Deckfrucht konnte für das erste Jahr nach Ansaatz ein signifikant negativ logarithmischer Zusammenhang zwischen der Samenproduktion der einzelnen Zielarten und steigender Halmdichte von Wintergetreide gefunden werden (Abb. 11).

Die **Folgefrucht (2012/13)** hatte einen wesentlichen Einfluss auf die Wiederansiedlung der Zielarten im Feldbestand 2013. In Winterungen konnten die Zielarten am meisten Samen produzieren, in Sommerungen gelang dies nur eingeschränkt und in Klee gras gar nicht (Anhang 9). Beispielhaft wird im folgenden dargestellt, welchen Einfluss die nachfolgenden Feldfrüchte Dinkel, Triticale, Erbse und Klee-Gras (Vorfrucht war immer Roggen, normale Saatzstärke) auf die Zielarten-Etablierung hatten (Abb. 12 linke Spalte). In Dinkel produzierten *L. speculum-veneris* und *C. regalis* mehr Samen, als im Herbst 2011 ausgesät worden waren. Während sich *L. speculum-veneris* und *L. arvense* in geringem Maße auch unter Erbse oder Triticale als Deckfrucht etablieren konnten, war dies nicht der Fall für *C. regalis*. Im Klee gras konnten die Zielarten zwar sehr vereinzelt Individuen bilden (M. Lang, unpubl. Daten), aber vor dem Schnitt im Mai keine Samen produzieren.

In 2013/14 war als drittes Fruchtfolgeglied auf allen Versuchspartzen einheitlich Winterroggen (normale Saatzstärke) angebaut. Die verschiedenen Feldfrüchte aus dem Vorjahr 2012/13 wirkten sich noch schwach auf die weitere Etablierung der Ackerwildpflanzen im Feldbestand 2014 aus (Abb. 12, rechte Spalte). In Varianten, wo 2012/2013 eine Sommerung oder Klee-Gras angebaut waren, war die Samenproduktion immer noch tendenziell (*L. speculum-veneris* signifikant) niedriger als dort wo 2012/2013 eine Winterung stand. Diese Ergebnisse spiegelten sich auch in den Samenbankproben wider, wobei die Versuchsvariante mit Erbse im zweiten Anbaujahr nicht beprobt wurde (Tab. 8). Obwohl im Feldbestand in allen Versuchsvarianten Samen produziert wurden, wies die Samenbank 2014 teilweise nur noch sehr geringe Diasporenvorräte der Zielarten auf. So lag der Bodensamenvorrat von *L. arvense* nach Roggen/Triticale/Roggen und nach Roggen/KG/Roggen bei  $0$  bzw.  $4 \pm 4$  Samen  $m^{-2}$ .

Alle 16 untersuchten Varianten und deren Einfluss auf die Wiederansiedlung der Zielarten im Feldbestand 2013 und 2014 sind in den Anhängen 10 und 11 graphisch dargestellt. Hier ist

zu beachten, dass im Versuchsjahr 2014 auch in den Kontrollparzellen Zielartindividuen gefunden wurden. So wurden von *L. speculum-veneris* 55,7 Individuen, von *L. arvense* 0,2 Individuen und von *C. regalis* 1,4 Individuen  $m^{-2}$  erfasst.

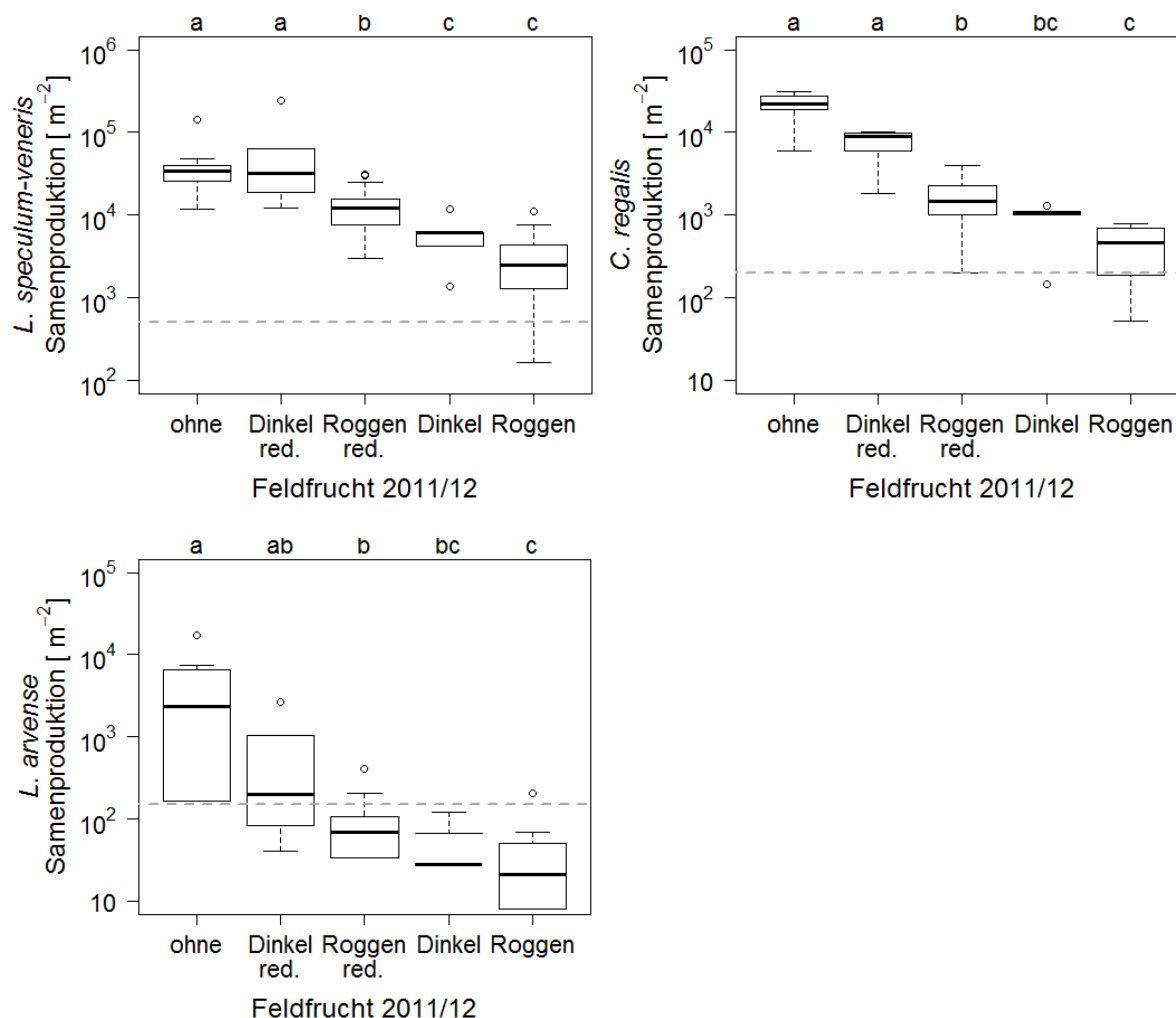


Abb. 10: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* im ersten Jahr nach Ansaat (2011/12) bei unterschiedlicher Deckfrucht; die Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ), nach Kruskal-Wallis- und anschließend paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon mit Bonferroni-Korrektur. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

Tab. 8: Bodensamenvorrat der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* drei Jahre nach der Ansaat (Probenahme im Herbst 2014) in Abhängigkeit vom zweiten Fruchtfolgeglied: Dinkel, Triticale und Klee-Gras (KG). Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach Kruskal-Wallis-Test und anschließend paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon bzw. nach ANOVA und anschließendem Tukey-HSD-Test.

| Fruchtfolge             | Bodensamenvorrat Herbst 2014 [ $m^{-2}$ ] |                   |                   |
|-------------------------|---|-------------------|-------------------|
|                         | <i>L. speculum-veneris</i>                | <i>C. regalis</i> | <i>L. arvense</i> |
| Roggen/Dinkel/Roggen    | 9572 ± 1981 a                             | 146 ± 74 a        | 21 ± 6 a          |
| Roggen/Triticale/Roggen | 3425 ± 1016 b                             | 21 ± 6 ab         | 0 b               |
| Roggen/KG/Roggen        | 871 ± 402 b                               | 12 ± 8 b          | 4 ± 4 b           |

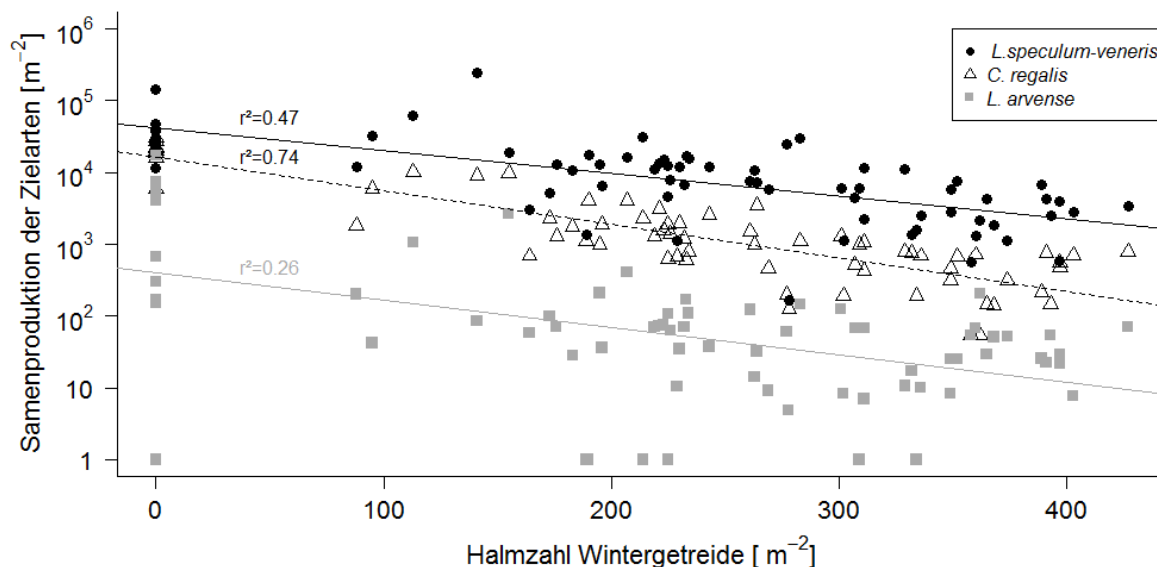


Abb. 11: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* im ersten Jahr nach der Ansaat (2011/12) in Abhängigkeit von der Halmdichte der Kulturart (Sommer 2012). Linien zeigen signifikante Ergebnisse der linearen Modelle, wobei die Samenproduktion  $\log(x+1)$  transformiert wurde.

In allen Parzellenversuchen konnte mit steigender Individuendichte von *L. speculum-veneris* eine Abnahme der Biomasse und **Samenproduktion pro Individuum** festgestellt werden (M. Lang, unpubl. Daten). Zum Beispiel lag im Versuchsjahr 2014 eine minimale Individuendichte von 16 Individuen  $m^{-2}$  (Mittelwert der Variante Roggen/Triticale/Roggen) vor, bei der im Durchschnitt 2232 Samen pro *L. speculum-veneris* Pflanze gebildet wurden. Bei maximaler Individuendichte von 236 Individuen  $m^{-2}$  (Mittelwert der Variante red. Dinkel/Roggen/Roggen) wurden hingegen nur 313 Samen pro Pflanze gebildet. Bei *C. regalis* war der negative Zusammenhang zwischen Individuendichte und Samenproduktion pro Individuum nur schwach, und bei *L. arvense*, aufgrund der insgesamt niedrigen Individuendichten, überhaupt nicht vorhanden.

Die **Bodenbearbeitungsvarianten Pflug und Grubber** (nach Ernte 2012) hatten nur geringfügigen Einfluss auf die Zielarten-Etablierung (Anhang 12). In den beprobten Fruchtfolgen mit Klee gras (Roggen/KG/Roggen und red. Roggen/KG/Roggen) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen gepflügten und gegrubberten Parzellen (Anhang 11).

In der beprobten Fruchtfolge ohne Klee gras (ohne/Roggen/Roggen) waren ebenfalls nur Tendenzen festzustellen, abgesehen von der Zielart *C. regalis*, bei der die Samenproduktion im zweiten Jahr nach der Ansaat (2012/13 Roggen) signifikant höher lag, wenn zuvor gepflügt wurde (Abb. 13). Dieser Effekt war auch deutlich in den Samenbankproben von Ende 2013 (C. Truffel, unpubl. Daten) und tendenziell auch im Feldbestand des Folgejahres 2013/14 zu erkennen (Abb. 13 linke Spalte). Bei *L. arvense* war das Gegenteil zu beobachten: hier lagen die Samenmengen in den Varianten mit Grubber leicht höher. In den Samenbankproben von 2014 gab es keine signifikanten Unterschiede (Abb. 13 rechte Spalte)

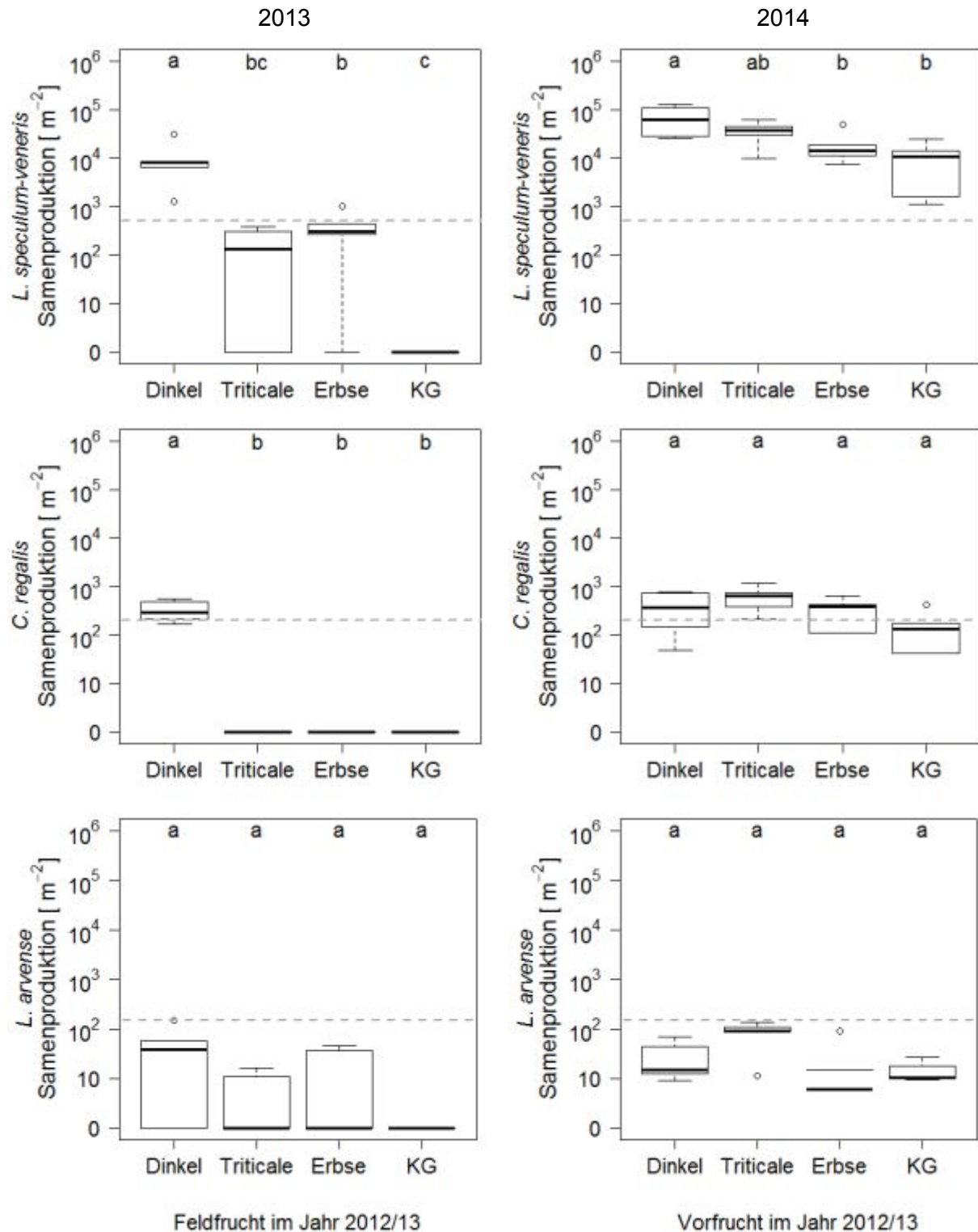


Abb. 12: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* im zweiten (2013) und dritten Jahr (2014) nach der Ansaat bei unterschiedlichen Feldfrüchten 2012/13: Dinkel, Triticale, Erbse, KG; Feldfrucht 2013/14 war Roggen. Die Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach Kruskal-Wallis- und anschließend paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon mit Bonferroni-Korrektur bzw. nach ANOVA und anschließend Tukey-HSD-Test. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.



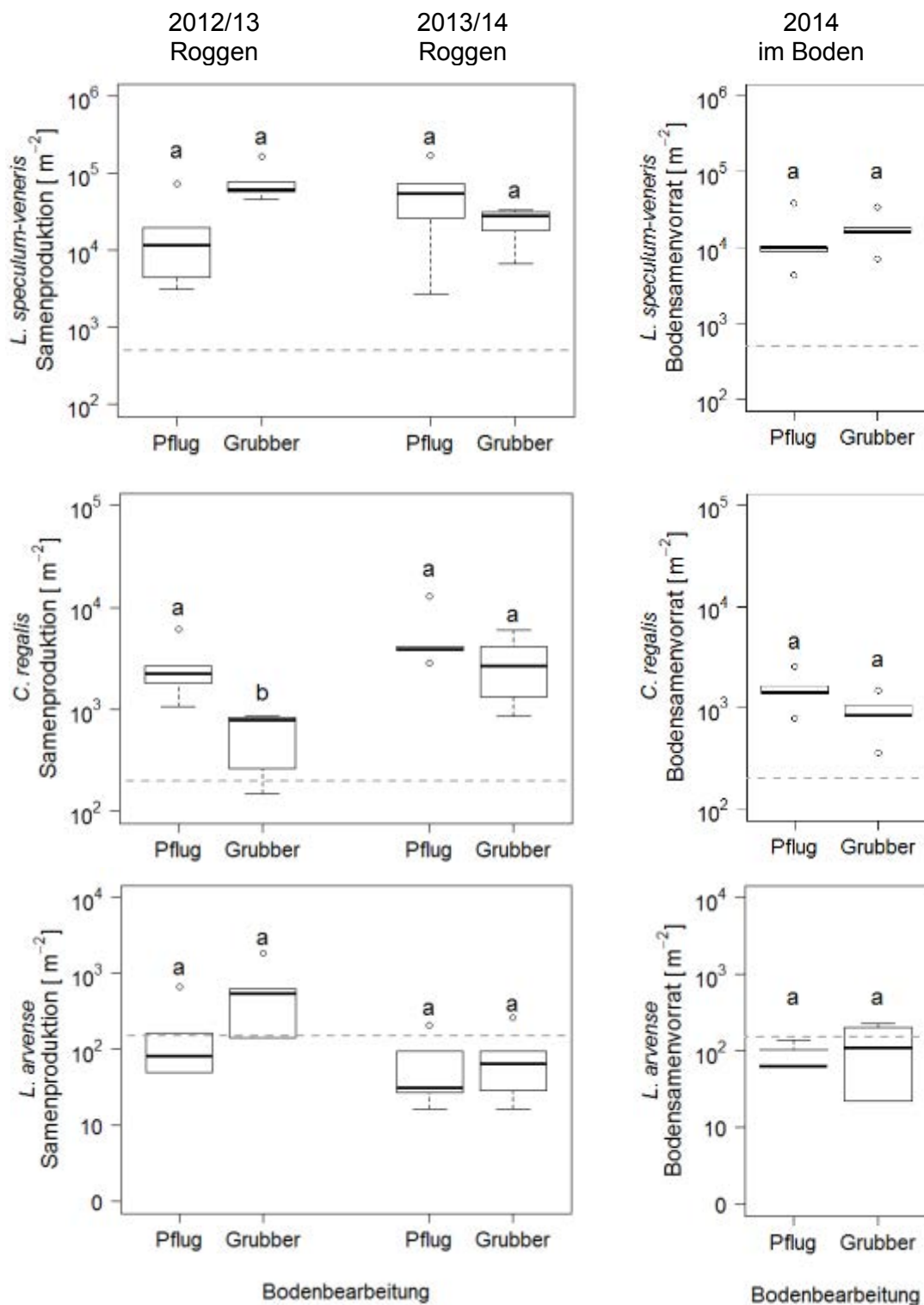


Abb. 13: Samenproduktion (2012/13 und 2014/15) und Bodensamenvorrat (2014) der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Pflug vs. Grubber nach Ernte 2012). Fruchtfolge: ohne Deckfrucht/Roggen/Roggen; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach t-Test bzw. Wilcox-Test. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

### 3.3.4 Überdauerungsfähigkeit von Diasporen der Ackerwildpflanzen

Im Versuch zur **Überdauerungsfähigkeit von Diasporen** der Ackerwildpflanzen ergaben sich für die Faktoren Düngung und Art der Deckfrucht keine signifikanten Unterschiede (Tab. 9). Für *L. arvense* konnte eine signifikant niedrigere Keimrate nach einer zweijährigen im Vergleich zu einer einjährigen Klee grasphase nachgewiesen werden. Die Vergrabetiefe wirkte sich deutlich auf die Überdauerung der Samen von *C. regalis* aus, wobei mehr keimfähige Samen bei einer Vergrabetiefe von 20 cm (‚tief‘) als bei 5 cm (‚flach‘) vorhanden waren.

Im Vergleich der einjährigen mit der zweijährigen Klee grasphase ergaben sich folgende Ergebnisse für die Zielarten: *L. speculum-veneris* wies Keimraten zwischen 38 % (einjähriges Klee gras) und 30 % (zweijähriges Klee gras) auf, *Consolida regalis* 38 % bzw. 40 % und *L. arvense* 66 % bzw. 61 %.

Tab. 9: Keimraten der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in Abhängigkeit von Düngung, Vergrabetiefe, Deckfrucht und Dauer der Klee-Gras-Phase, mit keinem (ns), signifikantem (\*) und hoch signifikantem (\*\*) Unterschied nach t-Test bzw. Wilcox-Test.

| Art                        | Düngung<br>ja / nein | Vergrabetiefe<br>flach / tief | Deckfrucht<br>Klee-Gras / Roggen | Klee-Gras-Phase<br>1 Jahr / 2 Jahre |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>L. speculum-veneris</i> | ns                   | ns                            | ns                               | ns                                  |
| <i>C. regalis</i>          | ns                   | **                            | ns                               | ns                                  |
| <i>L. arvense</i>          | ns                   | ns                            | ns                               | *                                   |

### 3.3.5 Wiederansiedlung und Ausbreitung der Ackerwildpflanzen auf Praxisbetrieben

Die **Wiederansiedlung der Zielarten** fiel **auf den Praxisbetrieben** sehr unterschiedlich aus (Abb. 14). Im ersten Jahr nach der Aussaat konnten vor der Ernte 2012 alle drei Zielarten an allen vier Standorten gefunden werden und die Samenproduktion lag meist über der ursprünglichen Aussaatmenge (vgl. Kapitel 3.2.1). Nur in Zorneding kamen außerordentlich wenige Individuen von *L. arvense* vor. In den darauffolgenden zwei Jahren entwickelten sich die Ackerwildpflanzenpopulationen je nach Zielart und Standort unterschiedlich.

In Folge des Soja-Anbaus in **Fürstenfeldbruck** sanken die Individuendichten deutlich. Während *L. speculum-veneris* im Feldbestand 2013 (Winterroggen) noch eine hohe Samenproduktion ( $2336 \pm 525$  Samen  $m^{-2}$ ) erzielen konnte, waren in Soja 2014 keine Individuen mehr zu finden. Jedoch war diese Art drei Jahre nach der Aussaat noch mit durchschnittlich  $728 \pm 170$  Samen  $m^{-2}$  in der Samenbank vertreten (Abb. 15). Die Samenbank von *C. regalis* lag bei  $38 \pm 13$  Samen  $m^{-2}$ . Von *L. arvense* konnten keine keimfähigen Samen gefunden werden.

In **Mintraching** (Dinkel/Winterroggen/Winterweizen) konnten alle drei Zielarten in allen Jahren eine sehr hohe Samenproduktion erreichen. Auch der Bodensamenvorrat lag Ende 2014 über der ursprünglich ausgesäten Samenmenge. So konnten noch  $5711 \pm 1029$  Samen  $m^{-2}$  von *L. speculum-veneris*,  $314 \pm 61$  Samen  $m^{-2}$  von *C. regalis* und  $303 \pm 59$  Samen  $m^{-2}$  von *L. arvense* nachgewiesen werden.

In Riem und Zorneding lag die Samenproduktion von *L. speculum-veneris* über alle Jahre hinweg stets hoch. Auch der Bodensamenvorrat lag eine Größenordnung über der ursprünglichen Aussaatmenge von 500 Samen m<sup>-2</sup>.

Im Jahr 2013 war die Samenproduktion von *C. regalis* und *L. arvense* in **Riem** (Dinkel) weiterhin hoch. Jedoch konnten sich diese beiden Arten 2014 im Hafer nicht durchsetzen. In der Samenbank war *C. regalis* mit 136 ± 46 Samen m<sup>-2</sup> noch relativ gut vertreten, *L. arvense* nur noch schwach (28 ± 14 Samen m<sup>-2</sup>).

In **Zorneding** wurde 2013 Winterroggen angebaut, wobei sich *C. regalis* und *L. arvense* nur in geringem Maße reproduzieren konnten. Während die Samenproduktion von *C. regalis* im Folgejahr (Dinkel) wieder anstieg, lag sie für *L. arvense* bei null. Analoge Ergebnisse wurden für den Bodensamenvorrat festgestellt.

Der **Striegeleinsatz auf dem Praxisbetrieb in Mintraching** hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Reproduktion der Zielarten (Abb. 16). Die Samenproduktion von *C. regalis* lag ohne Striegeleinsatz tendenziell etwas höher als mit Striegeleinsatz (ohne: 2347 ± 428 Samen m<sup>-2</sup> vs. mit: 1713 ± 292 Samen m<sup>-2</sup>). Das Gegenteil konnte für *L. arvense* beobachtet werden. Hier lag die Samenproduktion ohne Striegeleinsatz tendenziell niedriger (ohne: 346 ± 70 Samen m<sup>-2</sup> vs. mit: 599 ± 137 Samen m<sup>-2</sup>).

Auf den Praxisbetrieben konnte eine **Ausbreitung der Zielarten aus den Einsaatparzellen** hinaus beobachtet werden (Abb. 17). *L. speculum-veneris* konnte auch noch in den äußersten Beprobungspartellen nachgewiesen werden, was einer Ausbreitungsdistanz von >15 m in drei Jahren entspricht. *C. regalis* konnte bis zu einer Distanz von 13 m und *L. arvense* bis zu 11 m gefunden werden. Vereinzelt traten auch noch weiter entfernt Individuen auf. Bei allen drei Arten war die Individuendichte ab einer Entfernung von 6 m auf weniger als 10 % der Individuendichte innerhalb der Einsaatparzelle reduziert. Das Verhältnis der Keimpflanzenzahl außerhalb gegenüber innerhalb der Einsaatflächen (Vergleich Summe Keimlinge in 0–8 m Entfernung zur Summe auf gesamter Einsaatfläche) lag bei 36 % für *L. speculum-veneris*, bei 67 % für *C. regalis* und 60 % für *L. arvense*.

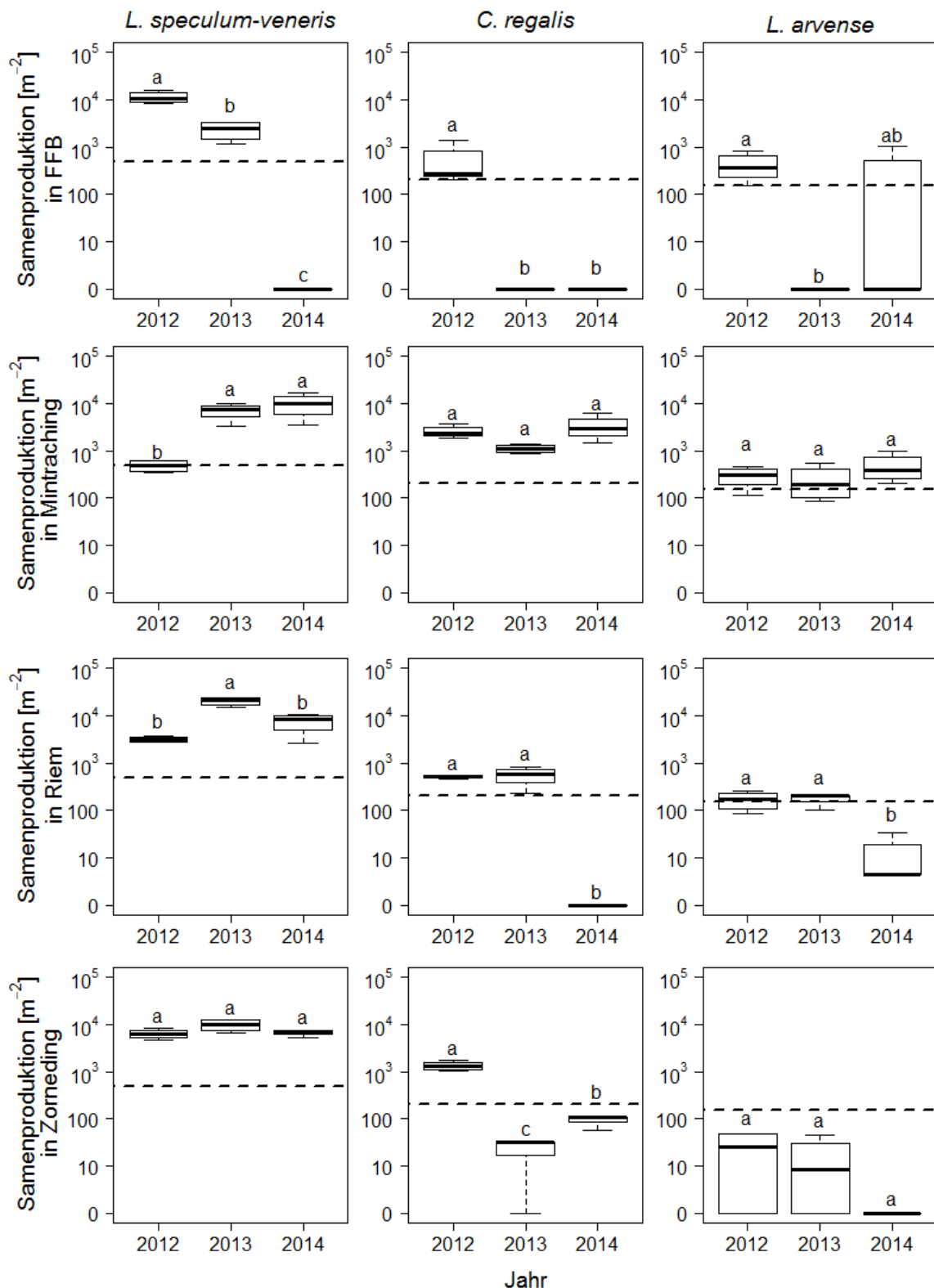


Abb. 14: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in den Jahren 2012, 2013 und 2014 auf den Praxisbetrieben Fürstenfeldbruck (FFB), Mintraching, Riem und Zorneding (Fruchtfolgen vgl. Tab. 6, S. 31). Die Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach Kruskal-Wallis-Test und anschließendem paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon bzw. nach ANOVA und anschließendem Tukey-HSD-Test. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

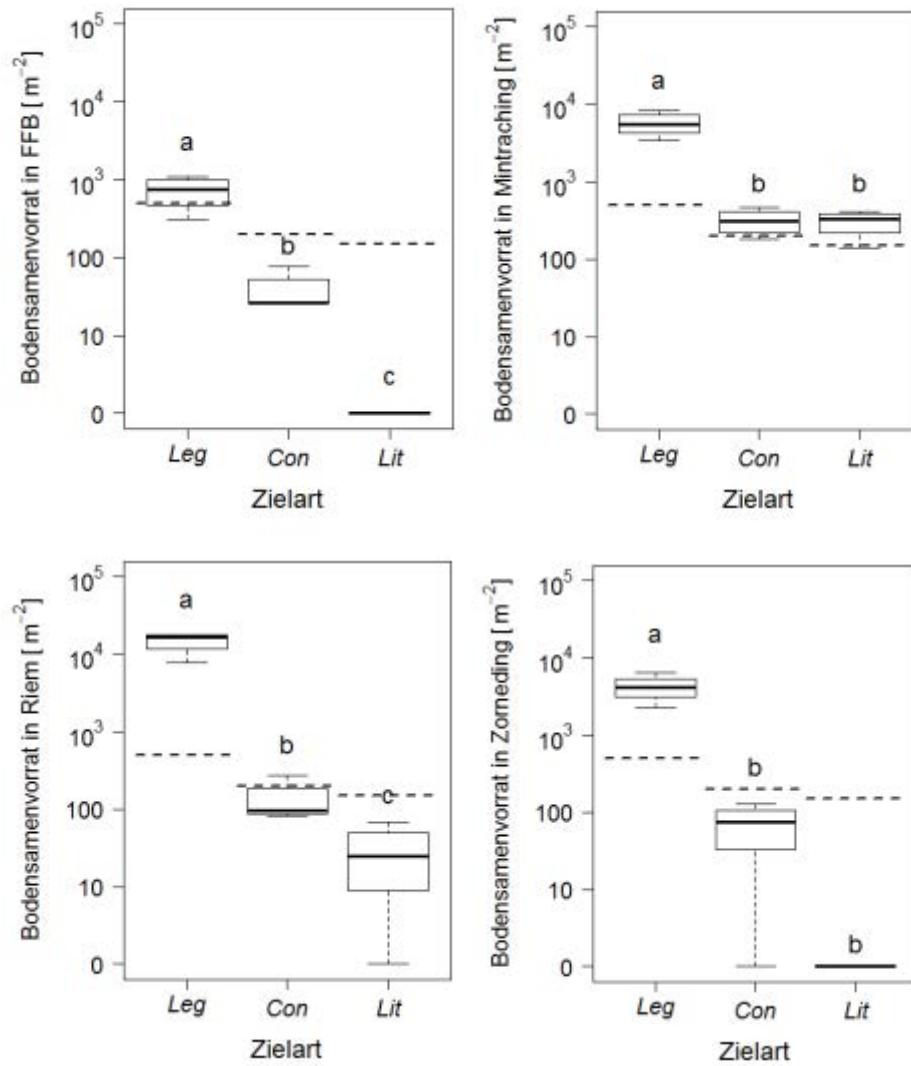


Abb. 15: Bodensamenvorrat der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris* (Leg), *Consolida regalis* (Con) und *Lithospermum arvense* (Lit) im Herbst 2014 auf den vier Praxisbetrieben Fürstenfeldbruck (FFB), Mintraching, Riem und Zorneding. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach Kruskal-Wallis-Test und anschließendem paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon mit Bonferroni-Korrektur. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

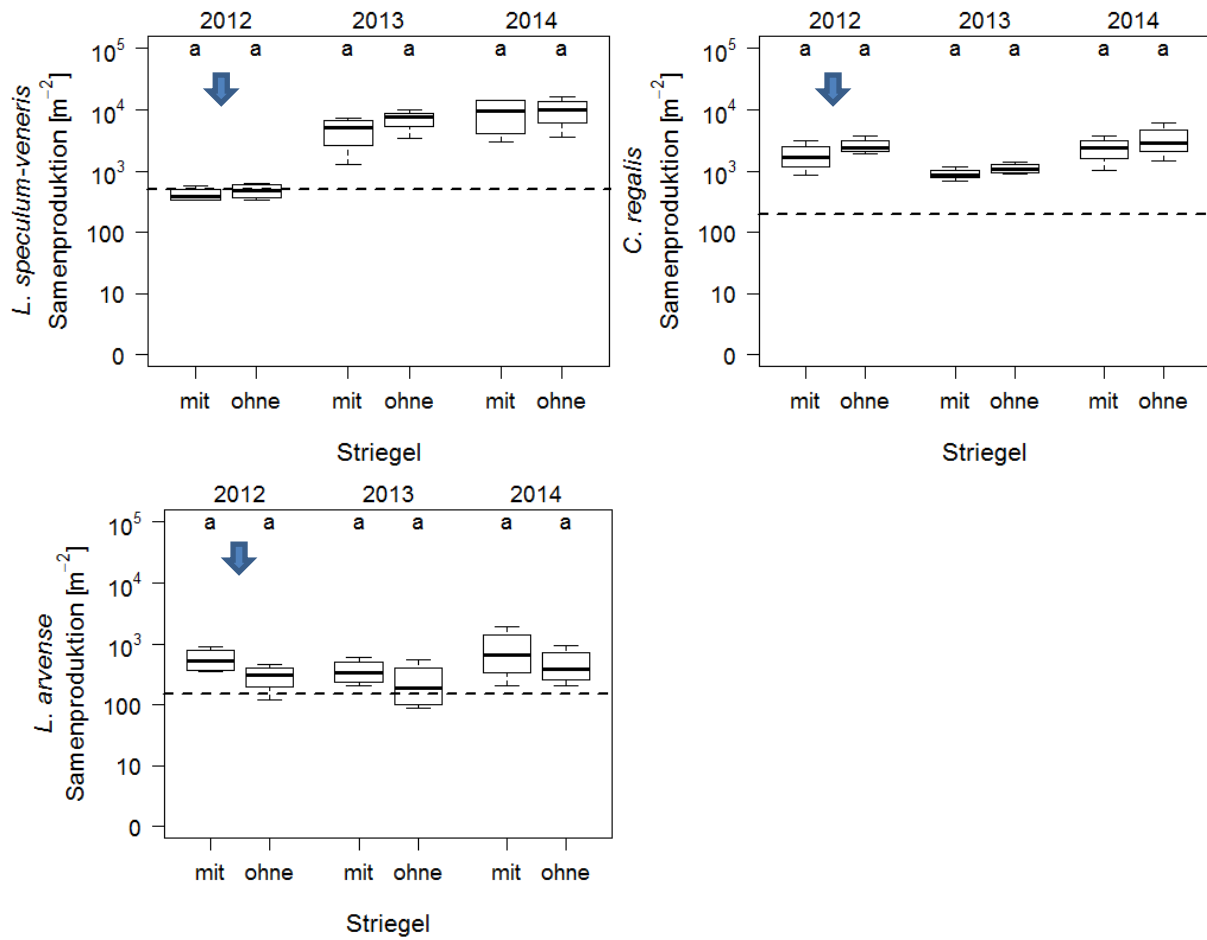


Abb. 16: Samenproduktion der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in den Jahren 2012, 2013 und 2014 auf dem Praxisbetrieb Mintraching mit und ohne Striegeleinsatz im Jahr 2012 (blauer Pfeil). Mann-Whitney U-Tests ergaben keine signifikanten Unterschiede ( $p < 0,05$ ) für die Varianten mit und ohne Striegel. Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

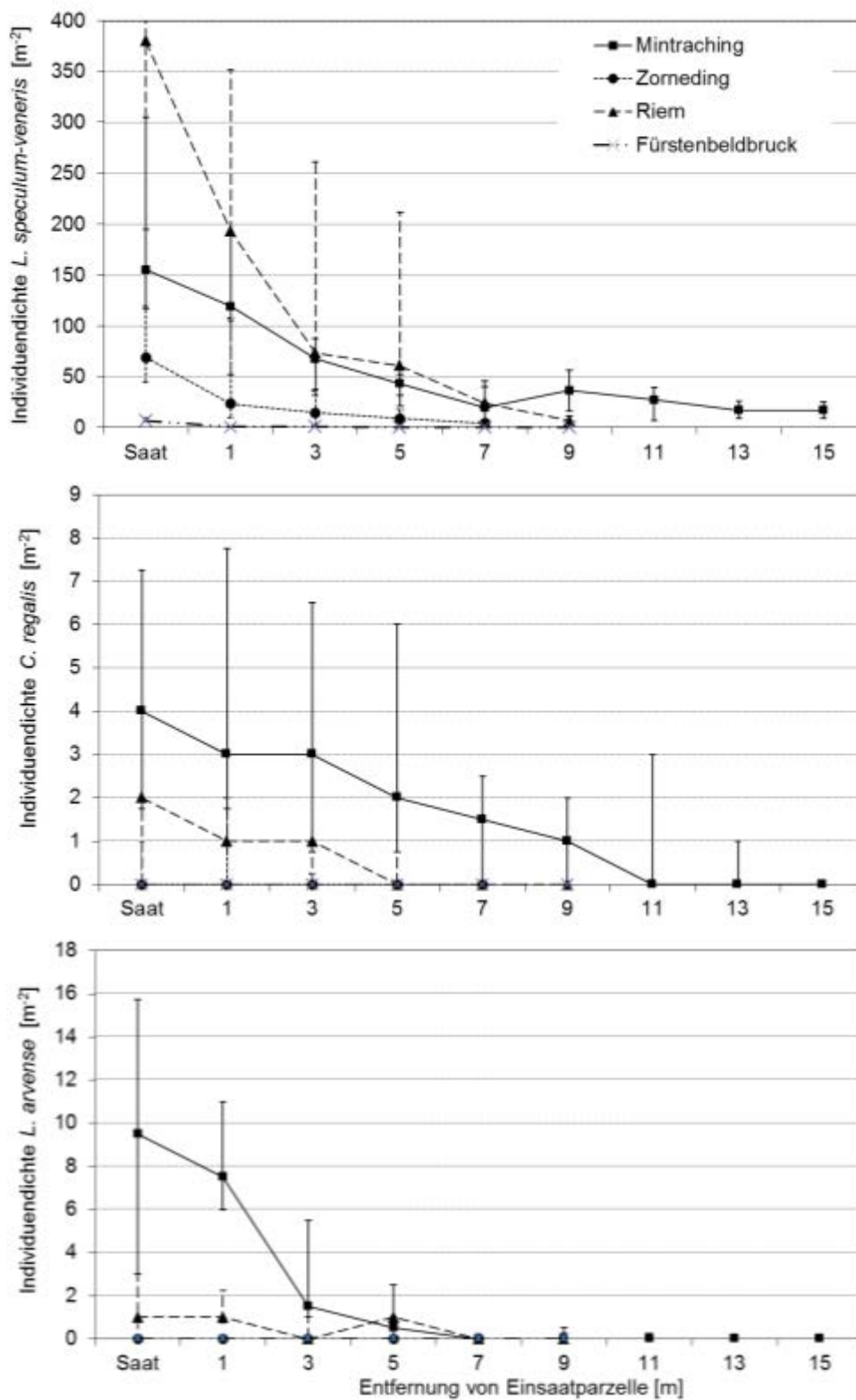


Abb. 17: Ausbreitung der wiederangesiedelten Ackerwildpflanzen *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* aus den Einsaatparzellen entlang der Hauptbodenbearbeitungsrichtung. Individuendichten im November 2014 (drei Jahre nach Aussaat); Dargestellt sind Medianwerte mit 95%-Vertrauensbereich.

### 3.3.6 Ertragseffekte durch die Einsaat seltener Ackerwildpflanzen

Im **Parzellenversuch zur Saattiefe** konnte der Einfluss der Ackerwildpflanzen-Einsaat auf den Kornertrag von Winterroggen durch sigmoide Modelle beschrieben werden (Abb. 18). Der durchschnittliche Kornertrag der Kulturart lag ohne Einsaat von Ackerwildpflanzen bei  $31,2 \pm 0,4 \text{ dt ha}^{-1}$ . Im Bereich niedriger Saattiefen ( $<100$  Samen  $\text{m}^{-2}$ ) kam es kaum zu Ertragsverlusten. Innerhalb von Saattiefen von  $100\text{--}1000$  Samen  $\text{m}^{-2}$  wurde der Ertrag durch *L. speculum-veneris* um  $7,0\text{--}40\%$ , durch *C. regalis* um  $6,9\text{--}21\%$  und durch *L. arvense* um  $0,7\text{--}30\%$  reduziert. Für eine praxisnahe Mischsaat von  $850$  Samen  $\text{m}^{-2}$  ist eine Ertragsreduktion um  $26\%$  zu erwarten. Während bei *L. speculum-veneris* und *C. regalis* schon ab Saattiefen von  $122$  bzw.  $127$  Samen  $\text{m}^{-2}$  eine Ertragsreduktion um  $10\%$  stattfand, war dies bei *L. arvense* und in Mischsaat erst ab  $396$  bzw.  $421$  Samen  $\text{m}^{-2}$  der Fall.

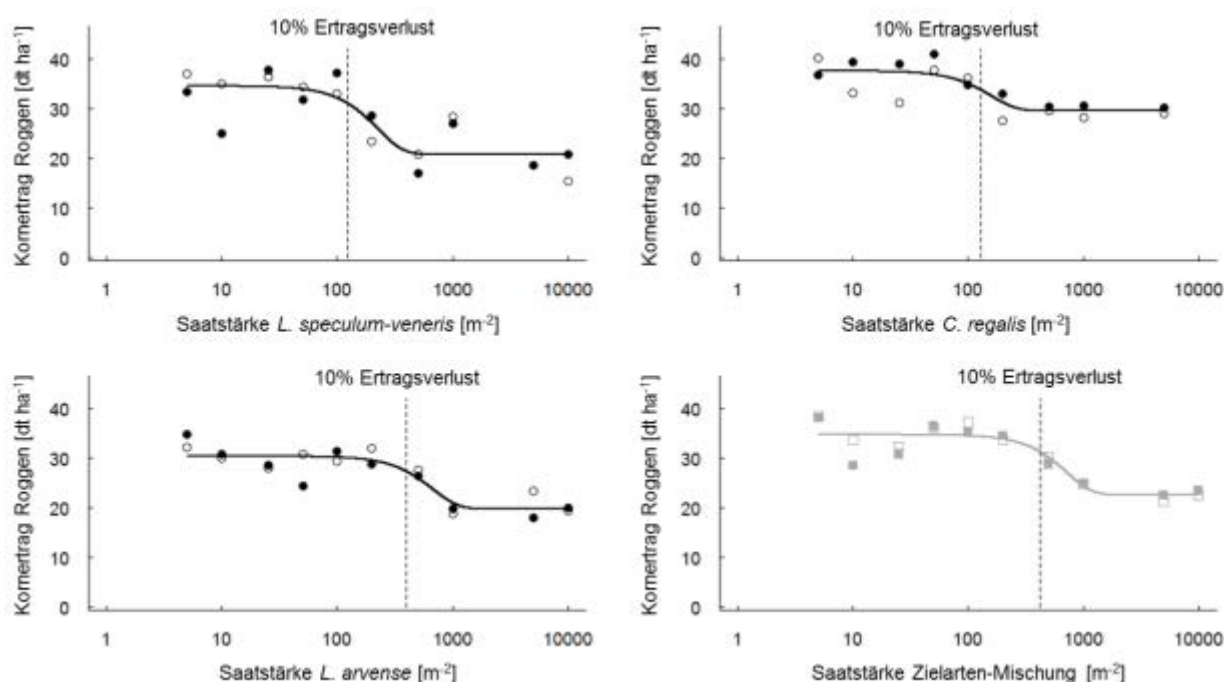


Abb. 18: Kornertrag Roggen (86 % TS,  $n = 2$ ) in Abhängigkeit von der Aussaatstärke der Zielarten in Reinsaat (schwarz, runde Symbole) und Mischung (grau, quadratische Symbole) (1 : 1,3 : 3,3 *L. arvense* : *C. regalis* : *L. speculum-veneris*) mit (volle Symbole) und ohne (leere Symbole) Begleitvegetation. Die Linien zeigen Ergebnisse der nichtlinearen Regression; die gestrichelte senkrechte Linie markiert 10 % Ertragsverlust; die x-Achse ist log-skaliert.

Im **Parzellenversuch zur Fruchtfolge** wurde der Ertrag von Dinkel (2011/12) und Roggen (2012/13 und 2013/14) durch eine Ackerwildpflanzen-Einsaat (Mischsaat,  $850$  Samen  $\text{m}^{-2}$ ) nicht signifikant beeinflusst (Abb. 19). Der Ertrag von Dinkel lag bei normaler Saattiefe ( $160$  Vesen  $\text{m}^{-2}$ ) bei  $25,0 \pm 0,9 \text{ dt ha}^{-1}$ ; bei reduzierter Saattiefe ( $40$  Vesen  $\text{m}^{-2}$ ) bei nur  $9,3 \pm 0,7 \text{ dt ha}^{-1}$ . Die Roggenerträge schwankten 2012/13 unabhängig von der Ackerwildpflanzen-Einsaat zwischen  $8,1$  und  $25,5 \text{ dt ha}^{-1}$ ; im Jahr 2013/14 zwischen  $3,5$  und  $12,3 \text{ dt ha}^{-1}$ .



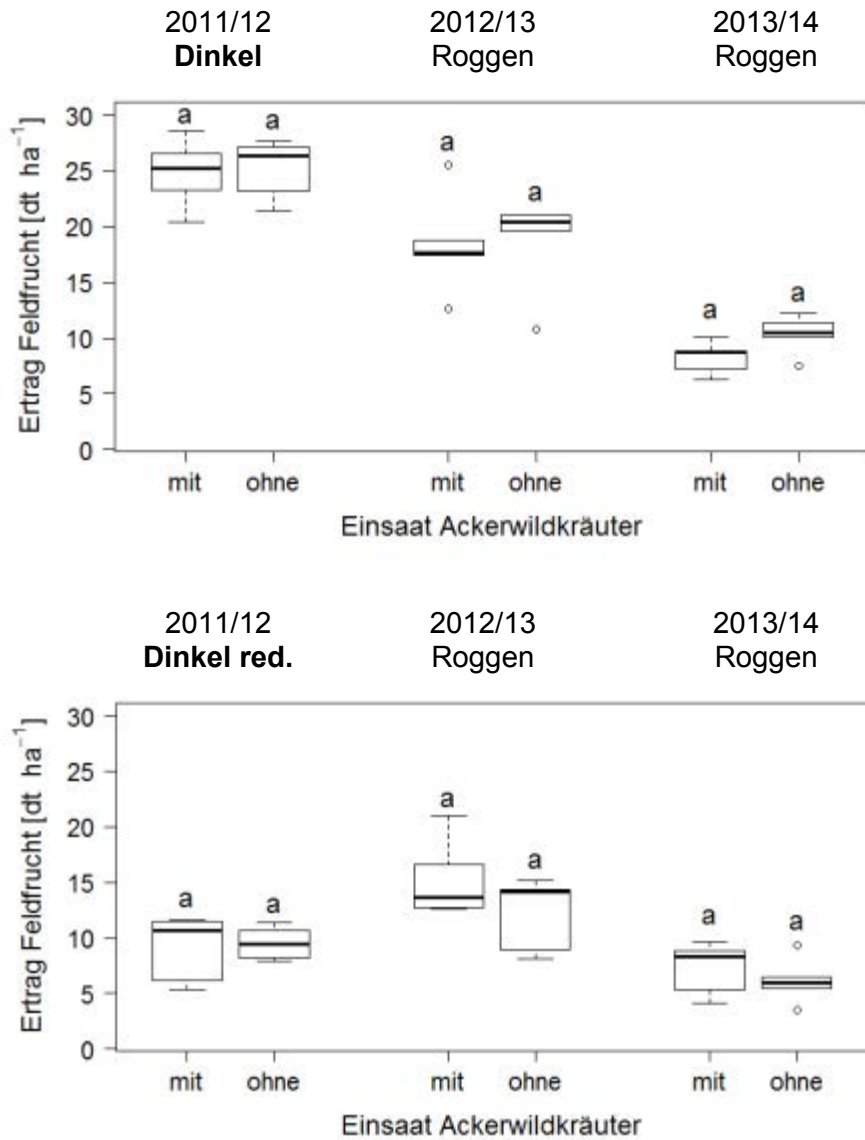


Abb. 19: Ertrag der Feldfrüchte im Parzellenversuch zur Fruchtfolge in den Jahren 2012, 2013 und 2014 in Gräfelfing. Die Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach t-Test bzw. Wilcox-Test.

Auf den **Praxisbetrieben** war der Ertrag der Kulturpflanzen durch die Ackerwildpflanzen-Einsaat (Mischsaat, 850 Samen m<sup>-2</sup>) in keinem der Versuchsjahre signifikant reduziert (Abb. 20 und 21). Die Kulturarten wurden immer in voller ortsüblicher Saatstärke angebaut.

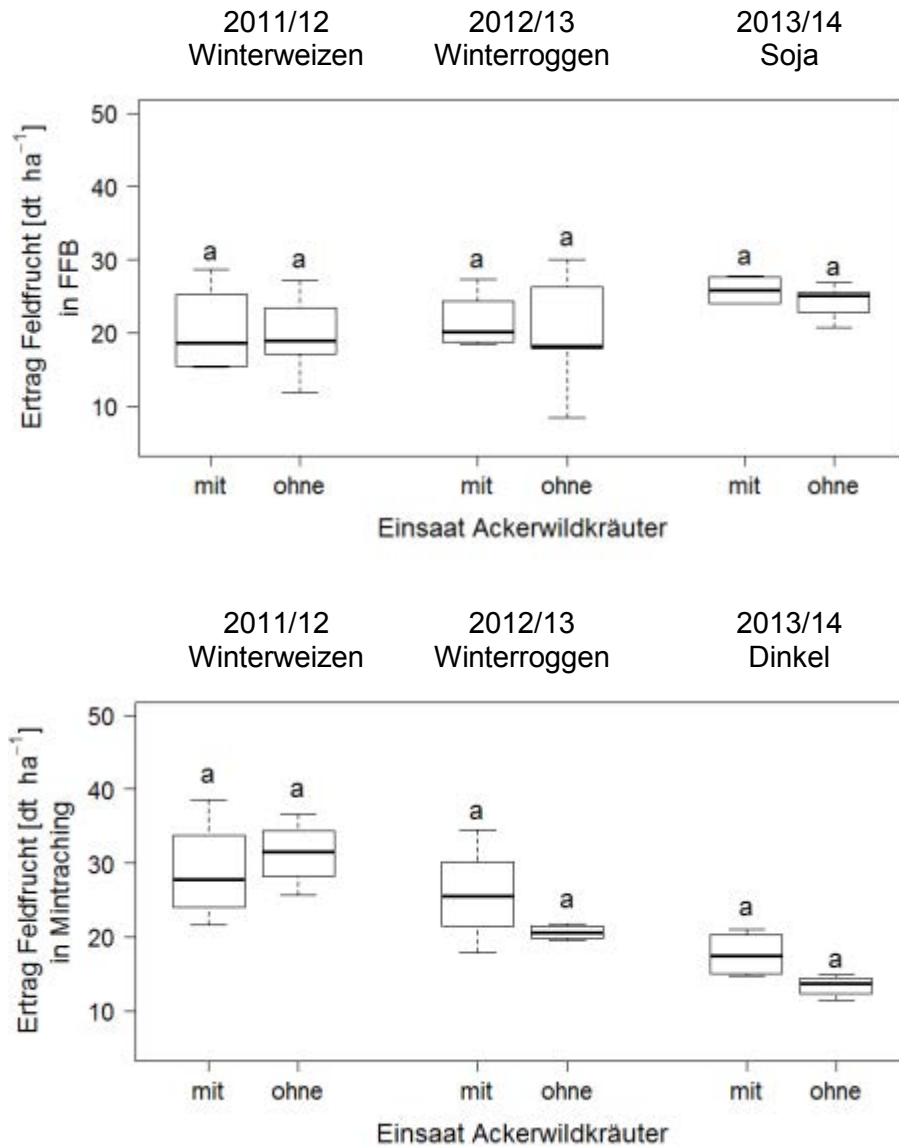


Abb. 20: Ertrag der Feldfrüchte in den Jahren 2012, 2013 und 2014 auf den zwei Praxisbetrieben Fürstenfeldbruck (FFB) und Mintraching. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach t-Test.

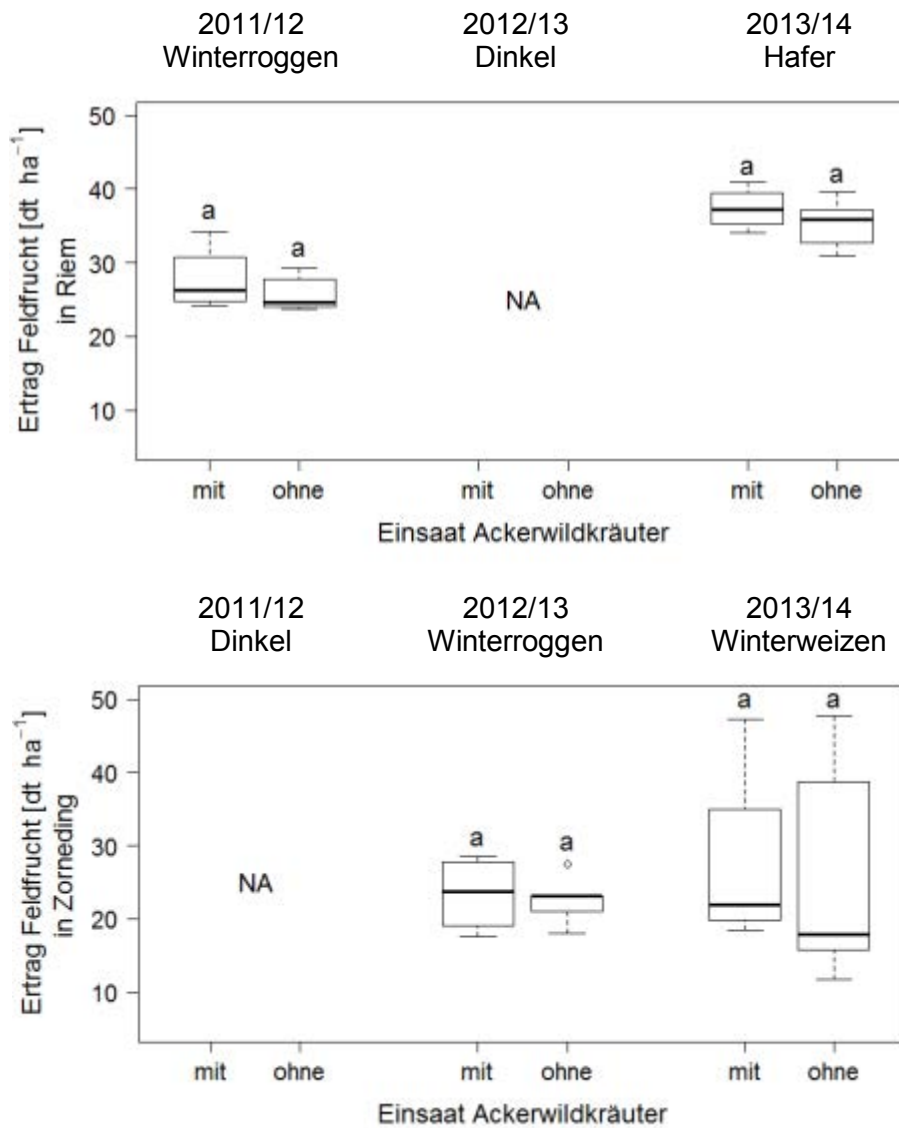


Abb. 21: Ertrag der Feldfrüchte in den Jahren 2012, 2013 und 2014 auf den zwei Praxisbetrieben Riem und Zorneding. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach t-Test. Aus versuchstechnischen Gründen war 2012/13 in Riem und 2011/12 in Zorneding keine Ertragsermittlung möglich (NA).

## 3.4 Diskussion

### 3.4.1 Etablierungserfolg der Ackerwildpflanzen

#### **Erfolgreiche Wiederansiedlung einer anpassungsfähigen Population**

Die Versuche des Teilprojekts Freising zeigen, dass bei entsprechender Bewirtschaftung eine erfolgreiche Wiederansiedlung von gefährdeten Ackerwildpflanzen möglich ist. Unter günstigen Bedingungen konnten die drei Zielarten *L. speculum-veneris*, *C. regalis* und *L. arvense* ihren Lebenszyklus vollenden und mehr Samen produzieren als ursprünglich ausgesät worden waren, was nach der Definition von Pavlik (1996) eine erfolgreiche Wiederansiedlung kennzeichnet.

Durch die mehrjährigen Erhebungen im Fruchtfolgeversuch und auf den Praxisbetrieben sind auch Aussagen über den mittelfristigen Etablierungserfolg möglich. So lagen in mehreren Versuchsvarianten in Gräfelfing und auf dem Praxisbetrieb Mintraching sowohl der Bodensamenvorrat als auch die Zahl der neu produzierten Samen bei allen drei Zielarten drei Jahre nach der Ansaat deutlich über der ursprünglichen Aussaatmenge. Somit wurde das Ziel einer erfolgreichen Etablierung dort zumindest mittelfristig erreicht. Ziel einer effizienten Wiederansiedlung ist es, durch einmalige Ansaat stabile Populationen aufzubauen, die nicht auf ständige Nachsaaten angewiesen sind (Godefroid et al. 2011). Zwar konnten sich im Saatdichteversuch bei sehr niedrigen Saatdichten unter 25 Samen/m<sup>2</sup> nur selten Individuen der Zielarten etablieren, das Verhältnis zwischen Samenproduktion und Aussaatmenge ( $\lambda$ ) lag jedoch in der Regel deutlich über dem Wert eins, da bereits einzelne Individuen der Zielarten hunderte Samen produzieren können.  $\lambda$ -Werte über eins signalisieren ein Wachstum der Populationen (Silvertown & Charlesworth 2001). Eine anfänglich hohe Populationswachstumsrate ist wichtig, um Extinktionsrisiken wie demographische Zufallsereignisse oder Umweltschwankungen, die kleine Population besonders bedrohen, zu minimieren (ebd.).

#### **Samenbank als wichtiger Bestandteil der Ackerwildpflanzenpopulation**

Kennzeichnende Strategie der meisten Ackerwildpflanzen ist eine Anpassung an häufige Störung durch Ausbildung großer Samenvorräte (Cavers & Benoit 1989). Bei den meisten Arten etablieren sich im Feldbestand weniger als 10% der in der Samenbank vorhandenen Diasporen, der größere Teil der Population überdauert als lebensfähige Samen im Boden (Albrecht & Pilgram 1997). So können ungünstige Umweltbedingungen überbrückt und unregelmäßig auftretende Gunstphasen genutzt werden. Durch Exposition von Bodenproben bei günstigen Keimungsbedingungen im Gewächshaus (günstige Keimtemperaturen, regelmäßige Bewässerung und Bodendurchmischung, Konkurrenzausschluss, mindestens zwölfmonatige Beprobung) lässt sich bei den meisten Arten ein großer Teil des tatsächlich vorhandenen Bodensamenvorrates erfassen. Allerdings kann bei manchen Arten auch bei dieser Behandlung ein mehr oder minder großer Teil der Samen dormant (=in Keimruhe) überdauern (Saatkamp et al. 2009).

Bei diesen Samenbankanalysen wurden die drei Zielarten an allen Versuchsstandorten (abgesehen von *L. arvense* in Zorneding) auch drei Jahre nach der Aussaat wiedergefunden. In den Versuchen verhielten sich die Samendichten meist proportional zu den Individuendichten und zur Samenproduktion im Feldbestand. Bei *L. speculum-veneris* hatte sich in Mintraching, Riem und auf einigen Behandlungsvarianten in Gräfelfing der Samenvorrat gegenüber der ausgebrachten Samenmenge sogar mehr als verzehnfacht. Bei *L. arvense* wurde dagegen im Vergleich zum Feldbestand ein eher niedriger Samenvorrat diagnostiziert. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass für diese Art im Gewächshaus keine ganz optimalen Keimbedingungen herrschten und möglicherweise eine größere Zahl nicht gekeimter Samen im Boden verblieb. Die Untersuchungen zur Samenproduktion im Feldbestand lieferten bei dieser Art hier also aussagekräftigere Ergebnisse. Wie die sehr geringe Samenproduktion

2014 bei Sojaanbau am Standort Fürstenfeldbruck zeigt, ist die Menge produzierter Samen wiederum entscheidend von den jeweils angebauten Kulturen abhängig (Saatzeit, Dichte, Management). *L. speculum-veneris* konnte sich in dieser Feldfrucht zwar nicht reproduzieren, war aber dennoch mit einer hohen Samenbank im Boden vertreten. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich diese Zielart in dem nach Soja folgenden Wintergetreide aus der Samenbank wieder gut regenerieren kann. Um die Etablierung der Ackerwildpflanzen gesamtheitlich zu beurteilen, sollten also sowohl Felderhebungen als auch Samenbankanalysen durchgeführt werden.

Vergrabungsversuche (Kapitel 3.3.4.) bieten darüber hinaus die Möglichkeit, die Überdauerungsfähigkeit der Samen miteinzubeziehen. Sie korreliert nicht zwingend mit der Persistenz (=Langlebigkeit) von Samenbanken einer Art sowie deren Samenproduktion. Die Keimung und Etablierung von Pflanzen hängt von einer Vielzahl genetischer und ökologischer Faktoren ab (Urbanska 1992, Fenner 2000). Nach Harper et al. (1965) wird die Populationsgröße von Keimlingen maßgeblich durch das Vorhandensein geeigneter Schutzstellen, sogenannter ‚safe-sites‘ bestimmt. Je nach Art sind dies Mikrostandorte, an denen die Keimruhe gebrochen werden kann, genügend Ressourcen zur Verfügung stehen und der Einfluss durch Samenfresser, Konkurrenten etc. gering ist. Eine kritische Phase der Keimlingsetablierung ist der Übergang von der Nutzung maternaler Reserven zur eigenständigen Assimilation, wobei die Mortalitätsgefahr besonders hoch ist (Urbanska 1992).

### **Konkurrenz durch Kulturarten**

Für die erfolgreiche Wiederansiedlung von Ackerwildpflanzen müssen nicht nur günstige Keimbedingungen, sondern auch geeignete Etablierungsbedingungen im Feld herrschen. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei die Konkurrenz durch Kulturpflanzen. Zimdahl (2004) liefert eine Übersicht über Konkurrenzeffekte zwischen Feldfrucht und Ackerwildkräutern und erläutert auch die dabei wirksamen Steuerungsprozesse. Generell haben Umweltvariablen, wie Bodentyp oder Klima, die Artenzusammensetzung und Individuendichten sowie der relative Auflaufzeitpunkt einen wichtigen Einfluss auf die Konkurrenzbeziehungen.

In den Parzellenversuchen zur Fruchtfolge und in den On-Farm-Versuchen konnte gezeigt werden, dass der Etablierungserfolg mit steigender Kulturpflanzendichte abnimmt und die unterschiedlichen Fruchtarten mit ihren spezifischen Deckungsgraden, Wuchshöhen und Saatterminen die Ackerwildpflanzen entscheidend beeinflussen. Dass Ackerwildpflanzen von geringen Bestandesdichten der Deckfrucht profitieren, wird auch bei Olsen et al. (2006) deutlich. Albrecht et al. (2009) konnten zudem beobachten, dass sich nach Aussaat von *L. arvense* und *C. regalis* in einen dichten Kulturpflanzenbestand aus Roggen und Feldfutter-Untersaat, bei *C. regalis* lediglich einige wenige Individuen etablierten und dass sich *L. arvense* gar nicht entwickeln konnte.

Besonders unter Klee-Gras und in Sommerungen kam es zu einer schlechten Etablierung der Zielarten, was bei Klee-Gras auf die hohen Deckungsgrade der Kultur (hohe Konkurrenzskraft) bzw. bei Sommerungen auf die für winterannuelle Arten ungünstigen Saattermine zurückzuführen ist. Sommerungen können die Populationen von winterannuellen Ackerwildpflanzen stark dezimieren, da hier zahlreiche Keimlinge im Herbst auflaufen, die durch Bodenbearbeitungen im Frühjahr ausgelöscht werden. *L. speculum-veneris* keimt auch im Frühjahr, weshalb sich diese Art in Sommerungen dennoch reproduzieren konnte. Im Klee-Gras ist vor allem der frühe Erntebeginn im Mai kritisch. Zu diesem Zeitpunkt haben die Zielarten ihre Fruchtreife noch nicht erreicht. Während einer Klee-Gras-Phase ist es deshalb für die Ackerwildkrautpopulationen förderlich, wenn zahlreiche Samen im Boden überdauern, anstatt ohne Reproduktionserfolg aufzulaufen. Auf Klee-Gras-Anbau folgt in der Regel Wintergetreideanbau, der für winterannuelle Ackerwildkrautarten günstig ist, sodass Individuen aus der Samenbank gebildet werden können. Dies gilt vor allem für den Anbau von Roggen und Dinkel, weniger – aufgrund der späteren Saattermine – für Weizen und Triticale. Die Wirkung von Wintergerste wurde nicht untersucht.

Besonders günstig für eine erfolgreiche Etablierung ist geringe Konkurrenz im ersten Ansiedlungsjahr. Hier kann ein großes Samenpotential im Boden aufgebaut werden, was für die spätere Überdauerung ungünstiger Phasen, z.B. Klee-Gras, wichtig ist.

### **Überdauerungsfähigkeit der Samen und Einfluss der Bodenbearbeitung**

Nach Thompson et al. (1997) liegt die Persistenz der Samenbanken von Ackerwildpflanzen bei mehreren Jahren. Fallen Ackerflächen brach, unterbleiben bei den im Boden vergrabenen Samen die Keimreize und sie können in der Diasporenbank überdauern. Mit zunehmender Frequenz und Intensität der Störung werden die Diasporen zunehmend zur Keimung angeregt und es kommt ohne regelmäßigen Sameneintrag zu einem raschen Abbau der Samenvorräte (Roberts & Feast 1973). Dass tieferes Vergraben zumindest bei *C. regalis* die Überdauerung im Boden erhöht und somit die Empfindlichkeit der Populationen gegenüber dem Klee-Gras-Anbau verringert, zeigen die Versuche mit unterschiedlich tiefer Samenablage. Da Pflugbodenbearbeitung generell zu größeren Ablagetiefen führt als andere Bearbeitungsgeräte könnte diese Methode den Anteil persistenter Samen an der Population erhöhen (Yenish et al. 1992) und die Empfindlichkeit gegenüber ungünstigen Bewirtschaftungsmaßnahmen verringern. Die Reduktion keimbereiter Samen an der Bodenoberfläche führt aber andererseits auch zu einer geringeren Zahl an Keimpflanzen, die günstige Etablierungsbedingungen nutzen können (Grundy et al. 2001).

Regelmäßige, relativ flache Pflugbodenbearbeitung, bei der sich die Samen gleichmäßig auf eine 10–15 cm tiefe Bodenschicht verteilen, könnte eine Option sein, einerseits das Extinktionsrisiko durch Erhaltung eines größeren Bodensamenvorrates zu reduzieren und andererseits trotzdem für einen ausreichenden Neueintrag von Samen zu sorgen. Entgegen der Erwartungen hatten Düngungsintensität und Vorhandensein einer Deckfrucht keinen Einfluss auf die Überdauerung der Zielarten im Bodensamenvorrat. Dieser kann generell durch Bodenbearbeitung, den Keimungserfolg, mikrobielle Aktivitäten, Bodenfeuchte oder Fraß durch Tiere modifiziert werden (Poschlod 1991, Schneider et al. 1994). Die Dormanz (Keimruhe) der Samen kann die Keimung verhindern oder verzögern. Dass bei den Parzellenversuchen in Gräfelfing beim Vergleich der Bodenbearbeitungsvarianten Pflug (Bearbeitungstiefe ca. 20 cm) und Grubber (Bearbeitungstiefe ca. 5 cm) kein wesentlicher Unterschied beobachtet wurde, zeigt, dass eine einmalige Behandlung mit diesen Geräten die Entwicklungsbedingungen der Zielarten nicht signifikant differenziert. Folgend spielt es für die Wiederansiedlung von Ackerwildpflanzen eine Rolle, ob Klee-Gras-Gemenge als Stoppelsaat (mit vorhergehender Grubberbearbeitung) oder als Blanksaat (mit vorhergehender Pflugfurche und Saatbettbereitung) angelegt wird.

### **Saatzeitpunkt**

Auch der relative Zeitpunkt des Auflaufens beeinflusst die Konkurrenzbeziehung zwischen Ackerwildpflanze und Kulturpflanze. Die Parzellenversuche zum Saatzeitpunkt zeigten, dass eine frühe Aussaat im Herbst besonders günstig ist. Für winterannuelle Arten ist dies wichtig, da diese in besonderem Maße auf niedrige Keimtemperaturen angewiesen sind (Otte 1994). Auch Pywell et al. (2010) nennen Herbst- statt Frühjahrssaat als förderlichen Faktor für Ackerwildkräuter. Nur *L. speculum-veneris* konnte sich auch bei einer Aussaat im Frühjahr erfolgreich etablieren, solange keine Deckfrucht (Kulturart) mitangebaut wurde. Dies kann durch eine breitere Spanne günstiger Keimtemperaturen von *L. speculum-veneris* (Keimtemperaturen 3–30 °C) gegenüber *C. regalis* und *L. arvense* (3–20 °C) erklärt werden (Otte 1994). Die Literaturangaben über den jahreszeitlichen Keimungsverlauf der Zielarten weichen voneinander ab. Für alle drei Arten, insbesondere *L. speculum-veneris*, ist neben Herbst- auch Frühjahrskeimung möglich (Schneider et al. 1994). Allerdings hängt neben der erfolgreichen Keimung auch die weitere phänologische Entwicklung und Fitness der Individuen stark von deren Auflaufzeitpunkt ab. So konnten die im Frühjahr aufgelaufenen Zielarten beispielsweise im Hafer (Sommerung) auf dem Praxisbetrieb Riem pro Pflanze nur geringe Biomassen und Samenmengen produzieren.

## Saadichten und phänotypische Plastizität

Saat- und Individuendichten beeinflussen sowohl die Biomasse- und Samenproduktion pro Pflanze, als auch die Mortalitätsraten innerhalb einer Population (Harper & Gajic 1961, Harper & McNaughton 1962, Palmblad 1968, Watkinson 1981). Dies konnte im Saadichteversuch anhand einer Sättigung der Samenproduktion bei hohen Saatstärken beobachtet werden. Dichteeffekte treten dabei in unterschiedlichen Entwicklungsphasen auf. Schon die Keimung kann durch hohe Samendichten gehemmt sein (Palmblad 1968, Bergelson & Perry 1989). Durch phänotypische Plastizität werden unter hohen Individuendichten verhältnismäßig weniger Blüten und Früchte pro Individuum, als auch Samen pro Frucht gebildet, wodurch die flächenbezogene Samenproduktion bei allen drei Arten einer Sättigungskurve folgte. Eine Erhöhung der Aussaatmenge führte ab einem bestimmten Punkt also nicht mehr zu einer Erhöhung der Samenproduktion. Die plastische Reaktion von Annuellen auf erhöhte Dichten konnte auch von Harper & Gajic (1961) an *Agrostemma githago*, von Harper & McNaughton (1962) an *Papaver*-Arten und von Palmblad (1968) an einigen weiteren Ackerwildkrautarten gezeigt werden.

Die Reaktion von Annuellen auf hohe Dichten kann dazu dienen eine erforderliche Anzahl an Genotypen in einer Population zu erhalten, indem viele Individuen eine geringe Anzahl an Samen zur nächsten Generation beisteuern (Harper & Gajic 1961). Um die oben beschriebenen negativen Dichteeffekte zu vermeiden, sollte die Saadichte nicht zu hoch sein. Um überhaupt eine erfolgreiche Etablierung zu ermöglichen und einen ausreichenden großen Pool genetischer Diversität einzuführen, sollte sie aber auch nicht zu niedrig sein (Bischoff et al. 2010). Entsprechend sollten die Samen auch von vielen verschiedenen Pflanzen stammen. Positiv kann sich zudem die Herkunft des Pflanzenmaterials aus verschiedenen Populationen auswirken (Vergeer et al. 2005). Es sollte sich dabei jedoch immer um autochthones Saatgut handeln.

## Einfluss der spontanen Begleitvegetation

Das Entfernen der Begleitvegetation im Saadichteversuch hatte kaum Effekte auf die Etablierung der Ackerwildpflanzen. Ein Grund könnte der späte Jätebeginn im Mai sein. Zu diesem Zeitpunkt war die Keimung schon fast beendet, sodass sich die Individuendichten auch ohne Begleitvegetation kaum noch ändern konnten (Cousens & Mortimer 1995). Der geringe Einfluss der Begleitvegetation kann außerdem auf den generell schwachen Bewuchs mit konkurrenzstarken Ackerwildkräutern zurückgeführt werden. Nach Epperlein et al. (2014) wird die Biomasse- und Samenproduktion von *L. speculum-veneris* nicht durch die Anzahl konkurrierender Arten, sondern durch die Wirkung der konkurrenzstärksten Art beeinflusst. Die Autoren konnten zeigen, dass in Gegenwart von Weizen die zusätzliche Konkurrenz der annuellen Art *Stellaria media* keinen Einfluss auf *L. speculum-veneris* hatte.

## Unterschiede zwischen einzelnen Arten

In allen Versuchen zeigte *L. speculum-veneris* eine bessere Etablierung als *C. regalis* und vor allem *L. arvense*. Während der frühen Keimlingsetablierung sind großsamige Arten robuster gegenüber Umwelteinflüssen als kleinsamige (Moles & Westoby 2004). Dennoch konnte die kleinsamige Art *L. speculum-veneris* höhere Individuen- und Samendichten bilden als die großsamigen *C. regalis* und *L. arvense*. Ein Grund dafür könnten die unterschiedlichen Temperaturansprüche der Keimung der Ackerwildkräuter sein (Otte 1994). Die Bindung von *L. arvense* und *C. regalis* an kühle Keimtemperaturen könnte in der vorliegenden Studie zu einer kürzeren Auflaufphase im Feld geführt haben, weshalb deren Etablierungsraten insgesamt geringer ausfielen. Darüber hinaus lagen in den Versuchen von Otte (1994) die maximalen Keimfähigkeiten von *C. regalis* und *L. arvense* meist unter 50 %, während *L. speculum-veneris* bei mehreren Temperaturen mit 100 % keimte.

Versuche von Günter (1997) zeigen, dass das Überleben von Keimlingen im Winter die Populationsgröße winterannueller Ackerwildkräuter maßgeblich beeinflusst. Kalte Winter und Spätfrost schaden *L. speculum-veneris* kaum (Kutschera, zitiert in Schneider et al. 1994), was für diese Zielart im Jahr 2012/13 bei zahlreichen Frosttagen bis Ende März von Vorteil gewesen sein dürfte. Die geringen Etablierungsraten von *L. arvense* lassen sich unter anderem anhand von dessen Attraktivität als Nahrung für Mäuse (v.a. Feld- und Wühlmäuse) erklären. Insbesondere in Gräfelfing und auf dem Praxisbetrieb Zorneding konnten sehr hohe Mausschäden an *L. arvense* festgestellt werden. Die Pflanzen waren bis zur Ernte teilweise vollständig abgefressen.

### **Konkurrenz zwischen den Zielarten**

Die Etablierung der Zielarten unterschied sich nicht zwischen den beiden Saattypen Misch- vs. Reinsaat. In Reinsaat wäre eine geringere Etablierung zu erwarten gewesen, da innerartliche häufig stärker als zwischenartliche Konkurrenz ist, und da Individuen einer Art ähnliche Ressourcenansprüche aufweisen sowie gleichermaßen durch natürliche Feinde gefährdet sind (Amarasekare 2003). Dies ist jedoch stark abhängig von der jeweiligen Art und der Zusammensetzung der gesamten Pflanzengesellschaft. Von den großsamigen und hochwüchsigen Arten *L. arvense* und *C. regalis* wäre eine erhöhte Konkurrenzkraft gegenüber der kleinsamigen und kleinwüchsigen *L. speculum-veneris* zu erwarten gewesen (Turnbull et al. 1999, Moles & Westoby 2004, Aarsen 2005). Doch das für die Versuchsansaat gewählte Mischungsverhältnis – basierend auf den Tausendkornmassen der Zielarten – lieferte keine vergleichbaren Etablierungschancen. *L. speculum-veneris* wies im Vergleich zu *L. arvense* und *C. regalis* in allen Versuchen die höchsten Etablierungserfolge auf.

### **Etablierungserfolge in On-Farm-Versuchen**

Zwischen den vier Praxisbetrieben wurden bei der Etablierung der Zielarten große Unterschiede beobachtet. Durch die Vielzahl an Einflussvariablen (Fruchtfolge, Saatzeitpunkt, Bodenbearbeitung, Zwischenfrucht, Standortverhältnisse etc.) können diese Unterschiede im Etablierungserfolg der Zielarten aber nicht auf einzelne Faktoren zurückgeführt werden. Vermutlich spielten die jeweiligen Feldfrüchte mit unterschiedlichen Deckungsgraden und Saatterminen eine wichtige Rolle. So wirkten sich in Fürstenfeldbruck die stark deckenden, sommerannuellen Sojabohnen sehr negativ, die lichten Dinkelbestände in Zorneding hingegen positiv auf die Ackerwildpflanzen aus.

Je nach Standort können auch Bodenfaktoren einen entscheidenden Einfluss haben. Für die kalkliebenden Zielarten lag beispielsweise der pH-Wert in Fürstenfeldbruck mit 6,0 etwas zu niedrig. Auch biotische Einflüsse haben die Populationsgrößen der Ackerwildpflanzen beeinflusst, so kamen in Zorneding sehr viele Mäuse vor, die vor allem *L. arvense* stark zugesetzt haben. Verzicht auf Striegeln fördert die Ackerwildkrautvegetation (Sprenger 2005). Dementsprechend konnten sich die Zielarten in Mintraching besonders gut etablieren. Der Betrieb verzichtete als einziger der vier Praxisbetriebe in allen drei Versuchsjahren auf diese mechanische Unkrautregulierung, die anderen drei Betriebe nur in den beiden ersten Jahren nach Ansaat.

### **Ausbreitung der Zielarten im Laufe des Versuchszeitraums**

Da die meisten Ackerwildpflanzen einjährig sind, können sie sich dort, wo die Mutterpflanze stand, im nächsten Jahr aus Samen neu etablieren. Deshalb haben diese Arten kaum Ausbreitungsmechanismen, wie eine große Samenoberfläche oder an Tieren anhaftende Klebstrukturen (Albrecht & Auerswald 2009). Dementsprechend spielt die hemerochore Ausbreitung durch den Menschen eine entscheidende Rolle für die räumliche Dynamik dieser Arten. So beobachteten Meyer et al. (1998) bei entsprechenden Feldversuchen Ausbreitungsdistanzen von bis zu 23 m.



Entsprechende Untersuchungen zur Ausbreitung auf den Praxisbetrieben zeigten, dass es innerhalb von drei Jahren bei allen Zielarten zu einer deutlichen Arealvergrößerung gekommen ist. Die größten Ausbreitungsdistanzen mit über 15 m von der Einsaatfläche wurden bei *L. speculum-veneris* erreicht. Dabei spielt vermutlich die Verdriftung durch Schlepperreifen, Bodenbearbeitungs- und Erntegeräte eine große Rolle. Die kleinen Samen haften anscheinend besonders gut an den landwirtschaftlichen Fahrzeugen, wobei der Effekt durch feuchte, klebrige Erde verstärkt werden kann. Ansonsten fallen die Samen von *L. speculum-veneris* lediglich aus den Kapseln heraus und können durch Wind über kürzere Distanzen ausgebreitet werden (Schneider et al. 1994). Die reifen Samen von *L. arvense* fallen nicht sofort von der Mutterpflanze ab, wobei immer eine von vier Klausen am Blütenboden fest haften bleibt, während die anderen zwei bis drei bei Berührung abfallen (ebd.). Die Früchte von *L. arvense* wurden von Mäusen sehr stark angenommen. Die Pflanzen wurden in kleine Stückchen zerteilt und es konnte vor allem in Gräfelfing ein Transport zur Vorratsspeicherung hin zu Mauslöchern beobachtet werden. Eine Ausbreitungsdistanz über mehrere Meter ist dadurch möglich. Auf den Praxisbetrieben lag diese bei 11 m. Die Samen von *C. regalis* werden durch Aufplatzen der Balgfrucht ausgestreut. Die maximale Ausbreitungsdistanz von 13 m kommt vermutlich vor allem durch Bodenbearbeitung und entsprechendes Verdriften zu Stande.

Während in Gräfelfing zahlreiche Individuen in der näheren Umgebung der Einsaatparzellen und in den Kontrollparzellen entdeckt wurden, verblieb auf den Praxisbetrieben der größte Teil der Zielarten in unmittelbarer Nähe der Einsaatparzellen. Neben der Dichte der etablierten Populationen innerhalb der Aussaatparzellen, kann eine derartige Vergrößerung des Areals der Zielarten als weiteres wichtiges Merkmal für eine erfolgreiche Wiederansiedlung gewertet werden.

### 3.4.2 Ertragseffekte durch die Einsaat seltener Ackerwildpflanzen

#### **Ertragseffekte bei unterschiedlichen Kulturarten und Fruchtfolgen**

Im Parzellenversuch zur Fruchtfolge und auf den Praxisbetrieben konnten keine Ertragseffekte durch die Ackerwildkrauteinsaat (850 Samen m<sup>-2</sup>) nachgewiesen werden. Auch Epperlein et al. (2014) stellten in einem Gewächshausversuch bei einer Dichte von 150 Individuen m<sup>-2</sup> keinerlei ertragsmindernde Effekte von *L. speculum-veneris* auf Weizen fest. Dies stimmt mit der Einstufung der drei Zielarten als konkurrenzwache Arten überein (Schneider et al. 1994, Holzner & Glauning 2005). Die Konkurrenz zwischen Deckfrucht und Ackerwildpflanze ist allerdings von vielen Faktoren abhängig, dazu zählen die Kulturart und Sorte (Lemerle et al. 1995), der Bodentyp (Firbank et al. 1990), die Witterung im Versuchsjahr (ebd.) und weitere abiotische und biotische Faktoren (Zimdahl 2004). Generell waren auf den Versuchsstandorten die Erträge auch ohne Zielarten-Einsaat relativ gering. Gründe hierfür können die geringe Bonität bzw. Ertragsfähigkeit der Böden, ungünstige Witterungsbedingungen und eine geringe Stickstoffversorgung durch seltenen Leguminosenanbau im Untersuchungszeitraum sein.

#### **Ertragseffekte bei unterschiedlicher Saatkichte der Ackerwildpflanzen**

Im Saatkichteversuch konnten mit steigender Aussaatstärke der Ackerwildkräuter Ertragsverluste im Roggen beobachtet werden. Im Folgenden sollen mögliche Gründe für die Ertragseinbußen erörtert werden. Einen besonders starken Einfluss auf die Konkurrenzfähigkeit von Ackerwildkräutern hat die Dichte der Kulturart (Wilson et al. 1995). Je niedriger die Getreidedichte, desto größer ist der Effekt von Ackerwildkräutern auf den Ertrag (ebd.). Mit einer Ährendichte von rund 295 m<sup>-2</sup> war der Durchschnittswert der Kontrollflächen im Saatkichteversuch vergleichsweise niedrig. Innerhalb der Sortenversuche Ökologischer Landbau der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde eine Dichte von 447 Ähren m<sup>-2</sup> bei

Winterroggen im Jahr 2012 im Landkreis Freising angegeben (Anbaujahr 2012, Sorte Danko, 360 Körner m<sup>-2</sup>; LfL 2012).

Ein weiterer möglicher Grund für die relativ starken Auswirkungen der Zielarten könnte die Infektion des Winterroggens mit den Rostpilzen *Puccinia graminis* und *Puccinia recondita* gewesen sein, wodurch die Konkurrenzkraft des Getreides herabgesetzt wurde (Roelfs et al. 1992, Tupits et al. 2010, Clay 2012). Der Befall war schwerpunktmäßig zwischen Anfang Juli und Anfang August während der Fruchtentwicklungs- und Reifephase des Getreides (Makrostudien 7 und 8, BBA 2001) sichtbar. Serrago & Miralles (2014) zeigten, dass die Infektion mit einem Rostpilz zur Ressourcenlimitierung während der Kornfüllungsphase führt und somit den Ertrag stark verringert. Im Juli 2013 herrschte warme und extrem trockene Witterung (DWD 1996–2014). Aufgrund der wasserdurchlässigen Böden mit geringer nutzbarer Feldkapazität (Fetzer et al. 1986), führte dies zur Beeinträchtigung der Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit, überwiegend während der Reifephase der Kulturart. Dies könnte einen verstärkten Stressfaktor für die Kulturart dargestellt haben und die Konkurrenzwirkung zwischen Winterroggen und Ackerwildkräutern beeinflusst haben (Patterson 1995). Alle drei Zielarten sind an nährstoffarme und durchlässige Böden angepasst (Schneider et al. 1994). Insbesondere *L. arvense* wird durch trockene Verhältnisse im Sommer nicht in Mitleidenschaft gezogen (ebd.). Letztlich hat auch der versuchsbedingt reduzierte Anbau an N-fixierenden Schmetterlingsblütlern die Erträge beeinträchtigt.

Im Bereich praxisrelevanter Saatstärken zwischen 100 und 1000 Samen m<sup>-2</sup> waren die Ertragsverluste (0,7–40 %) durch *C. regalis* am geringsten, gefolgt von *L. arvense* und *L. speculum-veneris*. Die artspezifischen Unterschiede lassen sich durch die entsprechenden Individuendichten erklären, die bei *C. regalis* mit 10–53 Individuen m<sup>-2</sup> (Durchschnittswerte der Sommerzählung) am niedrigsten waren, gefolgt von *L. arvense* (3–72 Individuen m<sup>-2</sup>) und *L. speculum-veneris* (9–156 Individuen m<sup>-2</sup>). Diese Ergebnisse zeigen, dass aufgrund hoher Saatgutkosten der Ackerwildpflanzen und wegen zu erwartender Ertragseffekte die ausgebrachten Samenmengen quantifiziert sowie sehr hohe Aussaatmengen vermieden werden sollten.

### Zeitpunkt der Konkurrenz

Bei allen drei Arten lässt sich die Reduktion des Kornertrags schwerpunktmäßig auf verringerte Ährendichten zurückführen. Durch die gleichzeitige Saat der Zielarten und der Kulturart im Herbst, konnten diese zeitgleich auflaufen und um Platz sowie Ressourcen konkurrieren (Ross & Harper 1972). Es ist also von einer Konkurrenzwirkung während der Keimungs- und Bestockungsphase des Getreides auszugehen. Der Zeitpunkt des Auflaufens stellt dabei einen wichtigen Faktor für das Konkurrenzverhältnis zwischen Kulturart und Ackerwildkräutern dar, wie es beispielsweise von Willenborg et al. (2005) für *Avena fatua* in Saat-Hafer gezeigt wurde.

Während *C. regalis* und *L. speculum-veneris* die Tausendkornmasse von Roggen kaum bzw. nur in den beiden höchsten Aussaatstärken beeinflussten, konnten für *L. arvense* bei praxisrelevanten Saatstärken von 100–1000 Samen m<sup>-2</sup> Verluste von 3,9–6,9 % beobachtet werden. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass *L. arvense* mit dem Getreide auch während dessen Reifephase konkurrierte. *L. arvense* zeigte ein ähnliches Wachstumsverhalten wie Winterroggen, mit hohem Sprosswachstum, und bildete bis zur Ernte neue Triebe. Ähnliches Wachstumsverhalten wie die Kulturpflanze (Wilson & Wright 1990) sowie hohe Wachstumsraten und Sprosshöhen (Grime 1979) steigern die Konkurrenzkraft von Ackerwildkräutern.

## 4 Teilprojekt Witzenhausen

### 4.1 Versuchsfragen

Auf drei ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben sollten Verfahren zur Re-Etablierung von Ackerwildkräutern angewendet und in Hinblick auf die Umsetzung auf Biobetrieben weiterentwickelt werden. Sowohl die Ansaat von ausgewählten Zielarten als auch die Diasporenübertragung durch Oberbodentransfer wurden hinsichtlich des Etablierungserfolges auf artenarmen Zielflächen untersucht. Die Konzeption der Versuche erfolgte unter Einbeziehung von Praktikern, die Interesse an der Re-Etablierung seltener Ackerwildkräuter haben. Die Verfahrensweise wurde, aufbauend auf bisherigen Erfahrungen, zusammen mit den Landwirten partizipativ entwickelt und optimiert. Bei den kooperierenden Betrieben handelte es sich um Gut Fahrenbach (Bioland, Witzenhausen-Fahrenbach) und den Betrieb Öx (Bioland, Berkatal-Frankershausen) in Nordhessen sowie den Hof Luna (Demeter, Everode) in Südniedersachsen.

#### 4.1.1 Übersicht über den Ablauf der Versuche

Grundlage der Versuche ist die vegetationskundliche Erfassung der Ackerwildkraut-Vegetation der Praxisbetriebe, die im Sommer 2011 erfolgte. Hier konnte an länger zurückliegende Untersuchungen angeknüpft werden, durch die das auf den Feldern zu erwartende Artenspektrum bereits weitgehend bekannt war. Die Erhebung diente der Identifikation artenreicher Flächen als „Spenderflächen“ sowie floristisch verarmter Flächen (z.B. erst kurzfristig umgestellter Äcker) als geeignete „Empfängerflächen“ zur Anlage der Versuche.

Für die Re-Etablierung wurde ausschließlich autochthones Saatgut verwendet, das im weiteren Umfeld der jeweiligen Höfe (= 50 km zwischen Herkunfts- und Zielort) gewonnen wurde. Die Übertragungsdistanz von 50 km ist eine relativ willkürliche Festlegung und orientiert sich an Publikationen der LÖLF in Nordrhein-Westfalen zum Ackerrandstreifenprogramm. Es wurde demzufolge Samenmaterial zwischen den Flächen von Gut Fahrenbach und dem Biolandbetrieb Öx übertragen, nicht jedoch zwischen diesen und dem außerhalb dieser Entfernung in Südniedersachsen liegenden Hof Luna. Zusätzlich stand für die Höfe Öx und Fahrenbach Saatgut aus dem abgeschlossenen Erprobungs und Entwicklungsvorhaben „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ zur Verfügung, das vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) gefördert worden war. Für die hier erprobte Ackerwildkraut-Ansaat mittels Initialsaat-Blühstreifen (van Elsen & Hotze 2008, Hotze et al. 2009) war Saatgut verwendet worden, das zuvor ebenfalls unter Einhaltung der o.g. Entfernungen gesammelt und vermehrt worden war. Das Saatgut der Arten stammte unmittelbar aus dem Untersuchungsgebiet des aktuellen Projekts.

Die Grundidee des Blühfenster-Konzepts war, dass die Ackerwildkraut-Blühfenster oder -streifen als Initialansaat fungieren: Die eingebrachten Arten sollten sich ungehindert entwickeln und aussamen können, bevor die Blühfenster zum Ende der Vegetationsperiode wieder in die praxisübliche Bewirtschaftung des Feldes zurückgeführt wurden. Von den mit dem Samenmaterial angereicherten Blühfenstern sollen sich die Ackerwildkräuter durch Verschleppung der Samen (z.B. durch Bodenbearbeitung oder Tiere) sukzessive auf die gesamte Ackerfläche ausbreiten können.

Bei der Planung der Blühfenster wurde darauf geachtet, dass in der Fruchtfolge das Folgejahr möglichst günstige Bedingungen für die Wildkräuter aufwies, d.h. als Folgefrucht sollte

möglichst eine Winterung folgen, da Klee gras oder Hackfrucht für die Zielarten fast keine Etablierungschancen bieten. Nicht auf allen Flächen war dies realisierbar.

Unmittelbar nach Projektbeginn fanden Treffen mit den Partnerbetrieben statt, wobei das Versuchskonzept erläutert und Absprachen getroffen wurden. Parallel wurden frühere vegetationskundliche Untersuchungen (z.B. Hotze & van Elsen 2006, Hotze 2005, Günther 1991) und Gutachten (van Elsen & Günther 1991) über die Ackerwildkraut-Vegetation des Gebietes ausgewertet und Flächen begangen.

Auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen war mit mindestens 2 m breiten und ganze Felder unterteilenden Blühstreifen gearbeitet worden. In den Gesprächen wurde deutlich, dass für die Landwirte die Anlage von Blühfenstern akzeptabler und umsetzbarer war als die Anlage von Blühstreifen:

- Die Anlage von Blühstreifen ist für den Landwirt deutlich aufwändiger als die Anlage von Blühfenstern.
- Die Gefahr durch bodenbürtige Verunkrautung wurde bei Blühstreifen als größer erachtet.
- Der Ernteausfall ist bei Blühstreifen erheblicher.
- Die geringen Projektmittel für Entschädigungszahlungen konnten so optimal genutzt werden.
- Blühfenster lassen sich besser in vergleichbare (homogene) Parzellen unterteilen als Blühstreifen, um verschiedene Parameter austesten zu können.

Zur Wintergetreide-Aussaat 2011, 2012, 2013 und 2014 erfolge jeweils im Herbst die

- Anlage von Ackerwildkraut-Blühfenstern auf Flächen, auf denen die eingesetzten Arten nicht bereits vorkommen sollten;
- Anlage von Parzellen, die der Saatgut-Vermehrung dienen,
- Anlage von Bodenübertragungs-Parzellen mit Oberboden von artenreichen Äckern;
- Diskussion der Verfahrensweise und Methodenentwicklung zusammen mit den Bewirtschaftern der Betriebe.

## 4.2 Material und Methoden

### 4.2.1 Vorbereitende Geländearbeit: Erfassung der Vegetation der Untersuchungsgebiete, Identifikation von Spender- und Empfängerflächen

In der Vegetationsperiode 2011 wurde die Vegetation von Feldern der drei Betriebe durch pflanzensoziologische Aufnahmen selektiv erfasst. In Einzelfällen wurden außerdem benachbarte Flächen erfasst, die potenziell als Spenderflächen geeignet schienen. Um die bestgeeigneten Spenderflächen zu identifizieren, wurde neben eigenen und vorangegangenen Kartierungen (Meyer 1976, Günther 1991, van Elsen & Günther 1991, Blum 1994, Blum 1995, Hotze 2005) auch Informationen von Jürgen Bringmann, Berater des Fachdienstes Ländlicher Raum des Werra-Meißner-Kreises, einbezogen. Durch dessen langjährige Betreuung von Landwirten, die am Ackerrandstreifenprogramm teilnehmen, konnte von seiner Flächenkenntnis profitiert werden. Auf weitere Flächen wurde das Team durch Hinweise von Heinrich Hofmeister (†, Hildesheim) aufmerksam, oder die Flächen wurden aufgrund von Exposition, dem Angrenzen an Kalkmagerrasen o.ä. gezielt aufgesucht und untersucht. Die Erfassung der Vegetation erfolgte nach der durch van Elsen (1994) vorgestellten Methode, die auch im Projekt „100 Äcker für die Vielfalt“ ([www.schutzaecker.de](http://www.schutzaecker.de)) für die Kartierung der Schutzäcker angewandt wurde. Dabei erfolgt die Aufnahme in 2 m x 50 m langen Streifen jeweils getrennt für den Rand- und Innenbereich des Feldes. Die Aufnahme im Feldinneren wurde i.d.R. in 10 m Entfernung parallel zum Feldrand durchgeführt. Die Erfassung solcher Aufnahmepaare hat den Vorteil, dass sowohl die meist artenreichere Situation im Randbereich als auch die Artenzusammensetzung im Feldinneren getrennt erfasst werden (van Elsen 1994: 13). Im Zuge der Untersuchungen wurden je 110 Aufnahmen im Rand- und Innenbereich sowie eine Transektaufnahme angefertigt. Die Transektaufnahme dient zur Dokumentation des floristischen Gefälles vom Feldrand ins Bestandesinnere (van Elsen 1994). Hierzu wurden Transekte vom angrenzenden Feldrain in das Feldinnere gelegt und die Vegetation innerhalb des Transektes auf 0,5 m x 20 m breiten Streifen untersucht (van Elsen 1991, 1994: 13). Dabei wurde zunächst der Feldrain erfasst, dann zehn aneinandergereihte Streifen (beginnend am Feldrand) sowie drei Vergleichsstreifen im Bestandesinneren.

Für die pflanzensoziologischen Aufnahmen wurde die Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet (verändert nach Wilmanns 1998) verwendet: r = 1–2 Exemplare; + = 2–5 Exemplare und Deckung unter 5 %; 1 = 6–50 Exemplare und Deckung unter 5 %; 2m = über 50 Exemplare und Deckung unter 5 %; 2a = Deckung 5–15 %; 2b = Deckung 16–25 %; 3 = Deckung 26–50 %; 4 = Deckung 51–75 %; 5 = Deckung 76–100 %. Es wurden jeweils die Gesamtdeckung, die Deckung der Kulturpflanzen und der Ackerwildpflanzen getrennt geschätzt. In den Aufnahmebögen wurden anschließend mögliche Spenderarten markiert und die Flächen nach erfolgter Erfassung in artenreiche (potenzielle Spender-), mittel artenreiche sowie artenarme (potenzielle Empfänger-)Flächen unterteilt.

Aufgrund von Artenspektrum und Populationsgröße der Arten wurden sodann die passenden Spenderflächen ausgewählt. Im Untersuchungsgebiet konnten anhand der vegetationskundlichen Untersuchungen Spenderflächen auf den Flächen aller drei Betriebe identifiziert werden. Im Zuge der Kartierungen weiterer Flächen, die nicht zu den Kooperationsbetrieben gehörten (s.o.), konnten sowohl im Leinebergland (Hof Luna) als auch im Raum Witzenhäusen (Gut Fahrenbach und Betriebsgemeinschaft Öx) weitere Spenderflächen ausgemacht werden. Diese Flächen zeichnen sich durch das Vorkommen seltener Arten wie Rundblättriges Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*) oder Acker-Haftdolde (*Caucalis platycarpos*) aus.

## 4.2.2 Die Gewinnung von autochthonem Samenmaterial, Zusammenstellung von Mischungen und Gewinnung von Oberboden

Auf den ausgewählten Spenderflächen wurde auf zwei Wegen autochthones Samenmaterial gewonnen: durch Handsammlung und Oberbodenentnahme. Außerdem wurden von einer Fläche auf Hof Luna fünf Getreidesäcker Ausputzgetreide zurückbehalten, die in den Räumlichkeiten der Universität Kassel luftgetrocknet wurden.

### *Saatgutgewinnung durch Handsammlung und Vermehrung*

Die Handsammlung von Saatgut durch Ernte reifer Samen direkt von der Pflanze erwies sich als außerordentlich zeitaufwändig. Sie wurde zu Projektbeginn (2011) nur auf Flächen von Hof Luna durchgeführt, da hier im Gegensatz zu den nordhessischen Feldern kein autochthones Saatgut zur Verfügung stand. Hier wurde unter Mithilfe von Studenten insgesamt fast 1 kg Saatgut gesammelt (Abb. 22). Nach der Trocknung wurde es durch Aussieben mit verschiedenen Lochgrößen per Hand gereinigt und von Pflanzenteilen gelöst. Die Kornblumensamen wurden dabei durch Ernte, Trocknung und Ausklopfen (in Baumwollsäcken) ganzer Pflanzen gewonnen.



Abb. 21: Handsammlung auf der Wernershöhe.

Es ergab sich folgende Gesamtausbeute:

|   |              |
|---|--------------|
| Acker-Rittersporn ( <i>Consolida regalis</i> )      | 89 g         |
| Kleiner Frauenspiegel ( <i>Legousia hybrida</i> )   | 21 g         |
| Kornblume ( <i>Centaurea cyanus</i> )               | 263 g        |
| Klatschmohn ( <i>Papaver rhoeas</i> )               | 40 g         |
| Venuskamm ( <i>Scandix pecten-veneris</i> )         | 56 g         |
| Gezählter Feldsalat ( <i>Valerianella dentata</i> ) | 9 g          |
| Acker-Hahnenfuß ( <i>Ranunculus arvensis</i> )      | 470 g        |
| Acker-Haftdolge ( <i>Caucalis platycarpos</i> )     | 32 g         |
| Acker-Lichtnelke ( <i>Silene noctiflora</i> )       | 15 g         |
| Frühlings-Zahntrost ( <i>Odontites vernus</i> )     | 13 g         |
| <b>Gesamt</b>                                       | <b>976 g</b> |

Für die Aussaatmischung wurde die Acker-Hahnenfuß-Menge um 100 g verringert, um einer Dominanz der Art in den Versuchen vorzubeugen. Aufgrund der stark unterschiedlichen Samengrößen und -formen wurde das Saatgut mit der sechsfachen Gewichtsmenge Roggenschrot vermengt, um eine gleichmäßige Aussaat zu ermöglichen. Für die Blühfenster auf den Flächen von Hof Luna konnte in der Vegetationsperiode 2012 ebenfalls die Aussaatmischung von 2011 verwendet werden.

Für die Blühfenster auf den Flächen von Gut Fahrenbach und Hof Stern (Öx) konnte auf autochthones Saatgut aus dem BfN-Projekt „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ zurückgegriffen werden. In diesem Projekt wurde u.a. eine kontrollierte Anreicherung des Ackerwildkraut-Arteninventars auf den floristisch verarmten Äckern vorgenommen (van Elsen & Hotze 2008). Außerdem wurde regional gewonnenes Saatgut selbst vermehrt mit dem Ziel, eine geeignete Blühstreifenmischung aus Ackerwildkräutern für die Herbstansaat zusammenzustellen (Hotze et al. 2009). Das in diesem Projekt vermehrte Saatgut konnte für die eigenen

Versuche genutzt werden. Die hieraus zusammengestellte Aussaatmischung ist in Anlehnung an die Ansaatmischung „AW3“ aus selbigem Projekt entstanden. Bei der Entwicklung der Mischungen wurden Aspekte wie Samenkorngröße und Tausendkorngewicht berücksichtigt. Die Wahl fiel auf „AW3“, da diese die meisten Arten des verfügbaren Samenmaterials enthielt. So wurde folgende Mischung zusammengestellt:

|   |               |
|---|---------------|
| Acker-Rittersporn ( <i>Consolida regalis</i> )              | 0,8 kg        |
| Kornblume ( <i>Centaurea cyanus</i> )                       | 1,2 kg        |
| Klatschmohn ( <i>Papaver rhoeas</i> )                       | 2,0 kg        |
| Breitblättrige Wolfsmilch ( <i>Euphorbia platyphyllos</i> ) | 0,4 kg        |
| Acker-Lichtnelke ( <i>Silene noctiflora</i> )               | 1,5 kg        |
| Breitblättriges Hasenohr ( <i>Bupleurum rotundifolium</i> ) | 2,0 kg        |
| Acker-Steinsame ( <i>Lithospermum arvense</i> )             | 0,1 kg        |
| Acker-Hahnenfuß ( <i>Ranunculus arvensis</i> )              | 1,5 kg        |
| Kleiner Orant ( <i>Chaenorhinum minus</i> )                 | 0,1 kg        |
| Sandmohn ( <i>Papaver argemone</i> )                        | 0,2 kg        |
| Echter Frauenspiegel ( <i>Legousia speculum-veneris</i> )   | 0,7 kg        |
| Ackerröte ( <i>Sherardia arvensis</i> )                     | 0,2 kg        |
| <u>Acker-Krummhals (<i>Anchusa arvensis</i>)</u>            | <u>1,7 kg</u> |

**Gesamt** **12,4 kg**

Damit stand eine weitaus größere Saatgutmenge für die nordhessischen Versuchsfelder zur Verfügung. Die Saatgutmischung wurde zur gleichmäßigen Aussaat mit der zweifachen Menge Getreideschrot vermischt. Aufgrund der abweichenden Saatgut-Zusammensetzung im Vergleich zur Mischung für Hof Luna war in diesem Fall eine Homogenisierung der Samenverteilung innerhalb der Mischung aufgrund Korngröße, -form und -gewicht bereits besser erreicht, so dass die geringere Getreideschrotmenge ausreichte.

Zur weiteren Saatgut-Vermehrung wurde (Vegetationsperiode 2011/12) eine Vermehrungsfläche auf den Flächen von Gut Fahrenbach im Bereich Wannroth mit Reinsaat von Ackerwildpflanzen angelegt. Folgende Arten wurden in Reihen angesät:

Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*)  
Kornblume (*Centaurea cyanus*)  
Klatschmohn (*Papaver rhoeas*)  
Breitblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia platyphyllos*)  
Acker-Lichtnelke (*Silene noctiflora*)  
Acker-Steinsame (*Lithospermum arvense*)  
Acker-Hahnenfuß (*Ranunculus arvensis*)  
Sandmohn (*Papaver argemone*)  
Echter Frauenspiegel (*Legousia speculum-veneris*)  
Ackerröte (*Sherardia arvensis*)

2012 konnte so die Aussaatmischung gegenüber dem vorangegangenen Projektjahr erweitert werden. Regional gewonnenes und selbst vermehrtes Saatgut wurde mit Saatgut der Ansaatmischung „AW3“ aus dem o.g. BfN-Projekt gemischt, das ebenfalls dem Anspruch an Autochthonie gerecht wurde. Zudem wurde der Anteil an *Lithospermum arvense* auf das Vierfache erhöht, da diese Art bei den Erfassungen der Blühfenster in der Vegetationsperiode 2012 unterrepräsentiert war.

Folgende Saatgutmischung wurde 2012 zusammengestellt:

*Aus eigener Vermehrung 2012:*

|   |         |
|---|---------|
| Acker-Rittersporn ( <i>Consolida regalis</i> )              | 50,0 g  |
| Kornblume ( <i>Centaurea cyanus</i> )                       | 75,0 g  |
| Breitblättriges Hasenohr ( <i>Bupleurum rotundifolium</i> ) | 137,5 g |
| Acker-Steinsame ( <i>Lithospermum arvense</i> )             | 25,0 g  |
| Acker-Hahnenfuß ( <i>Ranunculus arvensis</i> )              | 95,0 g  |
| Sandmohn ( <i>Papaver argemone</i> )                        | 12,5 g  |
| Acker-Lichtnelke ( <i>Silene noctiflora</i> )               | 95,0 g  |

*Aus BfN-Projekt:*

|   |         |
|---|---------|
| Klatschmohn ( <i>Papaver rhoeas</i> )                       | 137,5 g |
| Echter Frauenspiegel ( <i>Legousia speculum-veneris</i> )   | 45,0 g  |
| Breitblättrige Wolfsmilch ( <i>Euphorbia platyphyllos</i> ) | 3,8 g   |
| Ackerröte ( <i>Sherardia arvensis</i> )                     | 12,5 g  |

**Gesamt 688,8 g**

Die Saatgutmischung wurde zur gleichmäßigen Aussaat mit der dreifachen Gewichtsmenge Getreideschrot vermischt.

#### *Diasporengewinnung durch Oberbodenentnahme*

Der Ackerboden enthält große Mengen keimfähiger Ackerwildkrautsamen unterschiedlichsten Alters und ist damit so etwas wie das Gedächtnis dessen, was in vorangegangenen Jahren auf dem Acker gewachsen ist. Bei dem Verfahren der Oberbodenübertragung wird kein Saatgut gesammelt oder erworben, sondern Bodenmaterial von artenreichen Ackerflächen direkt auf solche Flächen übertragen, auf denen das Artenspektrum aufgrund der Vorbewirtschaftung verarmt und ausgedünnt ist.

Um Samenmaterial durch Übertragung von Oberboden auf Empfängerflächen zu übertragen, wurde im Spätsommer/Herbst 2011 von insgesamt 22 artenreichen (Spender-)Flächen Erdboden gewonnen. In dem Zeitfenster zwischen Pflügen und Aussaat wurden hierfür jeweils 60 bis 120 Liter Oberboden entnommen und diese in der Lagerhalle von Hof Luna bzw. dem Gewächshauskeller der Universität Kassel zwischengelagert. Die Zwischenlagerung war erforderlich, da der Boden erst zum Zeitpunkt der Bestellung der Empfängerflächen dort ausgebracht werden konnte. Eine Herausforderung dabei war und ist, geeignete Lagerstätten für das Zwischenlagern von Erdmaterial zu finden, da es sich um recht große Erdmengen handelt und die Temperatur der Lagerstätte nicht zu hoch sein darf, um vorzeitigem Keimen und Abnahme der Keimfähigkeit von Samen vorzubeugen.

Die Erde wurde von den Spenderflächen jeweils innerhalb des zuvor pflanzensoziologisch erfassten Bereiches entnommen. Hierdurch ist das zu erwartende Spektrum der Arten, von denen Samenmaterial im Erdboden vorhanden ist, weitestgehend bekannt. Auf einer Länge von 50 m am Ackerrand wurde alle 50 bis 100 cm eine Portion Erde entnommen. Dabei wurde eine Entfernung vom Ackerrand von 150 cm nicht überschritten, um möglichst das gesamte Artenspektrum des pflanzensoziologisch erhobenen Bereiches übertragen zu können. Der Erdboden wurde durch einen groben Gitterrost gesiebt, um Kalkscherben weitestgehend zu entfernen und größere Erdklumpen zu verkleinern. Um eine einheitliche Ausbringung von Samenmaterial zu gewährleisten und Fehlerquellen anzugleichen, wurde die entnommene Erde jeder Fläche anschließend homogenisiert: Der gesamte Oberboden, der einer Fläche entnommen wurde, wurde dazu auf eine Plastikplane gegeben und mit dem Spaten gleichmäßig durchmischt.



### 4.2.3 Die Einrichtung von Ackerwildkraut-Blühfenstern

Für die Blühfenster wurden die Empfängerflächen in Abhängigkeit von relativer Artenarmut sowie der voraussichtlichen Anbauplanung des Betriebes ausgewählt. Mindestens im kommenden, besser in den beiden folgenden Jahren sollte Wintergetreide angebaut werden. Im Folgenden wurden die Vegetationsaufnahmen der Empfänger- und Spenderflächen miteinander verglichen, um das Saatgut an möglichst passenden Standorten auszubringen. Hierfür wurden Flächenpaare von Spender- und Empfängerflächen ausgewählt, die möglichst vergleichbare, aber unterschiedlich vollständig ausgeprägte Pflanzengesellschaften aufwiesen. Die Lage der Blühfenster wurde dann zusätzlich in Luftbilder oder Karten der Flächen eingezeichnet und diese den Landwirten übermittelt. An den entsprechenden Stellen hoben die Landwirte die Drillmaschine an und setzten die Aussaat aus. Die Ecken des Fensters wurden dann mit Bambusstäben markiert. Die Blühfenstergröße richtet sich nach der Drillmaschinenbreite der Landwirte: Bei Hof Luna und Gut Fahrenbach sind die Drillmaschinen 3 m breit, so dass die Fenstergröße 3 m x 4 m (12 m<sup>2</sup>) betrug. Die Drillmaschinenbreite vom Biolandbetrieb Öx beträgt 2,50 m, so dass als Flächengröße für die Fenster eine Größe von 2,5 m x 5 m (12,5 m<sup>2</sup>) gewählt wurde.

#### *Die Einrichtung von Parzellen in den Blühfenstern*

Die Flächen wurden zeitnah zur Aussaat des Wintergetreides eingemessen und das Ackerwildkraut-Saatgut übertragen. Um verschiedene Saatstärken testen und eine Kontrolle einrichten zu können, wurden die Blühfenster in je drei Parzellen plus Randreserve unterteilt. Die Parzellen hatten eine Größe von je 1 m x 3 m bzw. 1,2 m x 2,5 m und somit eine Fläche von je 3 m<sup>2</sup>. Pro Blühfenster wurden drei Parzellen direkt neben einander angelegt (Abb. 23 und 24). Dabei wurde der Parzellen-Block jeweils in der Mitte des Fensters eingerichtet. Der Abstand zum regulär wachsenden Getreide variiert jedoch: Die Landwirte mussten die Fenstergröße vom Traktor aus per Augenmaß abschätzen, so dass die Fenster in der Praxis oft kürzer als 4 m eingerichtet wurden. Eine weitere Parzelle wurde außerdem in 5 m Abstand zum Fenster unmittelbar nach der Bestellung direkt ins Getreide mit Ackerwildkraut-Saatgut eingesät. Durch dieses Vorgehen sollte in Hinblick auf das Projektziel, eine für die Landwirte praktikable Methode zur Ansiedelung von Ackerwildpflanzen zu finden, untersucht werden, ob die Ausbringung von Samenmaterial direkt in die mit Getreide bestellte Fläche eine denkbare und trotzdem Erfolg versprechende Vereinfachung des getesteten Verfahrens darstellt.

Die Parzellen reihen sich innerhalb des Blühfensters wie folgt an der Feldkante entlang: Reserve-Abstand zum Getreide, einfache Saatstärke Ackerwildkräuter, Kontrolle, doppelte Saatstärke, Reserve-Abstand zum Getreide (Abb. 22 und 23).

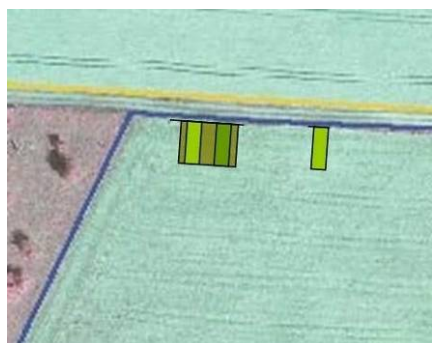


Abb. 23: Blühfenster mit Feld-Parzelle auf dem Luftbild.

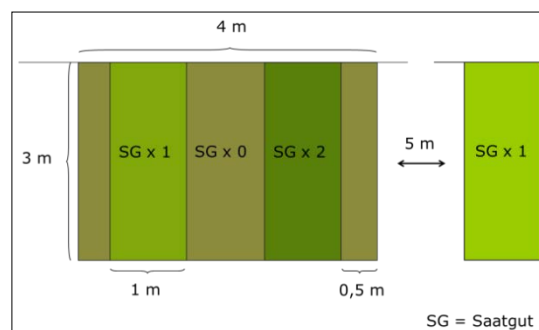


Abb. 24: Aufbau eines Blühfensters mit Feld-Parzelle im Detail.

Die einfache Saatstärke in den Parzellen entspricht mit 3 g Saatgut m<sup>-2</sup> (doppelt: 6 g m<sup>-2</sup>) der Saatstärke der Ansaatblühstreifen auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen im BfN-Projekt „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“.

Im Falle einer Oberbodenübertragung wurden innerhalb des Blühfensters auf der ersten Parzelle 20 l Erde ausgebracht, in der zweiten 40 l und in der Parzelle außerhalb des Fensters (also in den Bereich des künftigen Getreidebestandes) – sofern genügend Erdboden vorhanden – erneut 20 l. In den meisten Fällen wurden pro Ackerfläche zwei Blühfenster eingerichtet, je eines mit Oberboden- und Saatgutausbringung. Die Abb. 25 und 26 zeigen ein Blühfenster auf einer Fläche von Gut Fahrenbach bei dessen Einrichtung im Herbst und im darauf folgenden Juni.



Abb. 25, 26: Anlage eines Blühfensters und sein Aufwuchs 8 Monate später.

#### *Übersicht über entnommene und übertragene Diasporen (Blühfenster-Anlagen)*

Tabelle 10 gibt eine Übersicht zur Herkunft und Entnahme von Oberboden (gesamt: 22) und zu den Zielflächen, auf denen im Herbst 2011 Diasporen in Form von Oberboden oder Saatgut eingebracht wurde (gesamt: 13). Im Regelfall wurde pro Feld ein Blühfenster mit Übertragung durch Oberboden und eines mit Übertragung durch Saatgut eingerichtet. Weiterhin wurden insgesamt 27 reguläre Blühfenster eingerichtet, bei denen die Aussaat der Deckfrucht ausgesetzt wurde. Zusätzlich wurden 22 Zusatz-Parzellen in 5 m Entfernung direkt in die Deckfrucht eingebracht. In zwei Fällen wurden ganze Blühfenster (Unterteilung in Parzellen wie gehabt) direkt in die Deckfrucht eingebracht. Zusätzlich wurden sechs Vermehrungsflächen etwa in Blühfenstergröße in Äckern eingerichtet. Für die Vermehrungsflächen wurde die Aussaat von den Landwirten ebenfalls ausgesetzt. Die Vermehrungsflächen dienten außerdem zur Etablierung und Ausbreitung der Arten. Außerdem wurden auf sieben Flächen des Biolandbetriebes Öx Ackerwildkraut-Samen per Hand ausgestreut (nicht in der Tabelle dargestellt). Hierbei handelte es sich um recht große Gesamtmengen von ca. 2 kg Saatgut pro Feld, die aus Restbeständen des BfN-Projektes „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ stammen und so sinnvoll verwendet wurden; der Etablierungserfolg wurde im Rahmen der Untersuchungen nicht kartiert.

Tab. 10: Übersicht über auf den Höfen entnommene und übertragene Diasporen.

|   | Hofeigene Flächen  |                |          | Hoffremde Flächen in Hofnähe |                |          | Gesamt |
|---|--------------------|----------------|----------|------------------------------|----------------|----------|--------|
|   | Bioland-betrieb Öx | Gut Fahrenbach | Hof Luna | Bioland-betrieb Öx           | Gut Fahrenbach | Hof Luna |        |
| <b>Anzahl Felder, auf denen Oberboden abgetragen wurde</b>  | 6                  | 4              | 5        | 3                            | 3              | 1        | 22     |
| <b>Anzahl Felder, auf der Blühfenster eingerichtet wurden</b>   | 3                  | 7              | 3        | -                            | -              | -        | 13     |
| <b>Anzahl regulär eingerichtete Blühfenster</b> (Deckfrucht im Fenster ausgelassen)                   | 5                  | 14             | 8        | -                            | -              | -        | 27     |
| <b>Anzahl Zusatz-Parzellen</b> (Deckfrucht in Parzelle vorhanden)                                     | 2                  | 11             | 9        | -                            | -              | -        | 22     |
| <b>Anzahl Blühfenster direkt in der Deckfrucht</b> (Deckfrucht im Fenster vorhanden)                  | 1                  | -              | 1        | -                            | -              | -        | 2      |
| <b>Anzahl Saatgut-Vermehrungsflächen im Feld</b> (dadurch gleichzeitige Ansiedlung der Arten im Feld) | 7                  | -              | -        | -                            | -              | -        | 7      |

Im Spätsommer/Herbst 2012 wurden 29 neue Blühfenster eingerichtet. Davon erfolgte auf 16 Blühfenstern eine Diasporenübertragung durch Oberboden und auf weiteren 13 Blühfenstern eine Diasporenübertragung durch Saatgut. Die neuen Blühfenster verteilen sich wie in der folgenden Tab. 11 dargestellt auf die drei teilnehmenden Betriebe.

Tab. 11: Verteilung der im Herbst 2012 neu angelegten Blühfenster auf die Betriebe.

|                                     | Bioland-betrieb Öx | Gut Fahrenbach | Hof Luna | Gesamt |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|----------|--------|
| <b>Anzahl Blühfenster Saatgut</b>   | 4                  | 5              | 4        | 13     |
| <b>Anzahl Blühfenster Oberboden</b> | 7                  | 5              | 4        | 16     |
| <b>Anzahl Blühfenster Gesamt</b>    | 11                 | 10             | 8        | 29     |

Im Regelfall wurde pro Feld bzw. Empfängerfläche ein Blühfenster mit Übertragung durch Oberboden und eines mit Übertragung durch Saatgut eingerichtet. Auf den Flächen des Biolandbetriebes Öx kamen drei zusätzliche Blühfenster mit Übertragung von Oberboden hinzu.

Als Empfängerflächen wurden bereits in 2011 kartierte Flächen der drei teilnehmenden Betriebe ausgewählt. Auf dem vom Hof Luna bewirtschafteten Vogerskamp kam die östliche Fläche als neue Empfängerfläche hinzu. Diese Fläche war im Vorjahr noch als Grünland genutzt worden.

Eine Entnahme von Oberboden fand in der Vegetationsperiode 2012 auf acht Flächen der Betriebe Hof Luna und Gut Fahrenbach statt sowie auf einer hoffremden Fläche in Hofnähe des Biolandbetriebes Öx. Als Spenderflächen dienten vor allem bereits bewährte Spenderflächen aus der Vegetationsperiode 2011. Im Gebiet Fahrenbach wurde eine neue Spenderfläche einbezogen, die in den vorbereitenden Geländearbeiten im Sommer 2011 noch nicht erfasst worden war. Hier erfolgte die vegetationskundliche Erfassung auf jeweils einem Aufnahmestreifen von 2 m x 50 m Größe am Feldrand und Feldinnern in der Vegetationsperiode 2012. Die Aufnahme im Feldinneren wurde parallel zum Feldrand durchgeführt.

Zudem konnte auf gelagertes Oberbodenmaterial aller drei Betriebe aus 2011 und der hoffremden Fläche in der Nähe des Betriebes Öx zurückgegriffen werden. Die Anlage der einzelnen Parzellen der Blühfenster erfolgte nach der im Herbst 2011 erprobten und oben beschriebenen Methodik.

Zusätzlich wurde von einem Wildacker mit Vorkommen der Saat-Wucherblume (*Chrysanthemum segetum*) bei Frankenhain am Hang vom Hohen Meißner eine Erdübertragung mittels eines Baggers durch Jürgen Bringmann vom Amt für Landwirtschaft (Werra-Meißner-Kreis) auf einen 500 m hangabwärts gelegenen ökologisch bewirtschafteten Acker initiiert. Der ehemalige Wildacker, der auch als hoffremde Spenderfläche gedient hatte, wird inzwischen wieder konventionell zum Maisanbau genutzt. Die Empfängerfläche befindet sich auf gleichem geologischen Ausgangsgestein und wurde pflanzensoziologisch kartiert, jeweils mit einem Aufnahmestreifen von 2 m x 50 m am Feldrand und im Feldinnern. Die Vorfrucht vor der Übertragung war Kartoffel.

#### *Übersicht über die räumliche Lage der Blühfensterparzellen*

Die folgenden Karten (Abb. 27–29) zeigen die Streulage der Ackerflächen der drei Betriebe, auf denen als Empfängerflächen Blühfenster angelegt wurden. Vereinzelt Flächen außerhalb der wiedergegebenen Kartenausschnitte werden an dieser Stelle nicht abgebildet.

Alle drei Betriebe wirtschaften in Streulage und überwiegend auf kalkhaltigem Gestein unterschiedlicher geologischer Formationen (Hof Öx und Gut Fahrenbach: Zechsteinkalk, Hof Luna: Kreidekalk). Die Karten zeigen die Lage der jeweils zur Getreidebestellung im Herbst angelegten Blühfenster. Zusätzlich zu dem ursprünglich geplanten Untersuchungsprogramm wurden im Herbst 2013 weitere Blühfenster angelegt, um Erfahrungen einer dritten Vegetationsperiode auswerten zu können.



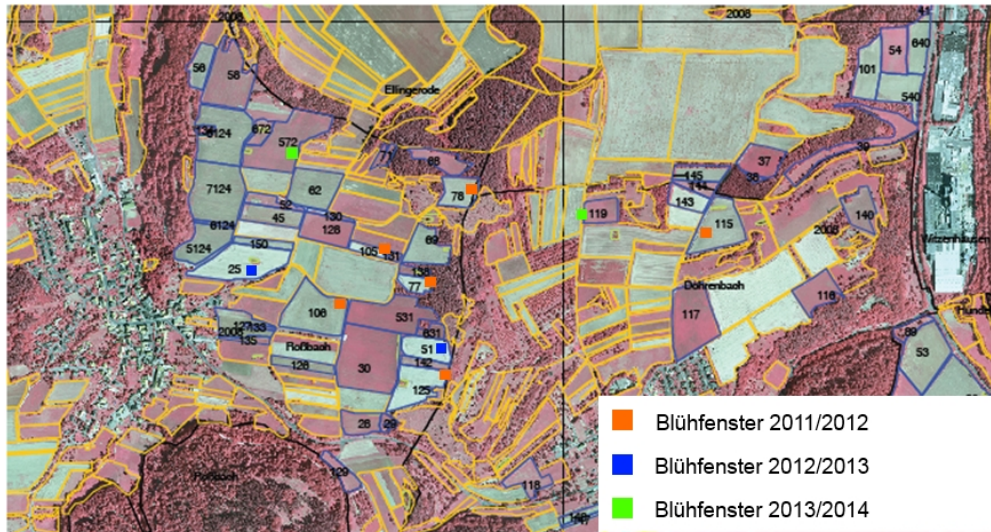


Abb. 27: Ackerflächen von Gut Fahrenbach mit Blühfenstern.

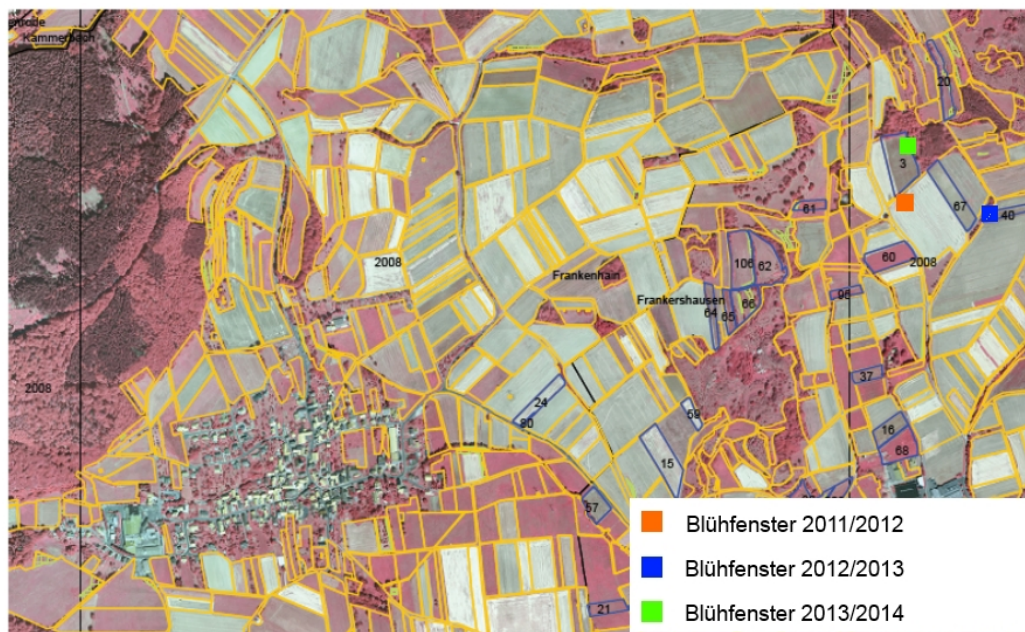


Abb. 28: Ackerflächen von Hof Öx in Berkatal mit Blühfenstern.

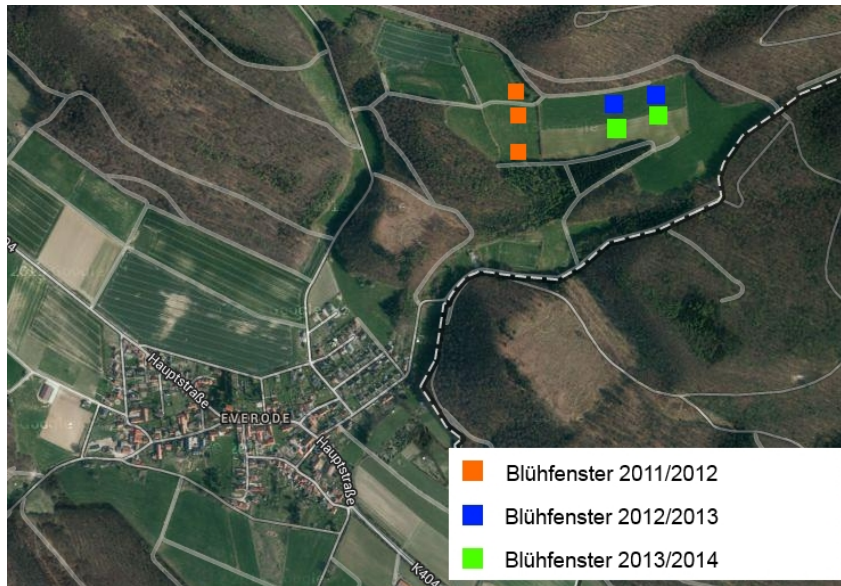


Abb. 29: Ackerflächen von Hof Luna im Leinebergland mit Blühfenstern.



## 4.2.4 Vegetationserfassung

Neben der Erfassung des kompletten Aufwuchses aller Parzellen mittels einer modifizierten Braun-Blanquet-Artmächtigkeitsskala (vgl. Kap. 4.2.1) wurden in sämtlichen Parzellen der eingerichteten Blühfenster ausgewählte Zielarten auf jeweils zwei Probeflächen von einem qm Größe ausgezählt. Zu den Zielarten gehören die für Kalkäcker charakteristischen Ackerwildkräuter der beiden Aussaatmischungen, darüber hinaus auch weitere seltene Arten, die durch Oberbodenübertragung übertragen wurden. Die Individuenzählungen der Zielarten wurden mit Hilfe eines Zählrahmens durchgeführt (Abb. 30).



Abb. 30: Quantitative Aufwuchs-Erhebungen mittels Zählrahmen, hier mit der gelben Varietät des Sommer-Adonisröschens (*Adonis aestivalis* var. *citrinus*) aus Oberbodenübertragung.

Sämtliche angelegten Blühfenster wurden in den folgenden Vegetationsperioden 2012–2014 pflanzensoziologisch kartiert. Die Erfassung erfolgte separat für jede einzelne der vier Parzellen eines Blühfensters nach Braun-Blanquet (verändert nach Wilmanns 1998). Zudem wurde jeweils eine Vegetationsaufnahme von 2 m x 50 m Größe am Feldrand und parallel versetzt im Feldinnern erstellt.

In der hier nicht wiedergebbaren Gesamtvegetationstabelle wurden die angefertigten Vegetationsaufnahmen der Blühfenster zusammengestellt. Diese Tabelle bildet die Datengrundlage der anschließenden Auswertung zum Ansiedlungserfolg.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Etablierung ausgewählter Zielarten in den Blühfenster-Parzellen im Anlagejahr – Individuenzählungen

Die folgenden Diagramme zeigen die Etablierung ausgewählter Zielarten (Individuenzahlen) in jeweils neu angelegten Blühfensterparzellen.

#### *Bupleurum rotundifolium*

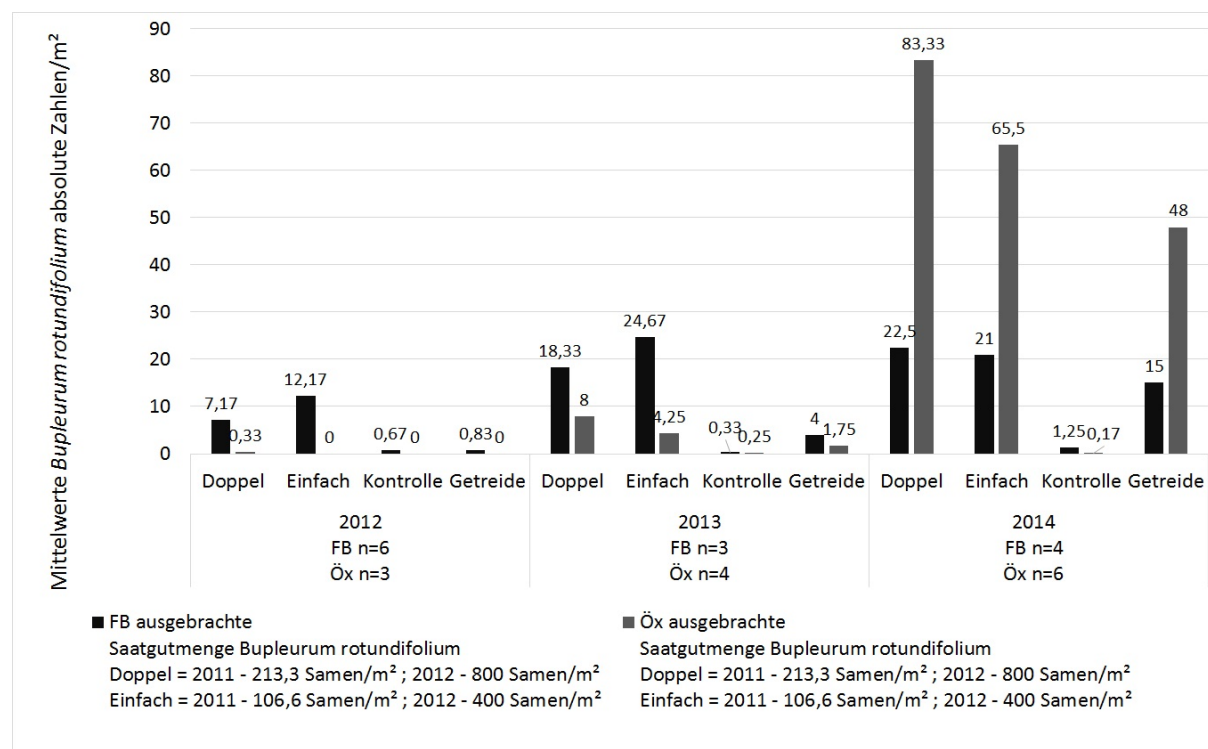


Abb. 31: Etablierung von *Bupleurum rotundifolium* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 31 zeigt das Auftreten des Rundblättrigen Hasenohrs *Bupleurum rotundifolium* in den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach als gemittelte Individuenzahlen (auf Hof Luna im Leinebergland wurde *B. rotundifolium* nicht eingebracht, da hier kein autochthones Saatgut zur Verfügung stand). Die Anzahl der Blühfenster der einzelnen Jahre ist unter den Jahreszahlen angegeben. Weiterhin wird die Saatgutmenge in Samen/m<sup>2</sup> angegeben. Diese wurde aus dem TKG der jeweiligen Art bezogen auf die Aussaatmenge in Gramm errechnet. Die Aussaatmengen 2011 und 2012/13 unterscheiden sich voneinander.

Abzulesen ist, dass *B. rotundifolium* 2012 gut vertreten war und sich insbesondere im dritten Jahr der Anlage zahlreich entwickeln konnte. 2012 und 2013 entwickelte sich die Art bei einfacher Aussaatstärke besser als bei der doppelten Aussaatstärke, 2014 verhielt es sich umgekehrt.

Auf den Flächen von Hof Öx war *B. rotundifolium* 2012 nur minimal vertreten, nahm jedoch 2013 leicht und 2014 stark zu. Hier war die Art in der Parzelle mit doppelter Saatstärke immer stärker vertreten als in der Parzelle mit einfacher Saatmenge. Auch in der Getreideparzelle hat es sich im Jahr 2014 sehr gut etabliert, jedoch in allen Jahren schlechter im Vergleich zur Ansaat ohne Konkurrenz der Kulturpflanzen. In den Kontrollparzellen fand sich die Art jeweils nur vereinzelt.



Die Auswertung zeigt, dass sich *B. rotundifolium* auf den Flächen von Fahrenbach in den Jahren 2012 und 2013 deutlich besser entwickelt hatte als auf den Flächen von Öx; 2014 entwickelte sich die Art jedoch auch hier gut.

### *Caucalis platycarpus*

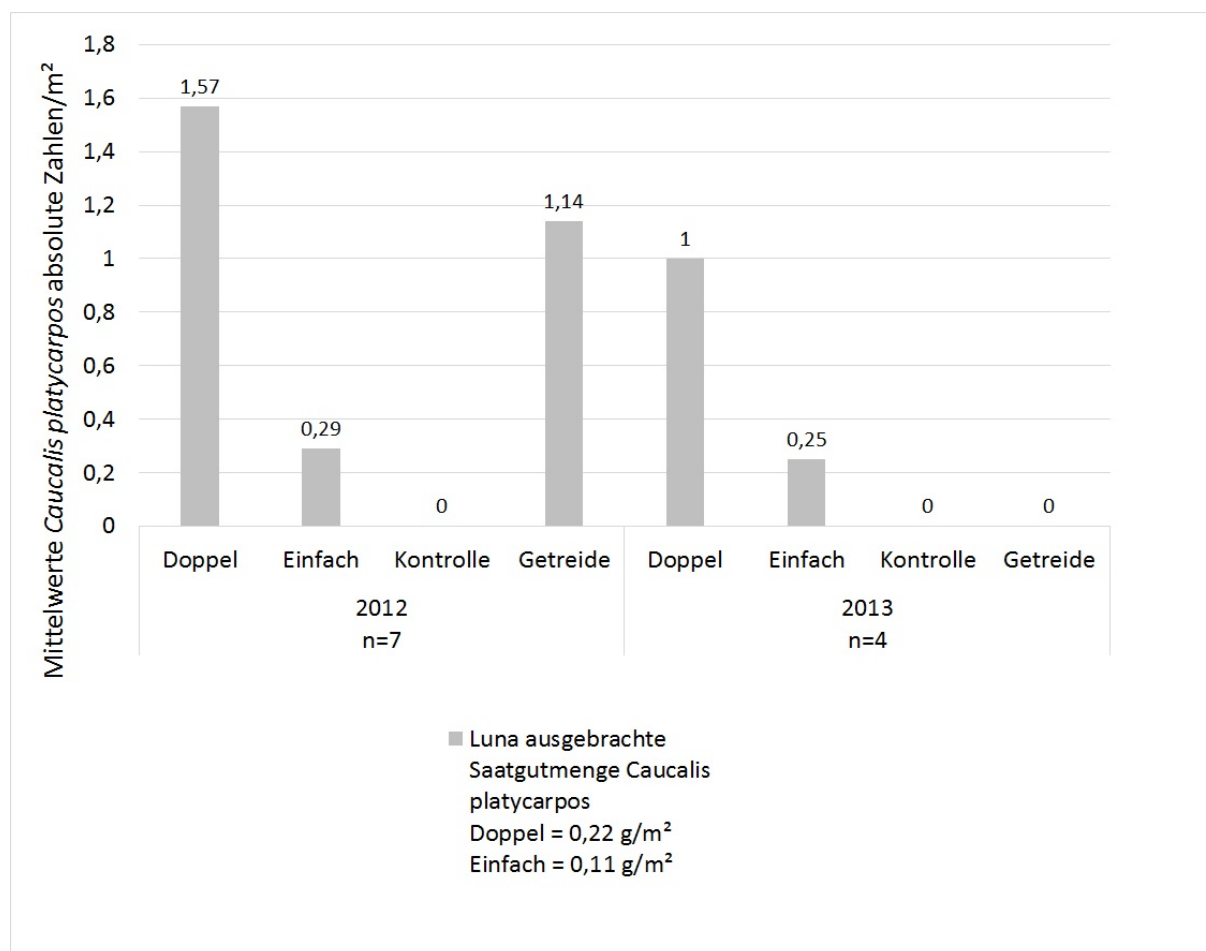


Abb. 32: Etablierung von *Caucalis platycarpus* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 32 zeigt die Etablierung der Haftdolde *Caucalis platycarpus* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen von Hof Luna. Die Anzahl der Blühfenster pro Jahr ist unter den Jahreszahlen erkenntlich. Die Saatgutmenge ist in Gramm pro m<sup>2</sup> angegeben. Die Aussaatmengen waren jedes Jahr gleich. 2014 stand kein Saatgut zur Verfügung und es wurden keine Blühfenster mit Saatgutübertragung angelegt.

Es ist zu erkennen, dass sich *C. platycarpus* in beiden Jahren nur schwach durchgesetzt hat, im Vergleich zu anderen Arten. Auf den Parzellen mit doppelter Ausbringungsmenge kam die Haftdolde häufiger vor. 2012 setzte sie sich auch im Getreide gut durch, im Jahr darauf war sie nicht mehr im Getreide zu finden. Die Unterschiede zwischen doppelter und einfacher Saatstärke sind hier deutlich zu erkennen. Obwohl in der Getreideparzelle auch mit einfacher Ausbringungsmenge ausgesät wurde, waren hier mehr Individuen vorhanden.

*Centaurea cyanus*

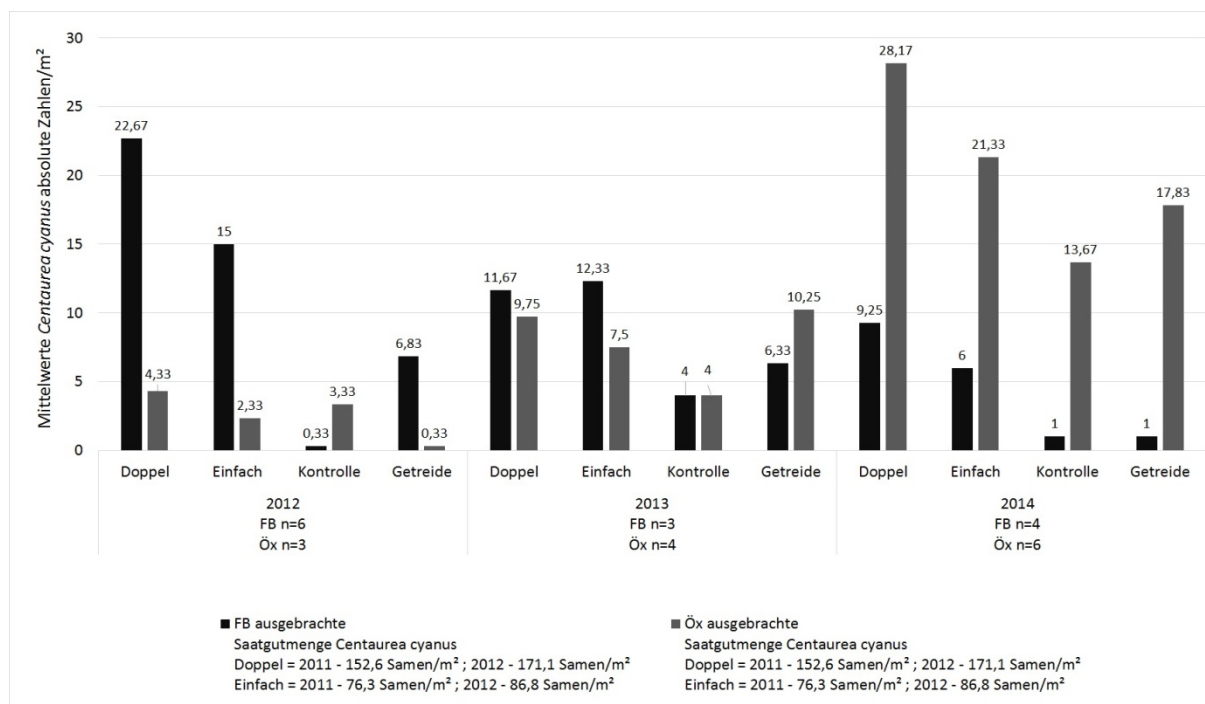


Abb. 33: Etablierung von *Centaurea cyanus* in Blühfensterparzellen.

Abgebildet sind die Mittelwerte der Kornblume *Centaurea cyanus* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach (Abb. 33). Die Parzellenzahl pro Jahr ist unter den Jahreszahlen erkenntlich. Die Aussaatmenge 2012 wurde gegenüber 2011 leicht erhöht. Die Aussaatmenge von 2013 ist die gleiche wie 2012.

Im Jahr 2012 war *Centaurea* auf den Flächen von Gut Fahrenbach gut vertreten. Auf der Doppelparzelle befanden sich mehr Individuen als auf der Einfachparzelle. Auf den Versuchsfeldern von Öx hat sich die Art nur schwach ausgebildet.

Im Jahr 2013 waren die Individuenzahlen trotz gesteigerter Aussaatmenge auf den Flächen von Gut Fahrenbach zurückgegangen. Auf den Flächen von Hof Öx konnte sich die Art besser etablieren als im Vorjahr, lag aber immer noch unterhalb des Etablierungserfolges auf den Fahrenbach-Flächen. Im Jahr 2014 war ein starker Anstieg der Individuen auf den Öx-Flächen zu verzeichnen, während nunmehr die Etablierung auf den Ansaatparzellen auf Flächen von Gut Fahrenbach schlechter war als in den Vorjahren. In jedem Jahr kamen auch auf den Kontrollflächen einige Individuen vor.

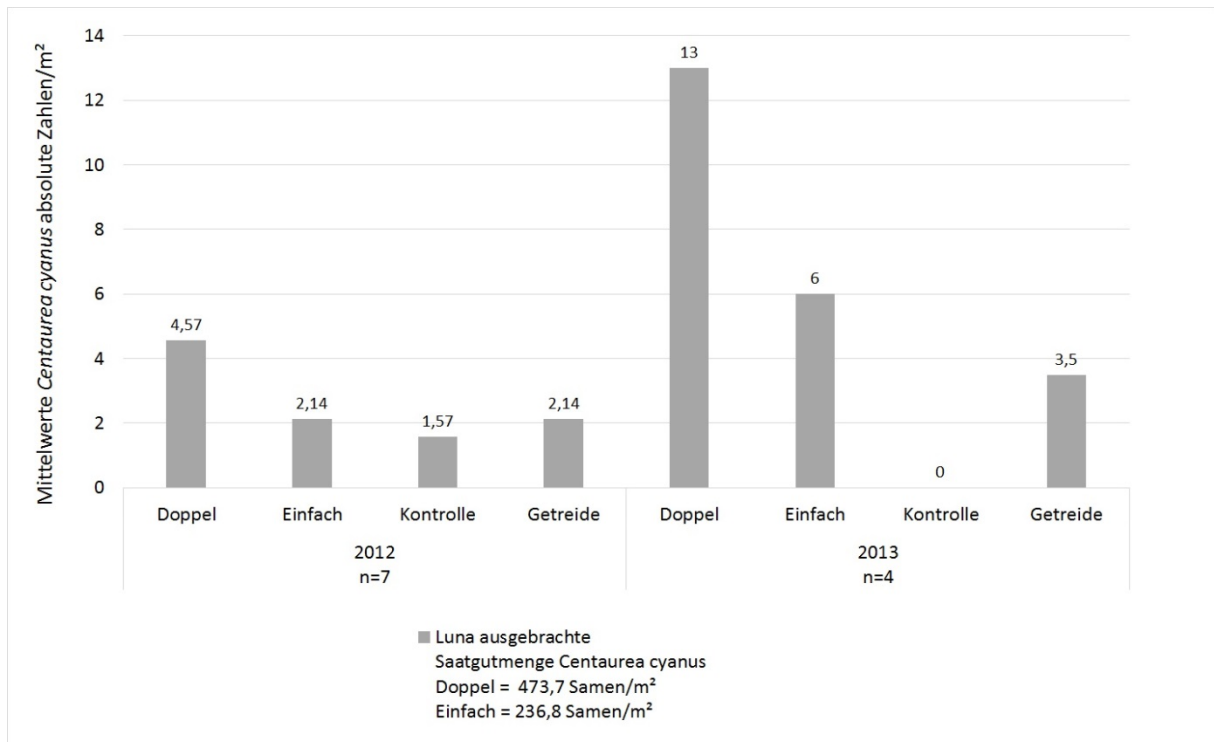


Abb. 34: Etablierung von *Centaurea cyanus* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 34 zeigt die Mittelwerte von *Centaurea cyanus* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen von Hof Luna. Die Aussaatmengen waren jedes Jahr gleich. 2014 stand kein Saatgut zur Verfügung und es wurden keine Blühfenster mit Saatgutübertragung angelegt.

2012 war die Kornblume auf allen Parzellen vorhanden. Auch in der Kontrollparzelle (2012) kam *C.cyanus* vor. 2013 war die Etablierung in der Parzelle mit doppelter Ansaatstärke deutlich erhöht; in der Parzelle mit Getreide war die Etablierung vergleichsweise schlechter als bei Blanksaat.

*Consolida regalis*

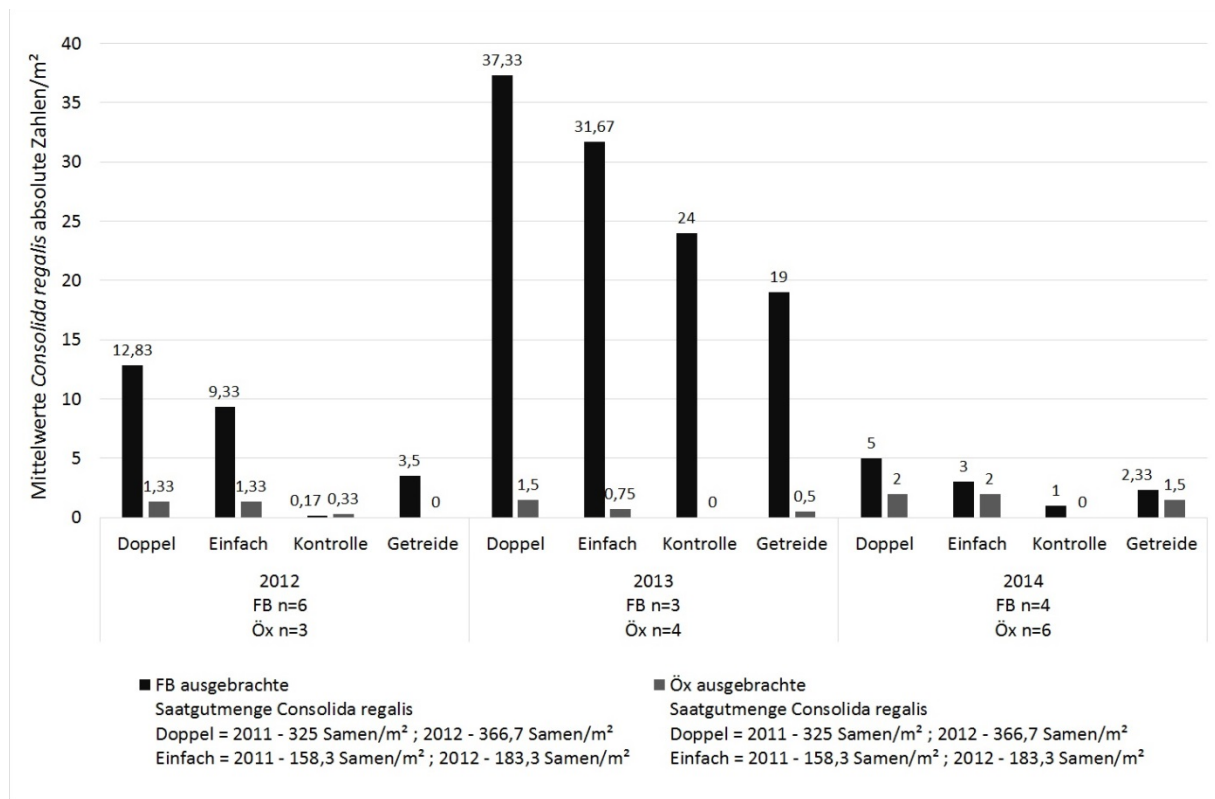


Abb. 35: Etablierung von *Consolida regalis* in Blühfensterparzellen.

Abgebildet sind die Mittelwerte des Feld-Rittersporns *Consolida regalis* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach. Die Aussaatmengen 2011 und 2012 unterscheiden sich voneinander; die Aussaatmenge von 2013 ist gleich mit der von 2012.

Es ist zu erkennen, dass der Feld-Rittersporn in allen drei Jahren in den eingesäten Parzellen vorhanden war (Abb. 35). In den Kontrollparzellen kamen auch einige wenige Individuen vor. Auffällig sind die vielen Individuen in der Kontrollparzelle 2013 auf den Flächen von Fahrenbach. Hier waren in der Kontrollparzelle – ohne Einsaat – mehr Individuen als in der eingesäten Getreideparzelle zu finden. Allgemein waren im Jahr 2013 sehr viele Individuen auf den Flächen von Gut Fahrenbach zur Entwicklung gekommen. Auf den Flächen von Hof Öx kam *C. regalis* jedes Jahr mit ähnlichen Individuenzahlen vor. Die mit doppelter Ansaatstärke eingesäten Parzellen unterschieden sich hier nur wenig von den einfach eingesäten. Auch im Getreide hatte sich *C. regalis* gut etabliert, jedoch mit geringeren Werten als bei Blanksaat.

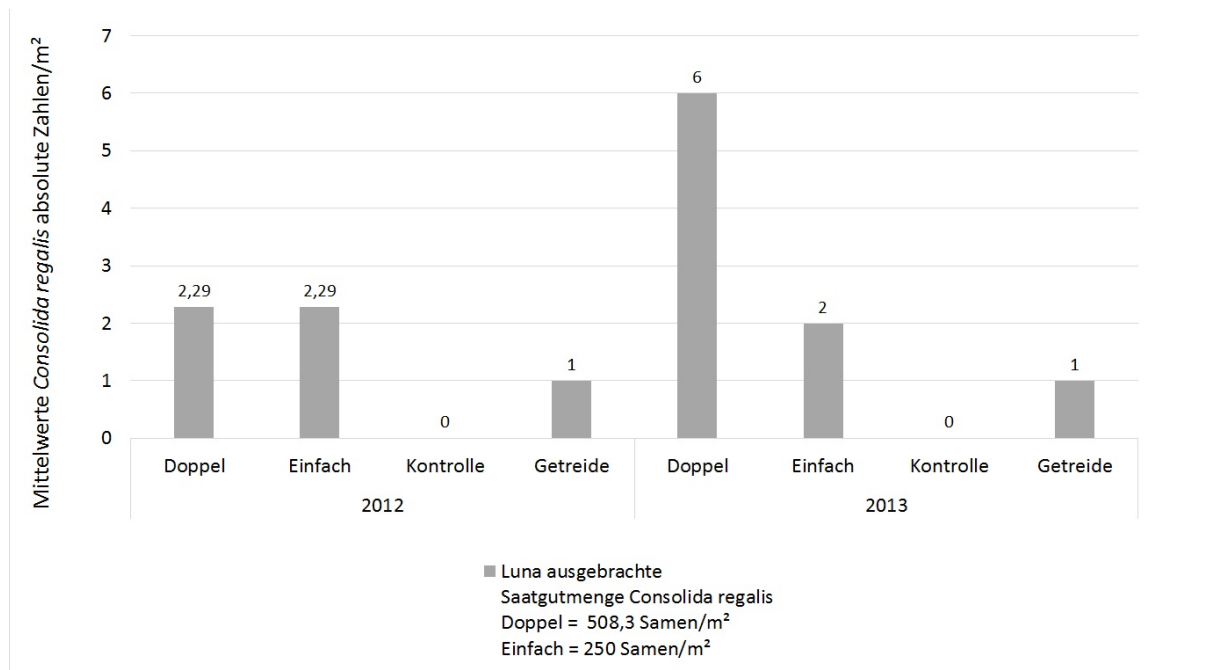


Abb. 36: Etablierung von *Consolidida regalis* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 36 zeigt die Mittelwerte der Etablierung von *Consolidida regalis* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen von Hof Luna. Die Aussaatmengen waren jedes Jahr gleich. 2014 wurden keine Blühfenster mit Saatgutübertragung angelegt.

*Consolidida regalis* kam in beiden Jahren auf allen eingesäten Parzellen vor. In der Kontrollparzelle gingen keine Individuen auf. Im Jahr 2012 waren die Individuendichten unabhängig von der Saatgutmenge bei einfacher und doppelter Saatstärke gleich. 2013 waren bei doppelter Saatstärke dreimal so viele Arten wie in der Einfachparzelle vorhanden. Die Etablierung von *C. regalis* im Getreide war in beiden Jahren deutlich schlechter als bei Reinsaat.

*Euphorbia platyphyllos*

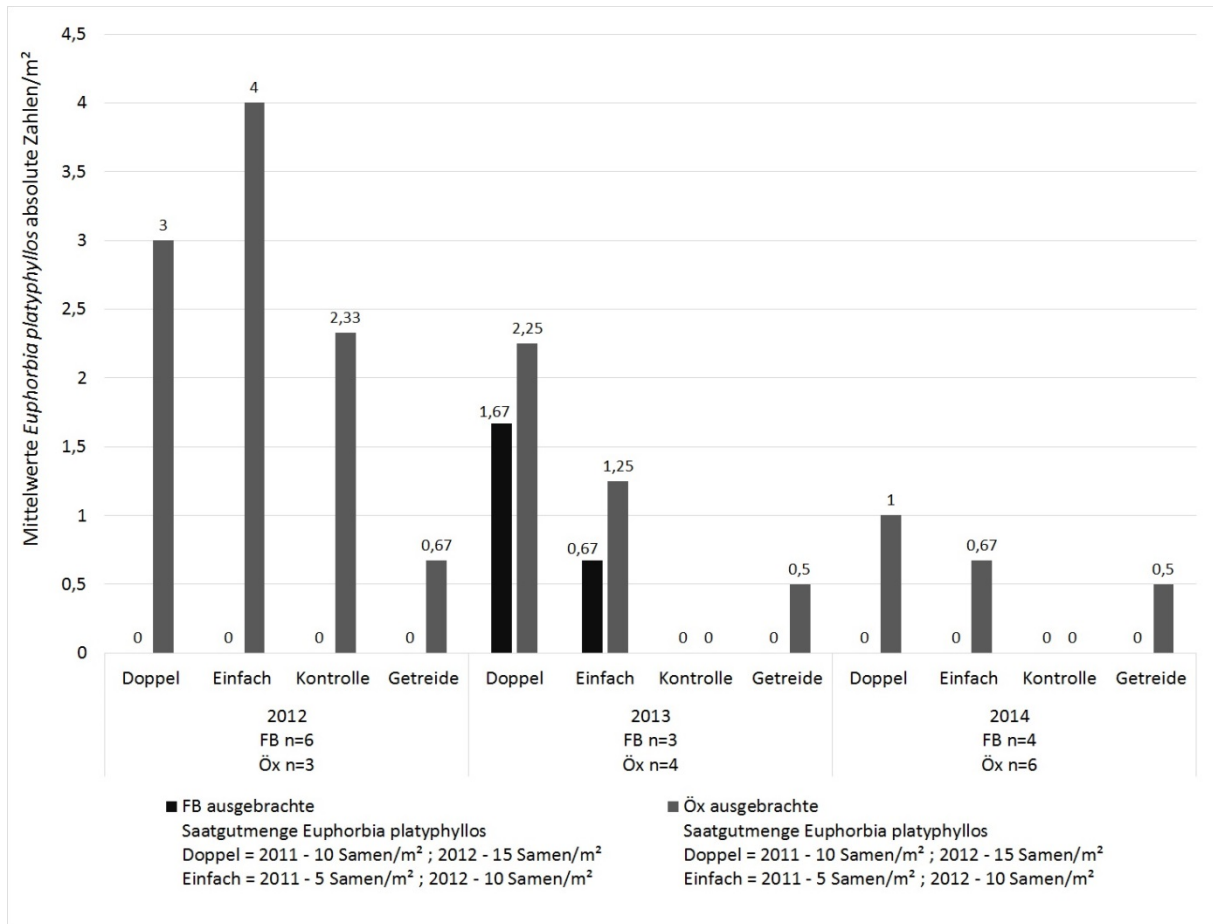


Abb. 37: Etablierung von *Euphorbia platyphyllos* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 37 zeigt die Mittelwerte der Breitblättrigen Wolfsmilch *Euphorbia platyphyllos* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach. Die Aussaatmengen 2011 und 2012 unterscheiden sich voneinander; 2013 wurde die gleiche Menge verwendet wie 2012.

Auffällig ist, dass sich *E. platyphyllos* – bis auf 2013 – nur auf Parzellen von Hof Öx etablieren konnte. 2012 war sie dort auf allen Parzellen vertreten. In den Parzellen mit einfacher Saatstärke befanden sich mehr Exemplare als bei doppelter Saatstärke. Dies war nur 2012 der Fall und kehrte sich in den Folgejahren um. Im Getreide konnte sie sich nur schlecht etablieren. In der Kontrollparzelle waren einige Individuen vorhanden. 2013 kam die Art auch auf den Blühfensterparzellen von Gut Fahrenbach vor, jedoch nicht in den Getreideparzellen. Im Vergleich zu 2012 kamen 2013 und 2014 – trotz gesteigerter Aussaatmenge – weniger Individuen auf den Parzellen vor.

*Legousia speculum-veneris*

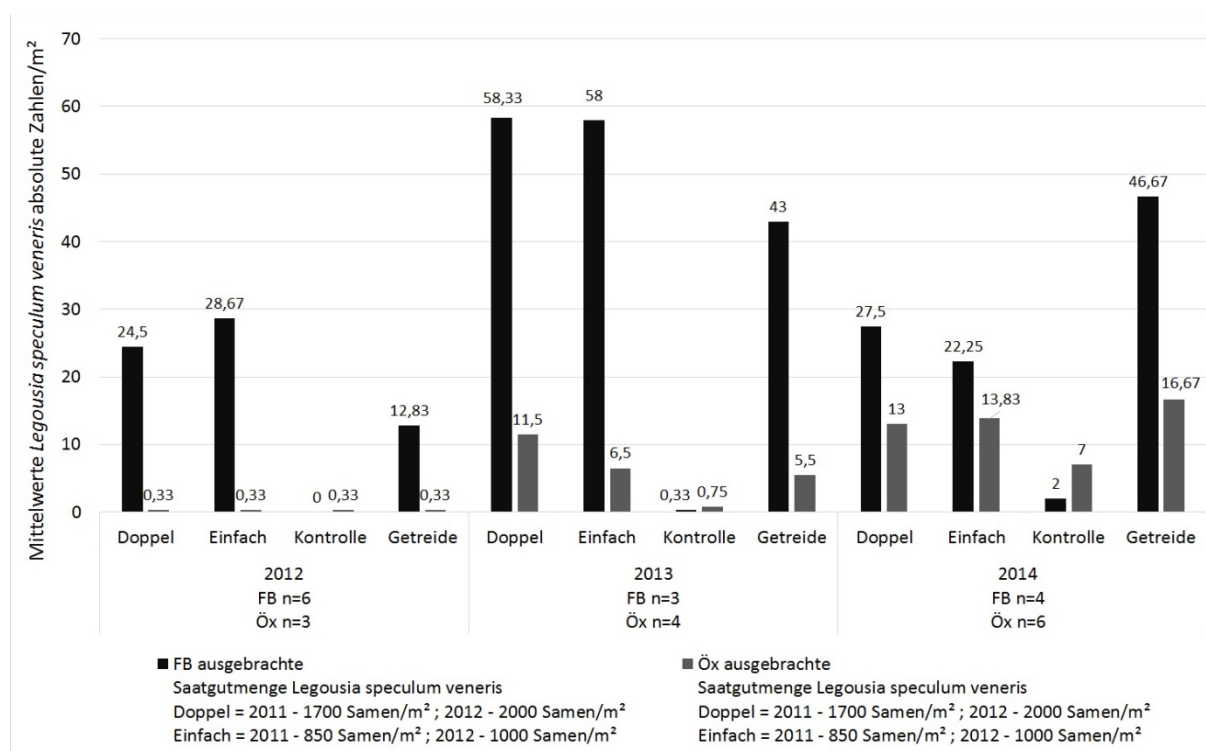


Abb. 38: Etablierung von *Legousia speculum-veneris* in Blühfensterparzellen.

Abgebildet sind die Mittelwerte des Echten Frauenspiegels *Legousia speculum-veneris* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach (Abb. 38). Die Aussaatmengen 2011 und 2012 unterscheiden sich voneinander; 2013 wurde die gleiche Menge verwendet wie 2012.

Auffällig ist, dass *L. speculum-veneris* deutlich häufiger auf den Flächen von Gut Fahrenbach vorkam. 2012 war sie hier mit hohen Individuendichten im Vergleich zu anderen Arten zu finden. Hier wiesen Parzellen mit einfacher Saatstärke mehr Exemplare auf als die Parzellen mit doppelter Saatstärke. 2013 waren die Zahlen allerdings noch höher. Einfach- und Doppelparzelle unterschieden sich kaum. 2013 wurde allerdings auch die Aussaatstärke erhöht. Auch im Getreide war die Art stark vertreten. 2014 nahmen die Zahlen wieder ab, bleiben aber auf dem Niveau von 2012.

Auf den Flächen von Hof Öx kamen 2012 nur sehr wenige Individuen vor. 2013 und 2014 waren es mehr, allerdings deutlich weniger als auf den Flächen von Gut Fahrenbach. Auffällig ist, dass 2014 in der Getreideparzelle mehr Individuen vorkamen, als in der Parzelle mit doppelter Saatstärke. Auch hier fanden sich wieder wenige Exemplare in den Kontrollparzellen.

*Papaver rhoeas*

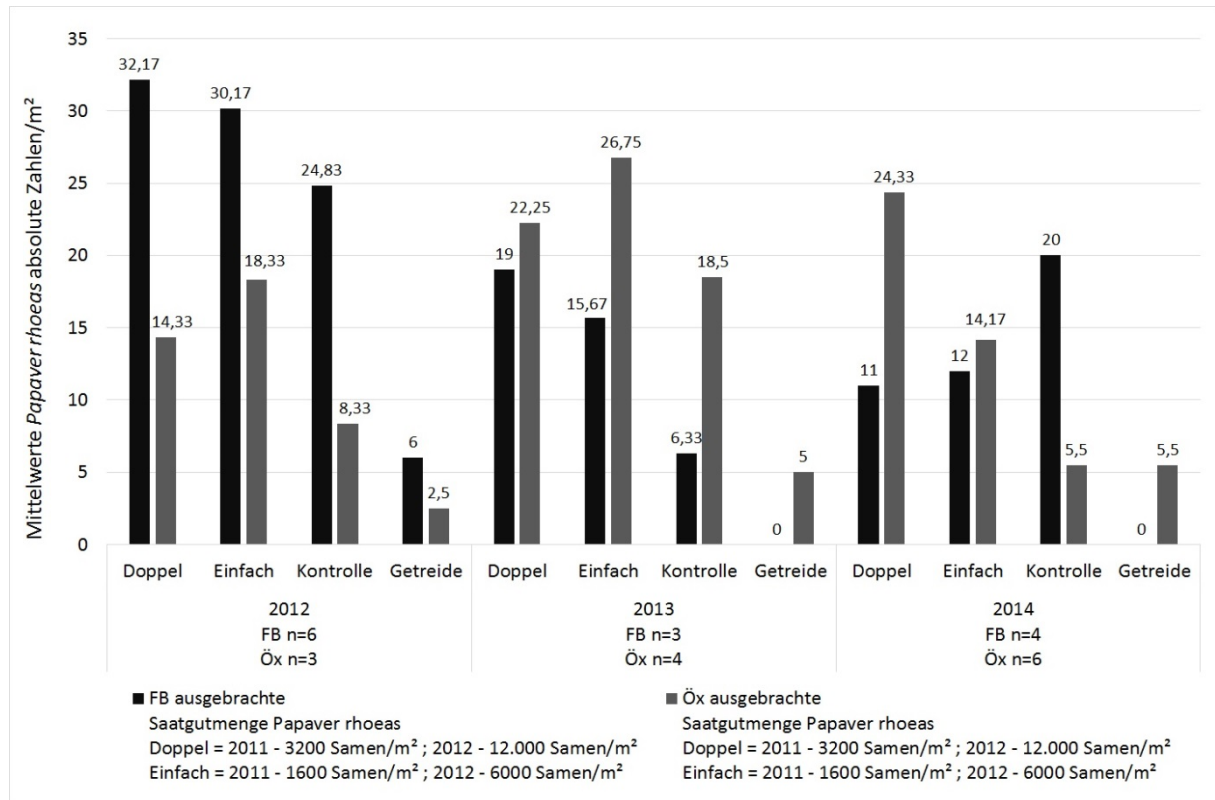


Abb. 39: Etablierung von *Papaver rhoeas* in Blühfensterparzellen.

Im Gegensatz zu den zuvor abgehandelten Arten ist der Klatschmohn *Papaver rhoeas* als noch häufige Art einzustufen, die dennoch einbezogen wurde, da auch diese Art rückläufig ist und aus dem Frankenhausen-Projekt Saatgut zur Verfügung stand. Abbildung 39 zeigt die absoluten Zahlen von den Blühfensterparzellen der Höfe Öx und Gut Fahrenbach; Parzellenzahlen und Saatgutmengen sind angegeben. Die Aussaatmenge wurde ab 2012 auch hier erhöht.

Das Diagramm (Abb. 39) zeigt, dass *P. rhoeas* in allen drei Jahren auf den Parzellen mit hohen Individuendichten vorkam. 2012 war der Etablierungserfolg auf den Flächen von Gut Fahrenbach besser als auf den Flächen von Hof Öx. Nur im Getreide war die Art schwach vertreten, was sich auch in den Folgejahren in den Getreideparzellen fortsetzte. Auf den Flächen von Fahrenbach konnte sich der Mohn 2013 und 2014 gar nicht im Getreide etablieren.



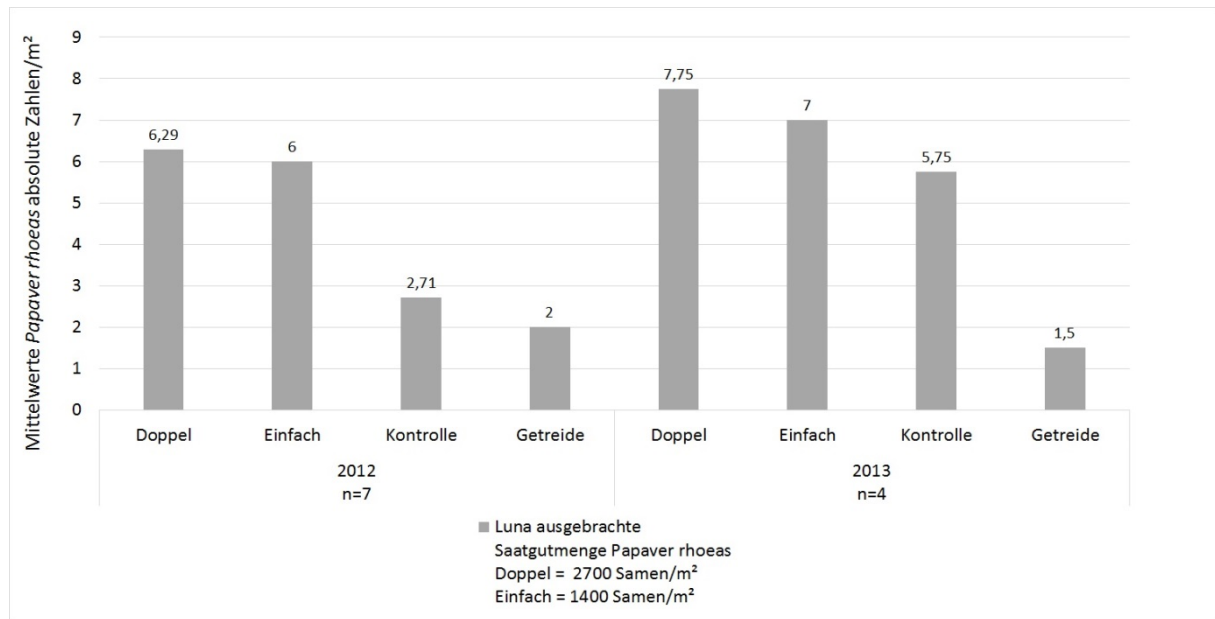


Abb. 40: Etablierung von *Papaver rhoeas* in Blühfensterparzellen.

Abbildung 40 zeigt die Mittelwerte von *Papaver rhoeas* als absolute Zahlen von den Blühfensterparzellen von Hof Luna. Hier waren die Aussaatmengen jedes Jahr gleich. 2014 wurden keine Blühfenster mit Saatgutübertragung angelegt.

2012 kam *P. rhoeas* auf allen Flächen vor, auch auf den Kontrollparzellen. Auf der Doppelparzelle kamen minimal mehr Individuen vor als auf der Einfachparzelle. In beiden Jahren war *P. rhoeas* im Getreide nur schwach vorhanden.

#### 4.3.2 Etablierung von Ackerwildkräutern in Blühfenstern nach Saatgut- und Oberbodenübertragung im Anlagejahr und in den Folgejahren

Im Folgenden sollen Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Etablierungserfolges ausgewählter Arten in Blühfenstern betrachtet werden.

Dass die Konkurrenz durch Getreide nicht bei allen Zielarten problematisch ist, zeigt das Beispiel weiterer Arten bei der Erdübertragung von der Kreidekalk-Hochfläche Wernershöhe auf die Fläche „Kamp“ von Hof Luna (Abb. 41). In der Abbildung ist die y-Achse logarithmisch skaliert. Während sich auch hier deutlich eine Abhängigkeit von der Menge des aufgeführten Bodens zeigte, traten zwei der drei betrachteten Arten auch im Getreidebestand auf. Der Einjährige Ziest *Stachys annua* war hier nicht zu finden, während sich Schmalblättriger Holzzahn *Galeopsis angustifolia* und Acker-Hahnenfuß *Ranunculus arvensis* gut etablieren konnten.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

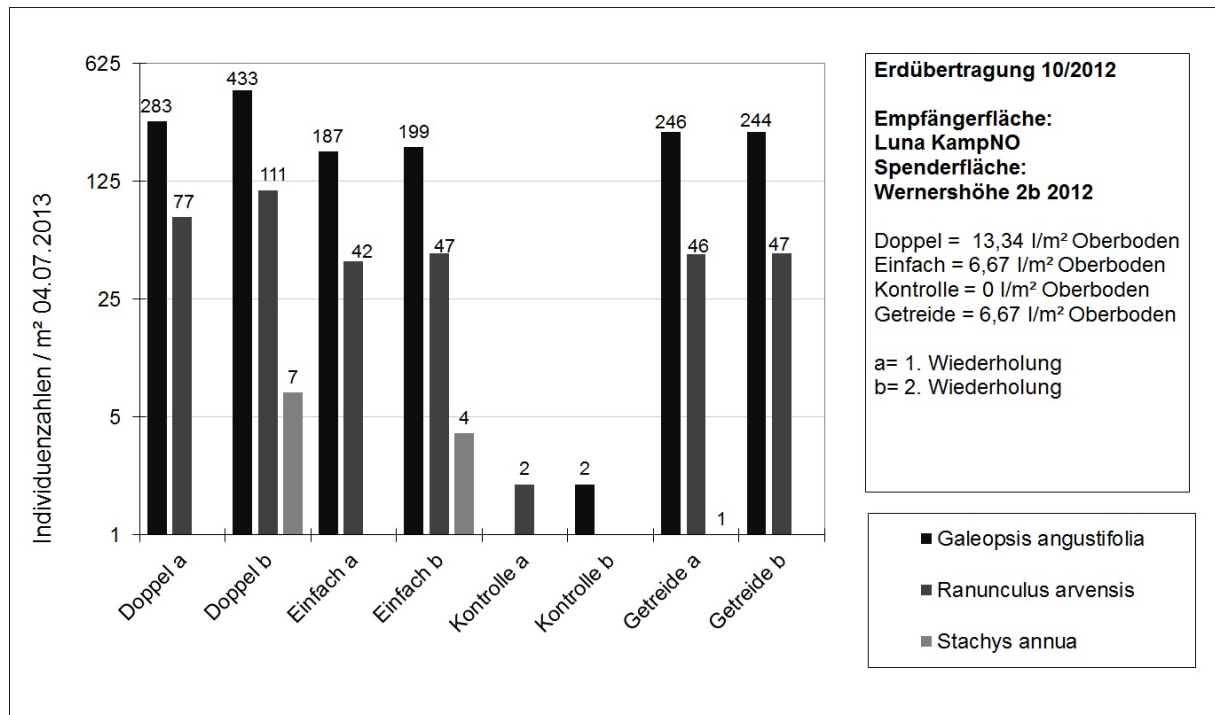


Abb. 41: Erdübertragung – Individuenzahlen bei Übertragung von der Wernershöhe nach Hof Luna, Kamp.

Abbildung 42 zeigt den Aufwuchs angesäter Arten in einem Blühfenster des gleichen Feldes. Bei doppelter Saatgutmenge fanden sich meist tendenziell höhere Individuenzahlen der eingebrachten Arten. Die Parzelle im Getreidebestand wies demgegenüber einen deutlich reduzierten Aufwuchs der ausgesäten Arten auf, lediglich Kornblume und Acker-Hahnenfuß vermochten sich zu behaupten.

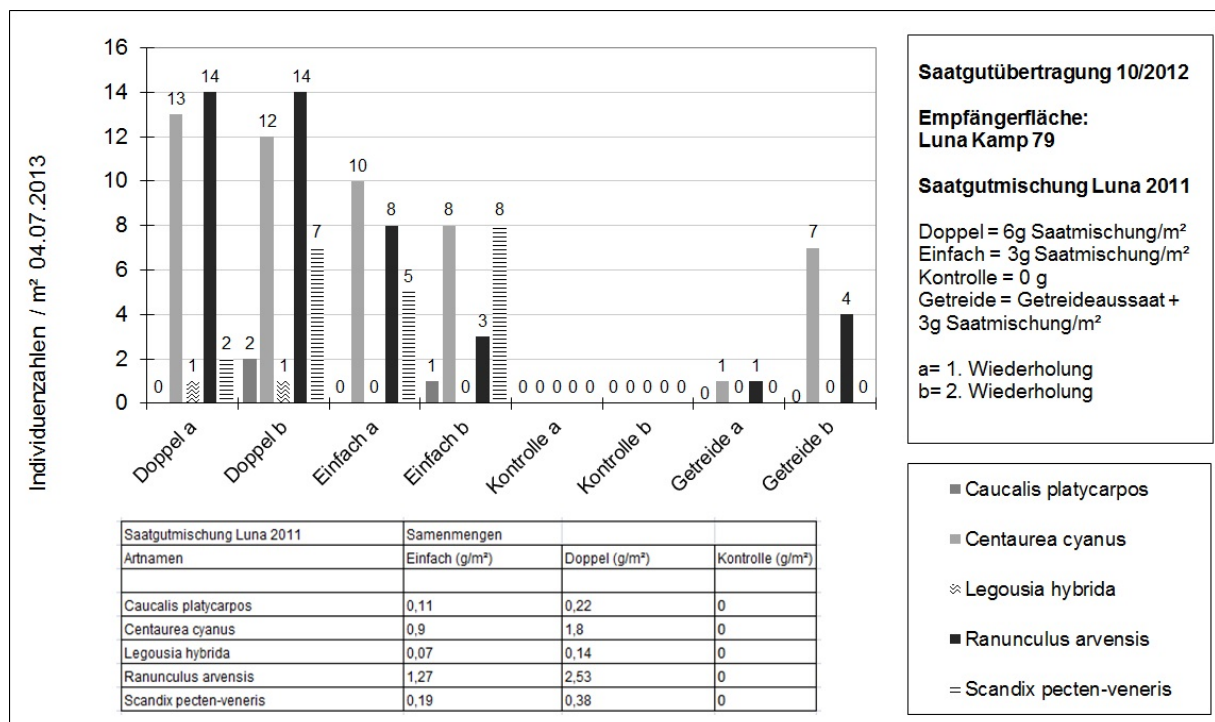
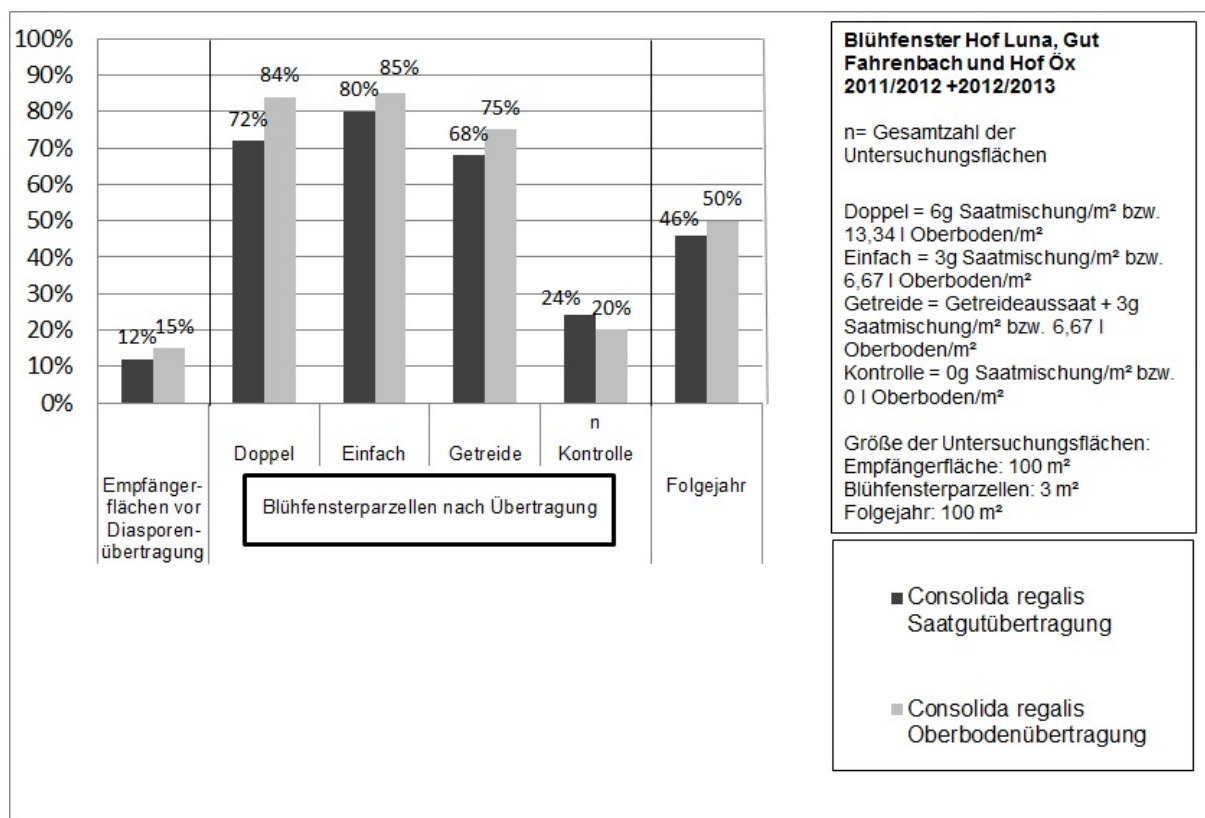


Abb. 42: Saatgutübertragung – Individuenzahlen in einem Blühfenster auf Hof Luna, Kamp.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben



|   | Empfängerflächen vor Diasporenübertragung | Blühfensterparzellen nach Übertragung | Folgejahr Getreide |         |          |   |
|---|---|---------------------------------------|--------------------|---------|----------|---|
|   |   |                                       | Doppel             | Einfach | Getreide | Kontrolle                               |
| <i>Consolida regalis</i> Saatgutübertragung   | n=25                                      | n=25                                  | n=25               | n=22    | n=25     | n=13<br>(davon 5 Flächen mit Klee gras) |
| <i>Consolida regalis</i> Oberbodenübertragung | n=20                                      | n=19                                  | n=20               | n=16    | n=20     | n=10<br>(davon 3 Flächen mit Klee gras) |

Abb. 43: Prozentualer Ansiedlungserfolg von Feld-Rittersporn (*Consolida regalis*), Gesamtübersicht aller Flächen.

Abbildung 43 zeigt am Beispiel des Feld-Rittersporns (*Consolida regalis*) die Etablierung der Art (prozentualer Ansiedlungserfolg) bei Ansaat und Oberbodenübertragung in den Blühfenstern sowie im Folgejahr (in die Auswertung werden Blühfenster aus zwei Jahren einbezogen sowie die erneute Erfassung der Flächen mit Blühfenster des Vorjahres). Auf einzelnen Empfängerflächen kam die Art bereits vorher vor. Dies ist dann der Fall, wenn Oberboden mit seltenen Arten von einer Spenderfläche auf eine Fläche übertragen wurde, auf der bereits *C. regalis* in der aktuellen Vegetation vorgekommen ist. In Abb. 43 ist erkennbar, dass auf drei Vierteln der Einzelparzellen in den Blühfenstern, in denen die Art eingebracht wurde, der Rittersporn zur Entwicklung gekommen ist, mit leicht besseren Ergebnissen bei der Übertragung von Oberboden. Auch in jeder fünften Kontrollparzelle war die Art zu finden, wobei hier die Standorte, auf denen die Art schon vorher kartiert wurde, einbezogen sind. Interessant ist nun das Ergebnis der Kartierung im Folgejahr. Nach Bodenbearbeitung und Bestellung des Feldes mit der Folgekultur wurde die Lage der Blühfenster des Vorjahres mittels GPS lokalisiert und über die Gesamtfläche die Vegetation mittels pflanzensoziologischer Aufnahme aller Arten erfasst. In Rund der Hälfte aller erfassten Felder mit Vorjahres-Blühfenstern hat sich der *C. regalis* behaupten können. Der tatsächliche Etablierungserfolg kann noch höher liegen, da in die Erfassung auch Klee grasflächen einfließen, in denen im Anbaujahr *C. regalis* keine Entwicklungsmöglichkeit hat, aber wahrscheinlich im Boden als Same überdauert.

Aus Abb. 43 ist lediglich das Vorhandensein von *C. regalis* in den Flächen ersichtlich; die Darstellung erlaubt aber keine Aussagen, mit welchem Deckungsgrad die Art in den Parzellen vorgekommen ist. Dieser Aspekt wird in Abbildung 44 dargestellt.

Abbildung 44 zeigt den mittleren Deckungsgrad der Art des *C. regalis* in Prozent in der Gesamtübersicht aller Flächen, in denen entweder Oberboden mit Samenmaterial der Art oder Saatgut ausgebracht wurde. Auf einzelnen Empfängerflächen kam die Art bereits vorher vor. Es zeigt sich gegenüber der bloßen Betrachtung des Auftretens der Art eine Differenzierung dahingehend, dass doppelte Mengen des eingesetzten Oberbodens bzw. der Menge des eingesetzten Saatgutes sich in leicht erhöhten Deckungsgraden widerspiegeln. Deutlich geringer ist der Deckungsgrad der Art, wenn sie sich im Getreidebestand entwickeln musste. – Die Deckungsgrade im Folgejahr sind nur der Vollständigkeit halber aufgeführt; zu berücksichtigen ist, dass die Bezugsfläche der Aufnahme um den Faktor 100 größer ist und die Werte daher nur eingeschränkt mit den Erfassungen der Quadratmeterparzellen in den Blühfenstern vergleichbar sind.

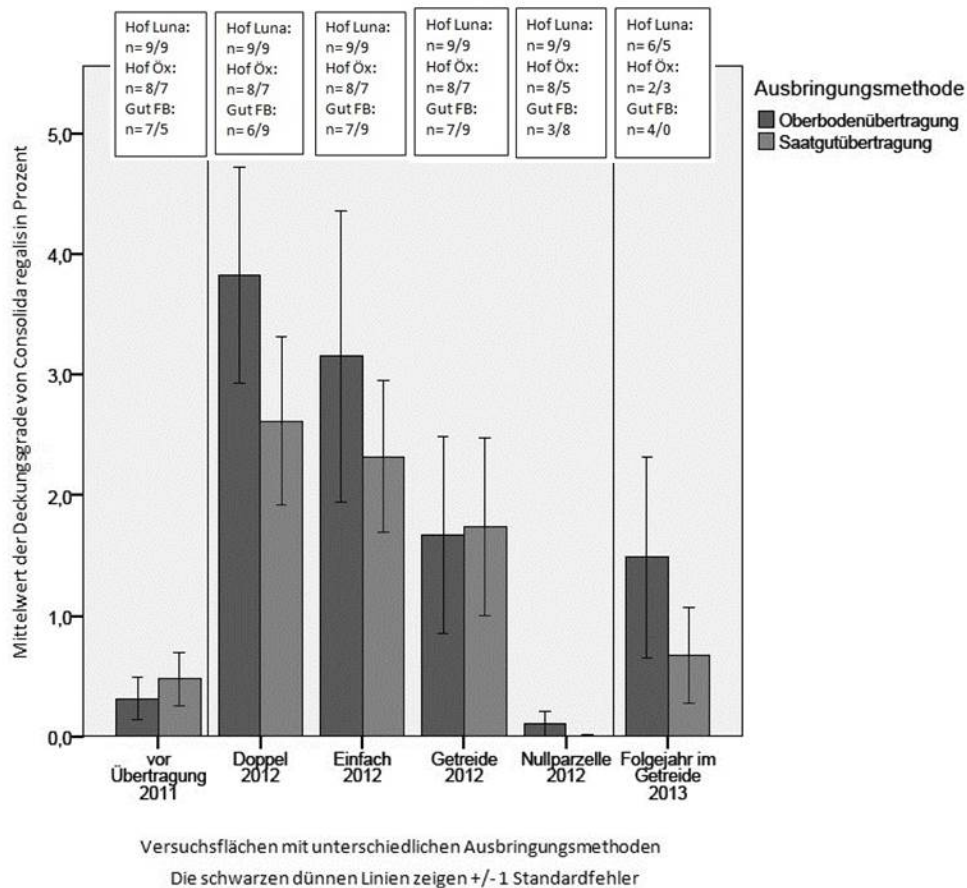


Abb. 44: Mittlerer Deckungsgrad von *Consolidida regalis* in Prozent, Gesamtübersicht aller Flächen.

Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick über die Etablierung verschiedener eingesäter Arten auf den untersuchten Höfen. Abbildung 45 zeigt den prozentualen Ansiedlungserfolg in Blühfenstern auf Hof Luna. Wiederum zeigt sich bei den meisten Arten der Vorteil der Ansaat in Blühfenstern im Vergleich zur Entwicklung der lichtbedürftigen Arten im Getreidebestand. Alle Zielarten der Saadmischung konnten auch im Folgejahr nachgewiesen werden, in dem auf den Feldern mit Vorjahres-Blühstreifen Getreide angebaut wurde. Der Acker-Zahnrost *Odontites verna*, der als Halbparasit auf Graswurzeln schmarotzt, hat u.U.

anders als andere Arten durch sein Angewiesen-Sein auf Getreidepflanzen im Getreidebestand sogar Entwicklungsvorteile.

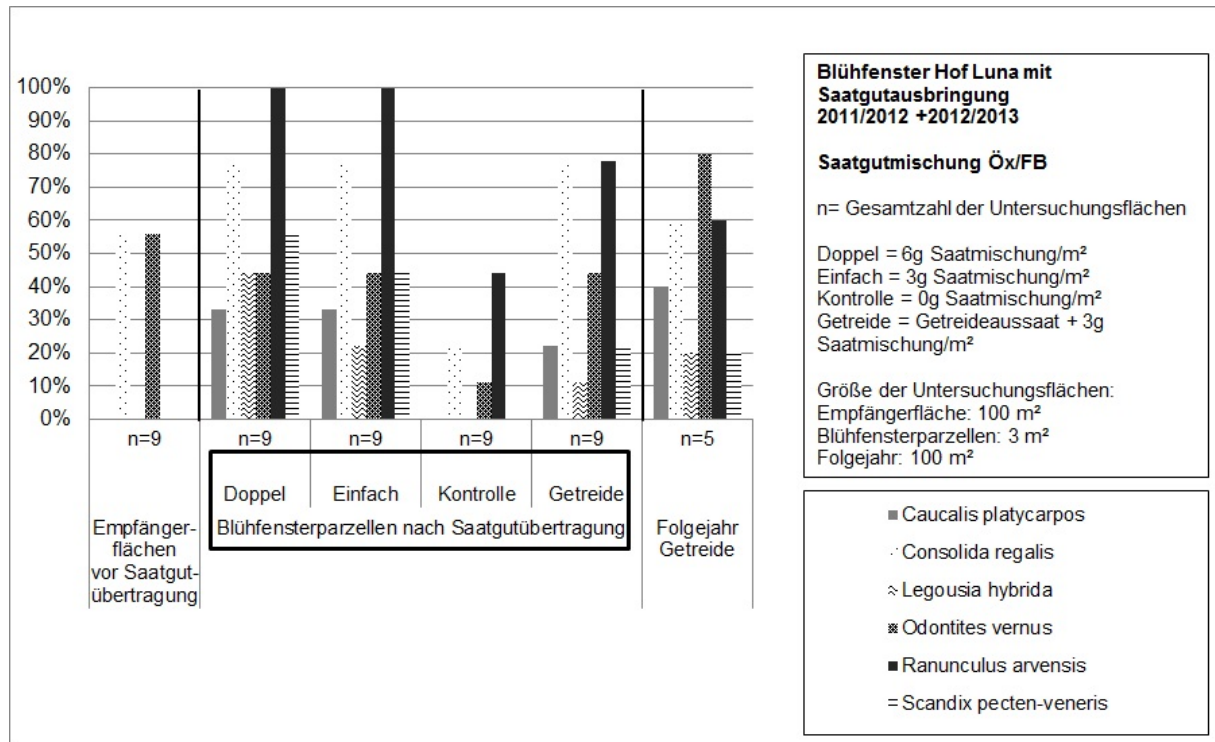


Abb. 45: Überblick – Saatgutübertragung in Blühfenstern auf Hof Luna mit prozentualen Ansiedlungserfolg.

Die Abb. 46 und 47 geben einen Überblick über den prozentualen Ansiedlungserfolg bei Saatgutübertragung in Blühfenstern auf Feldern von Gut Fahrenbach bzw. Hof Öx. Die hier verwendete Saatmischung ist eine andere als bei dem im Leinebergland liegenden Hof Luna, da jeweils nur Saatgut bzw. Oberboden aus einer Entfernung von maximal 50 km verwendet wurde, um dem Anspruch nach autochthoner Herkunft zu genügen. Es wiederholen sich bereits bei der Beschreibung vorangehender Darstellungen getroffene Aussagen. Hervorgehoben werden soll jedoch das unterschiedliche Verhalten einzelner Arten. Während etwa das Rundblättrige Hasenohr sehr gut in den verschiedenen Varianten zu etablieren war und auch im Folgejahr auftrat, erwiesen sich *Euphorbia platyphyllos* und insbesondere *Lithospermum arvense* als relativ „etablierungsresistent“. Wie auch bei anderen Arten mit sehr dickwandigen Samen (etwa Sommer-Adonisröschen) liegt möglicherweise ein starker Keimverzug vor, der eine Keimung erst nach mehreren Jahren ermöglicht. Das scheinbare „Ausfallen“ solcher Arten in den erfassten Untersuchungsjahren braucht daher nicht unbedingt ein negativ zu bewertendes Resultat darzustellen.



Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

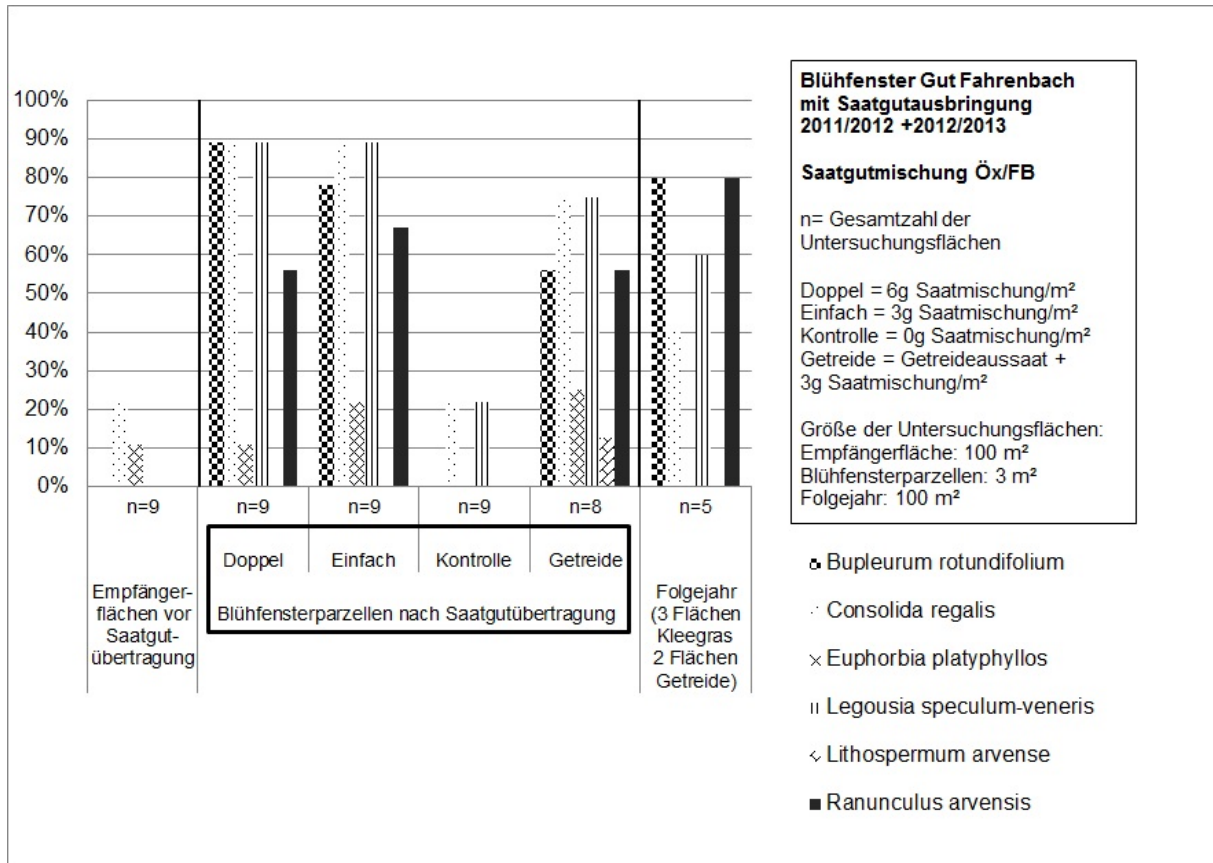


Abb. 46: Überblick – Saatgutübertragung in Blühfenstern auf Gut Fahrenbach mit prozentualen Ansiedlungserfolg.

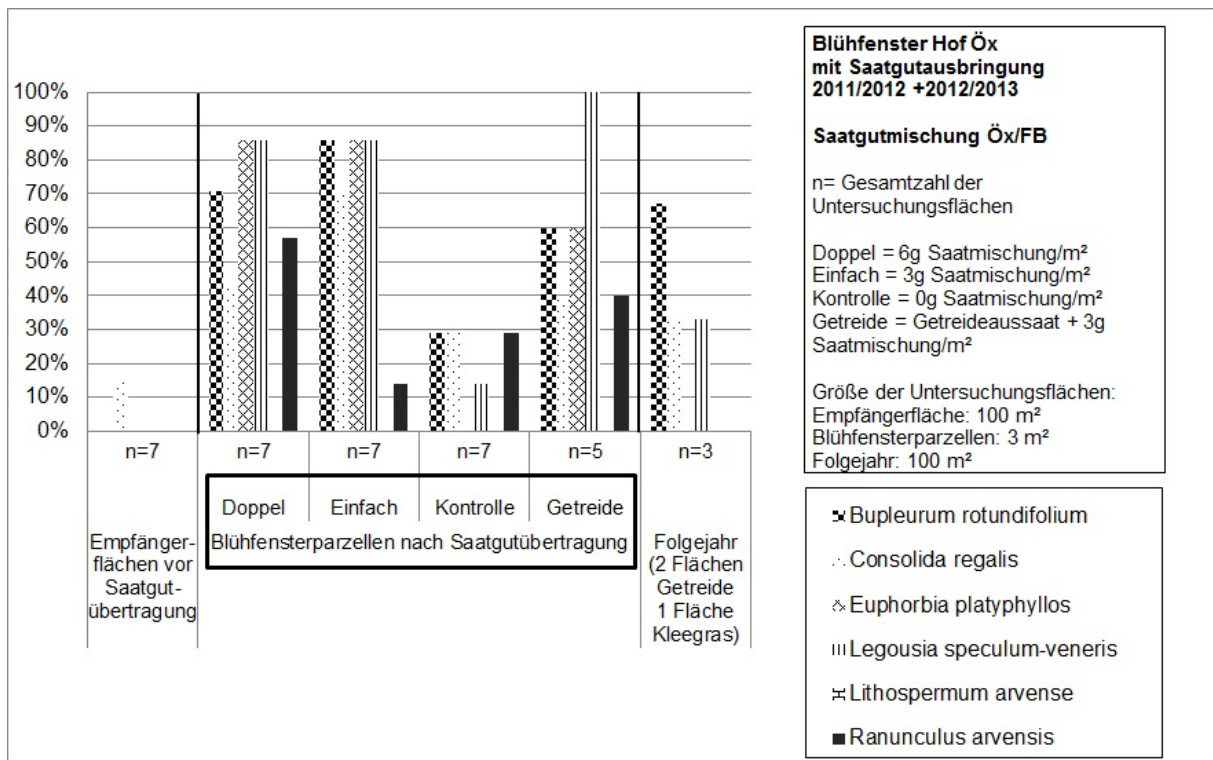


Abb. 47: Überblick – Saatgutübertragung in Blühfenstern auf Hof Öx mit prozentualer Ansiedlungserfolg.

### 4.3.3 Die Entwicklung von Zielarten nach Saatgut- und Oberbodenübertragung in den Folgejahren

Die möglichst optimale Entwicklung der eingebrachten Ackerwildkräuter in den Blühfenstern sollte das Aussamen der Arten und damit deren sukzessive Ausbreitung auf den Ackerflächen initiieren. Auf allen Flächen mit Blühfenstern wurde daher in den Folgejahren das Vorkommen der Arten in den dann wieder in die normale Bewirtschaftung überführten Äckern erfasst. Der sehr unterschiedliche Erfolg bei der Etablierung von Arten in den Blühfenstern im Anlagejahr wurde bereits in den vorangegangenen Kapiteln betrachtet. Hinzu kommen große Standortunterschiede hinsichtlich Nährstoffverfügbarkeit, Exposition, Wasserverfügbarkeit, Lichtverhältnisse, pH-Wert, Bewirtschaftung und unterschiedlicher Folgefrüchte, weshalb die Entwicklung der Zielarten in den Folgejahren anhand einer Reihe von Fallbeispielen vorgestellt wird, die jeweils unterschiedliche Aspekte verdeutlichen.

Zunächst werden alle Flächen von Gut Fahrenbach vorgestellt (Flächen 1 bis 8). Dann folgen vier Flächen von Hof Öx (Fläche 9 bis 12). Innerhalb dieser Gruppen werden zuerst jene Flächen vorgestellt, welche im Herbst 2011 angelegt wurden, im Anschluss jene, die im Jahr darauf folgten (2012). Auf jeder Fläche (Ausnahme: F 8) wurde je ein „Saatgut-Blühfenster“ angelegt und ein bis zwei Blühfenster, auf welchen Oberboden appliziert wurde. In den Abbildungen werden jeweils die Artmächtigkeiten ausgewählter (eingebrachter) Arten dargestellt (Abb. 48). Rot hervorgehoben ist jeweils das Jahr der Blühfenster-Anlage. Der Aufwuchs wurde jeweils zu dessen optimaler Entwicklung zwischen Mitte Juni und Anfang Juli und bei Klee gras vor dem Schnitt aufgenommen.

|          |                                 |  |
|----------|---------------------------------|--|
| <b>R</b> | Randaufnahme                    |  |
| <b>I</b> | Innenaufnahme                   |  |
| <b>E</b> | Empfängerfläche                 |  |
| <b>S</b> | Spenderfläche                   |  |
| <b>2</b> | Doppelte Saatstärke             |  |
| <b>1</b> | Einfache Saatsärke              |  |
| <b>0</b> | Kontrollparzelle                |  |
| <b>G</b> | Einfache Saatstärke in Getreide |  |
| <b>K</b> | Kulturart                       |  |
| <b>Z</b> | Zielart                         |  |
| <b>P</b> | problematische Art              |  |

Abb. 48: Abkürzungen und Artmächtigkeits-Skala und -Balken.

## Fläche 1

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>            |      |   |      |   |   |   | █    | █ |      |   |
|        | <i>Trifolium pratense</i>        |      |   |      |   |   |   |      |   | █    | █ |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | █    | █ |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Anchusa arvensis</i>          |      |   |      |   |   |   |      |   |      | █ |
|        | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   | █    | █ |   | █ | █    |   |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | █    | █ | █    | █ | r | █ | █    | █ |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         | █    |   | █    | █ | r | █ | █    |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | █    | █ | r | █ | █    |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          | █    |   | █    | █ | r | █ | █    |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | █    | █ | █    | █ |   | █ | █    | █ | █    |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   | █    | █ |   | r | r    |   |      |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |      |   |   | r |      |   |      |   |

Abb. 49: Fläche 1 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Im Jahr 2011 wurde das Weizenfeld pflanzensoziologisch aufgenommen und aufgrund des ausgedünnten Artenspektrums als geeignete Empfängerfläche ausgewählt. Im Verlauf des Versuchs konnten neun unterschiedliche Zielarten (*Anchusa arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) auf Fläche 1 erfasst werden. Vier (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*) dieser neun Arten waren bereits vor Versuchsbeginn Teil des Arteninventars. Deren Deckungsgrad wurde durch die Aussaat zum Teil - nimmt man die Kontrollparzelle als Referenz - erhöht. Vier weitere Arten (*Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) konnten erfolgreich in der Vegetationsperiode 2011/12 in den Blühfenstern angesiedelt werden. Während *Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris* und *Ranunculus arvensis* durchgängig in allen drei Varianten (2, 1, G) vorkamen, waren Individuen von *Silene noctiflora* lediglich vereinzelt in Variante G vorhanden. Unterschiedliche Aussaatstärken oder erschwerte Wuchsbedingungen (Getreideparzelle) resultierten kaum in unterschiedlich hohen Deckungsgraden. *Bupleurum rotundifolium* bedeckte den Boden in der Getreide-Variante sogar stärker als in den getreidefreien Varianten. Exemplare von *Legousia speculum-veneris* tauchten sogar in der Kontrollparzelle, auf welcher kein Saatgut aufgebracht wurde, auf. Auf dieses Phänomen, das häufiger beobachtet wurde, wurde bereits eingegangen. Die neunte Zielart *Anchusa arvensis* tauchte unverhofft erstmals in 2013 im Inneren des dann mit Roggen bestellten Feldes auf. Ansonsten schafften es *Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris* und *Ranunculus arvensis*, sich im Folgejahr (2013) wieder zu etablieren, *Ranunculus arvensis*-Individuen waren allerdings sehr selten. Exemplare von *Silene noctiflora* waren nicht mehr vertreten. Im darauf folgenden Jahr (2014) konnten bei Feldfutteranbau unter Klee keinerlei Exemplare aufgenommen werden.



• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 1 stammt von einer Spenderfläche, deren Arteninventar vor der Bodenentnahme 2011 ebenfalls erfasst wurde (Spalte „S“); *Legousia speculum-veneris* und *Papaver dubium*, die auf der Empfängerfläche fehlen, waren hier zu finden.

| Gruppe | Art                              | 2011 |   |   |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | E    |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   | E    |   |
|        |                                  | R    | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>           |      |   | ■ | ■ |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>            |      |   |   |   |      |   |   |   | ■    | ■ |      |   |
|        | <i>Trifolium pratense</i>        |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   | ■    | ■ |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ■    | ■ |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Centaurea cyanus</i>          | ■    |   | ■ | ■ |      | r |   |   | ■    | ■ |      | r |
|        | <i>Consolida regalis</i>         | ■    |   | ■ | ■ |      |   | r |   |      |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia exigua</i>          |      |   |   |   | ■    | ■ | ■ | ■ |      |   |      | ■ |
|        | <i>Legosia hybrida</i>           | ■    |   |   |   | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | r | ■ |      |   | r |   | ■    |   |      |   |
|        | <i>Papaver argmone</i>           | ■    |   |   |   |      |   | r |   | ■    | ■ |      |   |
|        | <i>Papaver dubium</i>            |      |   | ■ | ■ |      |   | ■ |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ■    |   | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ |      |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   |   |   |      |   |   |   | ■    |   |      |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |   |   |      |   |   |   | r    |   |      |   |
|        | <i>Valerianella dentata</i>      | ■    |   | ■ | ■ |      |   |   |   | r    |   |      |   |

Abb. 50: Fläche 1 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

In diesem Blühfenster auf dem gleichen Acker wuchsen elf Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Legosia hybrida*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argmone*, *Papaver dubium*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*, *Valerianella dentata*). Sechs Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Legosia hybrida*, *Papaver argmone*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) wurden bereits vor Versuchsbeginn auf der Empfängerfläche kartiert, ebenso sechs Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver dubium*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) auf der Spenderfläche. 2012 tauchten vier standortfremde Zielarten (*Euphorbia exigua*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver dubium*, *Silene noctiflora*) im Blühfenster auf. *Euphorbia exigua* und *Silene noctiflora* wurden 2011 vorab weder auf der Spender-, noch auf der Empfängerfläche aufgenommen, somit ist deren Herkunft ungewiss. Sie könnten sowohl Teil der Diasporenbank der Spender-, als auch der Empfängerfläche gewesen sein. Auf ähnliche Weise tauchten 2013 einige Individuen von *Ranunculus arvensis* auf, deren Herkunft ebenso nicht aus der Abbildung abgelesen werden kann. Die zwei vormals standortfremden Zielarten (*Legousia speculum-veneris*, *Papaver dubium*), die sich 2012 im Blühfenster entwickelten und mit hoher Wahrscheinlichkeit mit der Spendererde ankamen, konnten weder 2013 im Roggen noch 2014 im Klee nachgewiesen werden.

Das Fehlen der eingebrachten Arten im Jahr nach der Blühfensteranlage ist kein Einzelfall und aufgrund der wendenden Bodenbearbeitung nicht als Mißerfolg der Etablierungsbemühungen zu werten. Der Kleeergrasanbau erlaubte auch 2014 keine Entwicklung von Ackerwildkräutern, so dass erst Folgeuntersuchungen verifizieren können, ob die Etablierung erfolgreich war.

## Fläche 2

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | R    | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Trifolium pratense</i>        |      |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ■    |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>            |      | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      | r    |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | ■    | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |      | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |      | ■    | ■ | ■ | r | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ■    | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |

Abb. 51: Fläche 2 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Auf Fläche 2 kamen vor Versuchsbeginn bereits zwei Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*) vor. Im Jahr nach Anlage des Blühfensters (2012) konnten fünf zusätzliche Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Ranunculus arvensis*) kartiert werden. Auch hier wurde kein Deckungsgradgefälle bei abnehmender Saatstärke in den unkultivierten Varianten deutlich. Deutlich wurde aber hier, dass die erschwerten Bedingungen in der Getreideparzelle die Anzahl der Zielarten reduzieren können. *Papaver argemone* wurde – ähnlich wie *Legousia speculum-veneris* auf Fläche 1 – sogar auf der Kontrollparzelle gefunden, ein weiteres Beispiel von kleinräumigem Saatguttransport, beispielsweise durch Ameisen. Alle neu angesiedelten Zielarten gediehen auch im Folgejahr (2013) bei Anbau von Roggen. Der Deckungsgrad von *Bupleurum rotundifolium* und *Legousia speculum-veneris* war etwas geringer als der Deckungsgrad der anderen drei Zielarten. Der im Folgejahr (2014) kultivierte Rotklee ließ den konkurrenzschwachen Zielarten keine Chance, zur Entwicklung zu kommen.

• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 2 stammt von zwei weiteren Spenderflächen.

| Gruppe | Art                            | 2011 |   |    |   |    | 2012 |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|--------------------------------|------|---|----|---|----|------|---|---|------|---|------|---|
|        |                                | E    |   | S2 |   | S3 |      | E |   |      | E |      |   |
|        |                                | R    | I | R  | I | R  | I    | 2 | 1 | 0    | R | I    | R |
| K      | <i>Trifolium pratense</i>      |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>       |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>          |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Adonis aestivalis</i>       | r    |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Buglossoides arvensis</i>   |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Bupleurum rotundifolium</i> |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>        |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>       | r    |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia exigua</i>        |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>  |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Fumaria vaillantii</i>      | r    |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legosia hybrida</i>         |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>        |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>          |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Scandix pecten-veneris</i>  |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
| P      | <i>Alopecurus myosuroides</i>  |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Bromus sterilis</i>         |      |   |    |   |    |      |   |   |      |   |      |   |

Abb. 52: Fläche 2 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blütensters 2011.

Als Spenderflächen auf Fläche 2 fungierten zwei Flächen gleichzeitig. Deren Zielartenspektrum umfasste mindestens zehn Arten (*Adonis aestivalis*, *Buglossoides arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Euphorbia platyphyllos*, *Fumaria vaillantii*, *Papaver rhoeas*, *Scandix pecten-veneris*). Zwei dieser Arten (*Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*) gab es bereits vor Versuchsbeginn auf Fläche 2. Die Herkunft von *Legosia hybrida* und *Papaver argemone*, welche 2012 ebenso im Blütenster aufgenommen wurden, ist ungewiss, sie wurden weder auf der Ziel- noch der Spenderfläche im Vorjahr erfasst. Ein leichter Ansiedlungserfolg stellte sich 2012 bei drei Zielarten (*Buglossoides arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Scandix pecten-veneris*) ein. Auffällig ist, dass diese Arten lediglich in der Parzelle mit „doppelter Erdmenge“ auftauchten, bei „einfacher Erdmenge“ hingegen nie. *Adonis aestivalis*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Euphorbia platyphyllos*, *Fumaria vaillantii* konnten nicht erneut nachgewiesen werden. Der Etablierungserfolg in 2013 lag ebenso bei drei standortfremden Zielarten. Hierzu gehörte allerdings *Euphorbia exigua* anstatt *Buglossoides arvensis*. Ob die Individuen von überdauernden Samen der Spendererde 2012 oder von Fläche 2 herrührten ist ungewiss. Trotz eines dichten Kleebestandes in 2014 tauchten noch vereinzelt *Euphorbia exigua*, *Bupleurum rotundifolium* und *Centaurea cyanus* auf. Das Vorkommen problematischer Arten wie *Alopecurus myosuroides* und *Bromus sterilis* lässt nur schwer eine Beurteilung hinsichtlich der „Verschleppungsgefahr“ solcher Arten zu.

### Fläche 3

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011        |   | 2012        |   |   |   | 2013        |   | 2014        |   |
|--------|----------------------------------|-------------|---|-------------|---|---|---|-------------|---|-------------|---|
|        |                                  | R           | I | 2           | 1 | 0 | G | R           | I | R           | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>            | [Black bar] |   |             |   |   |   | [Black bar] |   |             |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | [Black bar] |   |             |   |   |   | [Black bar] |   |             |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |             |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          |             | r | [Black bar] |   |   | r | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |             |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    | [Black bar] |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |             |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |             |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | [Black bar] |   | [Black bar] |   |   |   | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |             |   | [Black bar] |   |   | r | [Black bar] |   | [Black bar] |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |             |   | [Black bar] |   |   | r | [Black bar] |   | [Black bar] |   |

Abb. 53: Fläche 3 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

2012 konnten auf Fläche 3 neun Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) aufgenommen werden. Drei dieser Arten (*Centaurea cyanus*, *Euphorbia platyphyllos*, *Papaver rhoeas*) wurden bereits 2011, vor Anlage des Versuchs, kartiert, die weiteren Arten wurden an diesem Standort noch nicht nachgewiesen. Der Deckungsgrad von *Centaurea cyanus* konnte in einer Ansaatparzelle enorm erhöht werden. In den unkultivierten Varianten (1 & 2) des Blühfensters konnte kein Deckungsgradunterschied bei unterschiedlichen Aussaatstärken beobachtet werden. Deutlich wurde aber auch hier wieder, dass in der „Getreideparzelle“ weniger Arten gediehen, als auch einen niedrigeren Deckungsgrad aufwiesen. Auffällig ist das Vorkommen von *Silene noctiflora* in der „Getreideparzelle“, während sie in sonst keiner Parzelle auftauchte. Vier der zuvor standortfremden Arten auf Fläche 3 (*Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Ranunculus arvensis*) gediehen auch im Folgejahr (2013) wieder auf der Fläche, *Papaver argemone* leider nur sehr vereinzelt. Im dritten Versuchsjahr (2014) schafften es zwar *Papaver argemone*, *Ranunculus arvensis* nicht mehr sich zu etablieren, dafür tauchen viele Exemplare von *Consolida regalis* und *Silene noctiflora* auf. Dieses starke Vorkommen von *Silene noctiflora* in 2014 überrascht, zumal 2013 kein Exemplar kartiert wurde. Jahresspezifische Schwankungen im Auftreten der sich relativ spät entwickelnden Acker-Lichtnelke sind jedoch nicht ungewöhnlich. Auch *Bupleurum rotundifolium* und *Legousia speculum-veneris* gehören 2014 zum Arteninventar auf Fläche 3.

Interessant ist Fläche 3 durch den seltenen Fall, dass im Versuchszeitraum drei Jahre Wintergetreide in Folge angebaut wurde, mit erkennbar positiver Auswirkung auf die Etablierung der Zielarten.

## Oberbodenübertragung

Die Spendererde für Fläche 3 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                              | 2011 |   |   |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | E    |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   | E    |   |
|        |                                  | R    | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Avena sativa</i>              |      |   | ■ | ■ |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>            |      |   |   |   |      |   |   |   | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ■    | ■ |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Anthemis cotula</i>           |      |   |   |   |      |   |   |   |      | r |      |   |
|        | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      | r |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          |      | r | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ |      |   | ■    | ■ |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   | ■    | ■ |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    | ■    | ■ |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      | ■ |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |   |   |      |   |   |   | r    | ■ | r    | ■ |
|        | <i>Valerianella dentata</i>      | ■    | ■ |   |   | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ |
| P      | <i>Apera spica-venti</i>         |      |   | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ |      |   | ■    | ■ |
|        | <i>Cirsium arvense</i>           |      |   | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ |      | r | ■    | r |

Abb. 54: Fläche 3 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

In diesem Blühfensterbereich wurden im gesamten Versuchszeitraum neun Zielarten (*Anthemis cotula*, *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver rhoeas*, *Silene noctiflora*, *Valerianella dentata*) aufgenommen. Alle drei Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*), die die Spenderfläche in 2011 aufwies, waren auch vor Versuchsbeginn Teil der Segetalflora von Fläche 3. Bei den restlichen Arten, die in diesem Versuchsbereich auftauchten, liegt die Vermutung nahe, dass sie aus dem benachbarten „Saatgut“-Blühfenster herührten. Die Verschleppung problematischer Arten scheint Abb. 54 zufolge durchaus ein Risiko darzustellen.

#### Fläche 4

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt. Die Fläche ist ein Beispiel für die Entwicklung bei nachfolgendem Feldfuteranbau.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011        |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|-------------|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | R           | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Medicago sativa</i>           | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>            | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       | [Black bar] |   |      |   |   |   |      |   |      |   |

Abb. 55: Fläche 4 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Fläche 4 war vor Versuchsbeginn sehr zielartenarm, lediglich *Centaurea cyanus* war gegenwärtig. 2012 gediehen fünf weitere Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*) im Blühfenster. Am stärksten vertreten war *Centaurea cyanus*, die durch das ausgebrachte Saatgut mit hoher Deckung auftrat. *Consolida regalis* und *Legousia speculum-veneris* waren am nächststärksten vertreten. Auch hier bestand kaum ein Unterschied hinsichtlich des Deckungsgrades zwischen den unterschiedlichen Saatgut-Ausbringungsstärken innerhalb der Varianten ohne Getreide (1 & 2). Die Getreidevariante wies wieder weniger Zielarten, als auch niedrigere Deckungsgrade auf. In den zwei darauf folgenden Jahren war die Luzerne *Medicago sativa* die Hauptkultur auf dieser Fläche, was das Zielartenvorkommen stark einschränkte. Lediglich *Papaver rhoeas* sowie wenige Individuen von *Centaurea cyanus* wurden 2013 gefunden, kamen aber nach Schnitt nicht zur Samenreife.

• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 4 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                         | 2011                              |   |   |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|-----------------------------|-----------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                             | E                                 |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   | E    |   |
|        |                             | R                                 | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Medicago sativa</i>      | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>       | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>    | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Centaurea cyanus</i>     | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>    | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legosia hybrida</i>      | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>     | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>       | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Valerianella dentata</i> | [Blacks bars indicating presence] |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      |   |

Abb. 56: Fläche 4 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Auf der Spenderfläche wurden 2011 sechs Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Legosia hybrida*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) kartiert. *Centaurea cyanus* gab es bereits in geringem Maße vor Versuchsbeginn auf Empfängerfläche 4, durch Ausbringung der Erde wurde deren Deckungsgrad – ähnlich wie im „Saatgut-Blühfenster“ – erhöht. Drei standortfremde Zielarten (*Consolida regalis*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) konnten sich erfolgreich im Blühfenster (2012) etablieren. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen Deckungsgrad und der Konkurrenzdruck wird in diesem Blühfenster deutlich, dass die Zielarten in der Getreide-Parzelle erschwerten Bedingungen ausgesetzt waren und mit einem niedrigeren Deckungsgrad aufgetreten sind. Auffällig ist, dass *Papaver rhoeas* in diesem Blühfenster, wie auch schon im „Saatgut-Blühfenster“, einen relativ hohen Deckungsgrad in der Kontrollparzelle aufwies. Dies lässt vermuten, dass diese Art bereits vor Versuchsbeginn auf Fläche 4 heimisch war. 2013 und 2014 unter der Kulturart *Medicago sativa* hatten die Zielarten keinerlei Entwicklungsmöglichkeiten. Auch hier können erst Folgekartierungen nachweisen, ob sich die Arten bei erneutem Wintergetreideanbau etablieren konnten.

## Fläche 5

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt. Zuvor war hier Hafer als Sommergetreide angebaut worden.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Avena sativa</i>              | ■    |   |      |   |   |   |      |   |      | r |
|        | <i>Triticale</i>                 |      |   |      |   |   |   | ■    |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   | ■    |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   |      |   |   |   |      | r |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | ■    |   | ■    |   | ■ |   | ■    |   | ■    |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |      |   | ■    |   |   |   | ■    |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |      |   |      |   |   |   |      |   |      | r |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | ■    |   |   |   | ■    |   |      | r |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ■    |   | ■    |   | ■ |   | ■    |   | r    |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   |      |   |   |   | ■    |   |      |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |      | ■ |

Abb. 57: Fläche 5 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Im Blühfenster 2012 konnten zwei standortfremde Zielarten (*Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*) kartiert werden. Beide erschienen auch wieder im Folgejahr (2013), 2014 wächst nur noch *Legousia speculum-veneris* auf Fläche 5. Bemerkenswert ist hier, dass sie sogar in der Aufnahme im Feldinnern von 2014 auftauchte. Vor Versuchsbeginn gediehen bereits zwei weitere Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*) auf Fläche 5. Vier zusätzliche Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Euphorbia platyphyllos*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) tauchten im Bereich dieses Blühfensters in 2013 und 2014 in geringem Ausmaß auf. Sie waren Teil der Saatmischung, kamen jedoch im Blühfenster nicht zur Entwicklung, sondern überdauerten offensichtlich und kamen erst 2013 bzw. 2014 zur Entwicklung. Dies zeigt, dass ausgebrachtes Saatgut auch noch Jahre nach der Ansaat auflaufen kann.



• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 5 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                      | 2011       |   |            |   | 2012       |   |   | 2013       |   | 2014       |   |
|--------|--------------------------|------------|---|------------|---|------------|---|---|------------|---|------------|---|
|        |                          | E          |   | S          |   | E          |   |   | E          |   | E          |   |
|        |                          | R          | I | R          | I | 2          | 1 | 0 | R          | I | R          | I |
| K      | <i>Avena sativa</i>      | ██████████ |   |            |   |            |   |   |            |   |            |   |
|        | <i>Secale cereale</i>    |            |   | ██████████ |   |            |   |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Triticale</i>         |            |   |            |   |            |   |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i> |            |   |            |   |            |   |   | ██████████ |   | ██████████ |   |
| Z      | <i>Consolida regalis</i> |            |   | ██████████ |   | ██████████ |   |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Legousia hybrida</i>  |            |   | ██████████ |   |            |   |   | ██████████ |   | ██████████ |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i> |            |   | r          |   |            |   |   |            |   |            |   |

Abb. 58: Fläche 5 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Die Spenderfläche wies 2011 drei Zielarten (*Consolida regalis*, *Legousia hybrida*, *Silene noctiflora*) auf. Von diesen Arten konnte sich *Consolida regalis* als einzige Art im Blühfenster 2012 etablieren. Auch 2013 war diese Art noch im Bereich um das Blühfenster vorhanden, 2014 nicht mehr. Dem hingegen tauchte *Legousia hybrida* 2013 als auch 2014 im Kartierungsbereich auf, ohne, dass diese Art 2012 im Blühfenster gegenwärtig war. *Silene noctiflora* war zwar auf der Spenderfläche vorhanden, entwickelte sich aber nicht.

**Fläche 6**

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt. Exemplarisch zeigt die Fläche, dass es auch bei günstiger Kulturart im Folgejahr zu einem fast gänzlichen Totalausfall der Zielarten kommen kann, wahrscheinlich befanden sich die Samen aufgrund wendender Bodenbearbeitung in zu tiefen Bodenschichten.

• **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011       |   | 2013       |   |            |   | 2014       |   |
|--------|----------------------------------|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|
|        |                                  | R          | I | 2          | 1 | 0          | G | R          | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>            | ██████████ |   |            |   |            |   | ██████████ |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |            |   | ██████████ |   |            |   | r          |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | ██████████ |   | ██████████ |   |            |   | r          |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |            |   | ██████████ |   |            |   | ██████████ |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |            |   | r          |   | r          |   |            |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |            |   | ██████████ |   |            |   | ██████████ |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ██████████ |   | ██████████ |   |            |   | ██████████ |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |            |   |            |   | ██████████ |   | ██████████ |   |

Abb. 59: Fläche 6 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Zwei (*Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*) der elf Zielarten waren bereits vorher auf der Fläche vertreten. Fünf weitere Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Euphorbia*

*platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Silene noctiflora*) gediehen in dieser Vegetationsperiode (2012/13) in dem Blühfenster. Lediglich bei *Bupleurum rotundifolium* war der Deckungsgrad bei doppelter Saatstärke höher als bei einfacher Saatstärke. Bei *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos* und *Legousia speculum-veneris* unterschieden sich diese Varianten nicht voneinander. *Silene noctiflora* etablierte sich nur bei einfacher Saatstärke, in der Variante mit doppelter Saatstärke wurde sie nicht aufgenommen. Bei Aussaat im Getreide setzen sich vier Zielarten durch, *Euphorbia platyphyllos* bildete die Ausnahme. Der Deckungsgrade der verbliebenen Arten in den Varianten mit und ohne Getreidekonkurrenz unterschied sich geringfügig. Die Kontrollvariante, in der keine Aussaat von Zielarten stattgefunden hatte, war frei von standortfremden Zielarten. Bei der Erfolgskontrolle in 2014 wurden zwei (*Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris*) der vormals fünf standortfremden Zielarten wiedergefunden.

• **Oberbodenübertragung (1)**

Auf Fläche 6 wurden zwei Blühfenster für Oberbodenübertragung eingerichtet. Die Spendererde für das erste Blühfenster stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                              | 2011 |   |   |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|
|        |                                  | E    |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   |
|        |                                  | R    | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>            | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
| Z      | <i>Centaurea cyanus</i>          | r    | █ | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Scandix pecten-veneris</i>    | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
|        | <i>Valerianella dentata</i>      | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |
| P      | <i>Alopecurus myosuroides</i>    | █    |   | █ |   | █    |   | █ |   | █    |   |

Abb. 60: Fläche 6 mit Oberbodenübertragung (1) und Anlage des Blühfensters 2012.

Auf der Spenderfläche wurden 2011 sechs Zielarten kartiert (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Scandix pecten-veneris*, *Silene noctiflora*, *Valerianella dentata*) von welchen fünf Arten vor Versuchsbeginn noch nicht auf Fläche 6 vorkamen. Bei vier Arten verlief die Übertragung erfolgreich. *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Scandix pecten-veneris* sowie *Valerianella dentata* wurden 2013 im Blühfenster aufgenommen. *Silene noctiflora* hingegen wurde 2013 nicht wiedergefunden. Der Deckungsgrad von *Centaurea cyanus* konnte durch die Aussaat leicht erhöht werden. Das Vorkommen der Zielarten in der „Getreidevariante“ war im Gegensatz zu den „kulturartfreien Varianten“ hinsichtlich Deckungsgrad sowie Zielartenanzahl vermindert. Dort wurden 2013 nur drei neue Zielarten (*Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Valerianella dentata*) – alle mit vermindertem Deckungsgrad verglichen mit den anderen Varianten – aufgenommen. 2014 konnte, trotz der „zielartfreundlichen“ Kulturart Roggen, keine der Zielarten mehr aufgenommen werden. *Alopecurus myosuroides* wurde vor Versuchsbeginn nicht auf Fläche 6 kartiert und wurde offensichtlich per Erdübertragung eingebracht. Zwar etablierte sich dieser in den getreidefreien Parzellen in 2013 gut, in der Getreideparzelle (2013) sowie 2014 trat er mit nur geringer Deckung auf.

• **Oberbodenübertragung (2)**

Die Spendererde für das weitere Blühfenster stammt von einer anderen Spenderfläche.

| Gruppe | Art                            | 2011       |   |   |   | 2013       |   |   |   | 2014       |   |
|--------|--------------------------------|------------|---|---|---|------------|---|---|---|------------|---|
|        |                                | E          |   | S |   | E          |   |   |   | E          |   |
|        |                                | R          | I | R | I | 2          | 1 | 0 | G | R          | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>          | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>       | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
| Z      | <i>Buglossoides arvensis</i>   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
|        | <i>Bupleurum rotundifolium</i> | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
|        | <i>Euphorbia exigua</i>        | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
|        | <i>Kickxia elatine</i>         | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
|        | <i>Scandix pecten-veneris</i>  | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |
| P      | <i>Bromus sterilis</i>         | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |   |   | ██████████ |   |

Abb. 61: Fläche 6 mit Oberbodenübertragung (2) und Anlage des Blühfensters 2012.

Auf dieser Spenderfläche wurden 2011 vier Zielarten kartiert (*Buglossoides arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Euphorbia exigua*, *Scandix pecten-veneris*). Eine weitere Zielart (*Kickxia elatine*) kommt auf der Spenderfläche außerhalb der Aufnahme­fläche vor. Keine der Arten gab es vor Versuchsbeginn auf Fläche 6. Drei (*Euphorbia exigua*, *Kickxia elatine*, *Scandix pecten-veneris*) Arten konnten sich 2013 auf allen Varianten des Blühfensters, bis auf der Kontrollvariante, etablieren. Es zeigt sich kein deutlicher Unterschied hinsichtlich des Deckungsgrades bei unterschiedlicher Ausbringungsmenge innerhalb der kulturfreien Varianten (1 & 2) des Blühfensters. Der Deckungsgrad in der „Getreideparzelle“ war vermindert. Ähnlich wie im oben vorgestellten Blühfenster (Fläche 6) tauchte 2014 keine Zielart in der Folgekultur auf.

**Fläche 7**

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt. Die Fläche ist ein Beispiel für einen Totalausfall bereits im Anlagejahr des Blühfensters, insbesondere bei der Variante mit Oberbodenübertragung.

• **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2012       |            | 2013       |   |            |   | 2014       |   |
|--------|----------------------------------|------------|------------|------------|---|------------|---|------------|---|
|        |                                  | R          | I          | 2          | 1 | 0          | G | R          | I |
| K      | <i>Secale cereale</i>            | r          | ██████████ | ██████████ |   |            |   | ██████████ |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ██████████ | ██████████ | ██████████ |   |            |   | ██████████ |   |
| Z      | <i>Buglossoides arvensis</i>     | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         | ██████████ |            |            |   | ██████████ |   |            |   |

Abb. 62: Fläche 7 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Im diesem Blühfenster tauchten in 2013 sechs angesäte Zielarten (*Buglossoides arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Silene noctiflora*) auf. Zwei Arten (*Buglossoides arvensis*, *Euphorbia platyphyllos*) kamen zwar in der Getreidevariante vor, in den getreidefreien Varianten im Blühfenster dagegen nicht. Im Folgejahr (2014) konnten zwar lediglich *Bupleurum rotundifolium*, *Legousia speculum-veneris* wieder aufgenommen werden, diese allerdings mit relativ hohem Deckungsgrad. Der Deckungsgrad dieser beiden überdauernden Arten war auch im Blühfenster deutlich höher als der Deckungsgrad aller anderen Zielarten.

• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 7 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art   | 2012 |   | 2011 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|---|------|---|------|---|------|---|---|---|------|---|
|        |   | E    |   | S    |   | E    |   |   |   | E    |   |
|        |   | R    | I | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Brassica napus</i>                         |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>                         | r    |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>                      |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
| Z      | <i>Adonis aestivalis</i>                      |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Adonis aestivalis</i> var. <i>citrinus</i> |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Anagallis foemina</i>                      |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Buglossoides arvensis</i>                  |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Caucalis platycarpos</i>                   |      |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>                 |      |   |      | r |      |   |   | r |      |   |
|        | <i>Galium tricornutum</i>                     |      |   |      |   |      |   |   | r |      |   |
|        | <i>Valerianella dentata</i>                   |      |   |      |   |      |   |   | r |      |   |

Abb. 63: Fläche 7 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Von den acht auf der Spenderfläche kartierten Zielarten (2011) (*Adonis aestivalis*, *Adonis aestivalis* var. *citrinus*, *Anagallis foemina*, *Buglossoides arvensis*, *Caucalis platycarpos*, *Euphorbia platyphyllos*, *Galium tricornutum*, *Valerianella dentata*) wurden lediglich vier Arten (*Anagallis foemina*, *Euphorbia platyphyllos*, *Galium tricornutum*, *Valerianella dentata*) im Blühfenster (2013) wiedergefunden. Deren Deckungsgrad war durchweg sehr gering, 2014 konnte keine der Zielarten mehr gesichtet werden.

Neben schon genannten Faktoren sind Fraßschäden ein wesentlicher Faktor für den hier augenscheinlichen Misserfolg der Etablierung der Arten im Blühfenster. Nach Unterpflügen konnten sich auch 2014 keine Samen aus dem ausgebrachten Boden entwickeln. Offen bleibt, ob in Folgejahren dennoch unter günstigen Bedingungen eine Etablierung erfolgen kann.

## Fläche 8

Es handelt sich um eine Fläche von Gut Fahrenbach. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011       |   | 2013       |   |      | 2014       |   |
|--------|----------------------------------|------------|---|------------|---|------|------------|---|
|        |                                  | R          | I | 2          | 1 | 0    | R          | I |
| K      | <i>Triticum aestivum</i>         | ██████████ |   |            |   |      |            |   |
|        | <i>Trifolium pratense</i>        |            |   |            |   |      | ██████████ |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |            |   | ██████████ |   |      |            |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |            |   | ██████████ |   |      | ████       |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |            |   |            | r |      |            |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |            |   | ██████████ |   |      | ████       |   |
|        | <i>Sherardia arvensis</i>        |            |   | ██████████ |   |      |            |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |            |   | ████       |   | ████ |            |   |

Abb. 64: Fläche 8 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Ein Ansiedlungserfolg auf Fläche 8 war bei sechs Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Sherardia arvensis*, *Silene noctiflora*) gegeben. Auch auf Fläche 8 ließ sich bei zunehmender Saatstärke kein erhöhter Deckungsgrad der Zielarten erkennen. Die Variante „G“ wurde in 2013 nicht kartiert, da Klee die Kulturfrucht bildete und den Zielarten keine Etablierungschance ließ. Im Jahr 2014 ließen sich nur einige Individuen von *Euphorbia platyphyllos* im Klee nachweisen. Erst bei Umbruch des Kleebestandes wird sich zeigen, welche der Arten erneut auftreten werden.

## Fläche 9

Es handelt sich um eine Fläche von Hof Öx. Die Blühfenster wurden im Herbst 2011 angelegt. Hof Öx wirtschaftet im Gegensatz zu Hof Fahrenbach pfluglos und führt keine wendende Bodenbearbeitung durch.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Triticale</i>                 |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Centaurea cyanus</i>          | r    |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Chaenorhinum minus</i>        |      | r |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | r    |   |   | r |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |      |   | r |   |      |   |      |   |

Abb. 65: Fläche 9 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Die vormals artenarme Fläche wies im Blühfenster (2012) zehn unterschiedliche Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Chaenorhinum minus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) auf. Lediglich wenige Individuen von *Centaurea cyanus* wuchsen bereits vor Versuchsbeginn auf Fläche 9. Die Deckungsgrade der verschiedenen Zielarten variierten, mit hohen Deckungsgraden vertreten waren *Centaurea cyanus*, *Euphorbia platyphyllos*, *Papaver rhoeas* und *Silene noctiflora*. Individuen von *Papaver rhoeas* und *Silene noctiflora* tauchten sogar in der Kontrollparzelle auf, vermutlich durch Saatguttarnsport durch Tiere. Ein Deckungsgradgefälle zwischen den Saatgutstärken kann in vier Fällen (*Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis* und *Legousia speculum-veneris*) ausgemacht werden. In der Getreideparzelle waren deutlich weniger Zielarten vertreten; auch die Deckungsgrade waren niedriger. Im Folgejahr (2013) konnten noch sechs eingebrachte Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver rhoeas*, *Silene noctiflora*) im Bereich um dieses Blühfenster aufgenommen werden. Der Deckungsgrad von *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Silene noctiflora* war höher als der Deckungsgrad der anderen Zielarten. 2014 wurden nur noch vier dieser Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Euphorbia platyphyllos*, *Papaver rhoeas*, *Silene noctiflora*) kartiert. *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris* schafften es trotz hoher Deckungsgrad im Vorjahr nicht mehr, sich zu etablieren.

• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 9 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                              | 2011 |   |   |   | 2012 |   |   |   | 2013 |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|------|---|
|        |                                  | E    |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   | E    |   |
|        |                                  | R    | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I | R    | I |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>           |      |   | ■ | ■ |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Triticale</i>                 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |      | ■ |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ■    | ■ |   |   |      |   |   |   | ■    | ■ |      |   |
| Z      | <i>Consolida regalis</i>         |      |   | r | ■ |      |   |   |   | —    |   |      |   |
|        | <i>Falcaria vulgaris</i>         |      |   |   | — |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | ■ | ■ | r    | r |   |   | —    |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |      |   | — |   |      |   |   |   |      |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            |      |   | r | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ |      | r | ■    | ■ |
|        | <i>Valerianella dentata</i>      |      |   |   | ■ |      |   |   |   |      |   |      |   |

Abb. 66: Fläche 9 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2011.

Die Spenderfläche wies im Jahr vor Versuchsanlage sechs Zielarten (*Consolida regalis*, *Falcaria vulgaris*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) auf. *Legousia speculum-veneris*, *Papaver rhoeas* tauchten als einzige im Blühfenster (2012) auf. Beide Arten konnten auch im Folgejahr wieder auf der Fläche gesichtet werden. Zusätzlich wurde *Consolida regalis* im Folgejahr (2013) auf der Fläche aufgenommen. *Papaver rhoeas* schaffte es als einzige Art, auch 2014 wiederzukehren.

Die Ergebnisse lassen sich durch den relativ ertragreichen Standort erklären, der für die Zielarten suboptimale Bedingungen bietet. So gelang zwar die Etablierung im Saatgut-Blühfenster, nicht aber in der Variante mit Oberboden, und in den Folgejahren traten kaum Exemplare der eingebrachten Arten im dichten Getreidebestand auf.

**Fläche 10**

Es handelt sich um eine Fläche von Hof Öx. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt.

• **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>           |      |   | ■    | ■ | ■ | ■ |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         | ■    | ■ |      |   |   |   | ■    | ■ |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   | ■    | ■ | ■ | r |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         |      |   | ■    | ■ | ■ |   | r    |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   | ■    | ■ | ■ |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |      |   | ■    | ■ | ■ |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            | ■    | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   | r    |   |   |   |      |   |

Abb. 67: Fläche 10 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.



Auf dieser Fläche wuchs vor Anlage des Blühfensters lediglich *Papaver rhoeas* als Zielart. Durch Aussaat der Saatgutmischung konnte das Zielartenspektrum in 2013 um fünf weitere Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Silene noctiflora*) bereichert werden. *Silene noctiflora* war äußerst rar. Auch auf dieser Fläche lässt sich kein besonderer Zusammenhang zwischen Aussaatstärke und Deckungsgrad erkennen; deutlich war allerdings, dass die Getreideparzelle mit zwei standortfremden Zielarten deutlich artenärmer war. Im Folgejahr (2014) konnten nur *Consolida regalis* und *Legousia speculum-veneris* wiedergefunden werden, *Consolida regalis* allerdings nur sehr vereinzelt.

- **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 10 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                              | 2011 |   |   |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|
|        |                                  | E    |   | S |   | E    |   |   |   | E    |   |
|        |                                  | R    | I | R | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>           |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |
| Z      | <i>Consolida regalis</i>         |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |

Abb. 68: Fläche 10 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Beide Zielarten (*Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*) der Spenderfläche konnten ins Blühfenster (2013) übertragen werden. 2014 wurde dann lediglich *Legousia speculum-veneris* wiedergefunden.

## Fläche 11

Es handelt sich um eine Fläche von Hof Öx. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |  |  |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|--|--|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |  |  |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>           |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
|        | <i>Secale cereale</i>            |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
|        | <i>Triticale</i>                 |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
| Z      | <i>Consolida regalis</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   |      |   |   |   |      |   |  |  |

Abb. 69: Fläche 11 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Vier Zielarten (*Consolida regalis*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Ranunculus arvensis*) entwickelten sich 2013 im Blühfenster, ohne große Unterschiede zwi-



schen Blühfenster und Getreidevariante. Im Folgejahr tauchte leider keine der Arten im Bereich um das Blühfenster wieder auf.

- **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 11 stammt von einer weiteren Spenderfläche.

| Gruppe | Art                       | 2011 |   | 2012 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|---------------------------|------|---|------|---|------|---|---|---|------|---|
|        |                           | E    |   | S    |   | E    |   |   |   | E    |   |
|        |                           | R    | I | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Hordeum vulgare</i>    | ■    |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Secale cereale</i>     |      |   | r    |   | ■    |   |   |   | ■    |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>  |      |   | ■    |   |      |   |   |   | ■    |   |
| Z      | <i>Centaurea cyanus</i>   |      |   | ■    |   | ■    |   |   |   | ■    |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>  | ■    |   |      |   | ■    |   |   |   | ■    |   |
|        | <i>Euphorbia exigua</i>   | ■    |   |      |   | r    |   |   |   | r    |   |
|        | <i>Fumaria vaillantii</i> | r    |   |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Legousia hybrida</i>   |      |   | r    |   |      |   |   |   |      |   |

Abb. 70: Fläche 11 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Von fünf Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Fumaria vaillantii*, *Legousia hybrida*), die vor Versuchsbeginn auf der Spenderfläche gediehen etablierten sich drei Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*) im Blühfenster (2013). Bei *Consolida regalis* und *Euphorbia exigua* war ein Gefälle zwischen den unterschiedlichen Varianten von „doppelter Erdmenge“ über „einfache Erdmenge“ hin zu „einfache Erdmenge in Getreide“ hinsichtlich der Deckungsgrade erkenntlich. Im Folgejahr (2014) wurde lediglich *Centaurea cyanus* auf der Fläche wiedergefunden.

## Fläche 12

Es handelt sich um eine Fläche von Hof Öx. Die Blühfenster wurden im Herbst 2012 angelegt. Die Folgekultur war Sommergerste.

- **Saatgutübertragung**

| Gruppe | Art                              | 2011 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |
|--------|----------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|
|        |                                  | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |
| K      | <i>Hordeum distichum</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Triticale</i>                 |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>         |      |   |      |   |   |   |      |   |
| Z      | <i>Bupleurum rotundifolium</i>   |      |   |      | r |   |   |      |   |
|        | <i>Consolida regalis</i>         | r    |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Euphorbia platyphyllos</i>    |      |   |      | r |   |   | r    | r |
|        | <i>Legousia speculum-veneris</i> |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Papaver argemone</i>          |      |   |      |   | r |   |      |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>            |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Ranunculus arvensis</i>       |      |   |      |   |   |   |      |   |
|        | <i>Silene noctiflora</i>         |      |   |      |   |   |   | r    |   |

Abb. 71: Fläche 12 mit Saatgutübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

Auf dieser Fläche kamen vor Versuchsanlage wenige Individuen der Zielart *Consolida regalis* vor. Durch die Aussaat konnten sich sieben weitere Zielarten (*Bupleurum rotundifolium*, *Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver argemone*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*) im Blühfenster etablieren. Individuen von *Papaver argemone* und *Ranunculus arvensis* wurden ausschließlich in der Kontrollparzelle gezählt. Der Deckungsgrad der anderen Zielarten war bei „doppelter Saatstärke“ gegenüber „einfacher Saatstärke“ leicht erhöht. Ein Unterschied zwischen den Varianten mit „einfacher Saatstärke“ mit bzw. ohne Kulturfrucht ist dagegen nicht deutlich. Im Folgejahr (2014) unter Sommergerste wurden noch drei Zielarten (*Euphorbia platyphyllos*, *Legousia speculum-veneris*, *Papaver rhoeas*) aufgenommen. *Legousia speculum-veneris* und *Papaver rhoeas* zeichneten sich im Vorjahr durch einen relativ hohen Deckungsgrad gegenüber den anderen Zielarten ab; winterannuelle Arten wie *Bupleurum* und *Consolida* fehlten.

• **Oberbodenübertragung**

Die Spendererde für Fläche 12 stammt von zwei weiteren Spenderflächen. Die Folgekultur war Sommergerste.

| Gruppe | Art                         | 2011 |   |     |   | 2012 |   | 2013 |   |   |   | 2014 |   |   |
|--------|-----------------------------|------|---|-----|---|------|---|------|---|---|---|------|---|---|
|        |                             | E    |   | S13 |   | S14  |   | E    |   |   |   | E    |   |   |
|        |                             | R    | I | R   | I | R    | I | 2    | 1 | 0 | G | R    | I |   |
| K      | <i>Avena sativa</i>         |      |   | ■   | ■ |      |   |      |   |   |   |      |   |   |
|        | <i>Hordeum distichum</i>    |      |   |     |   |      |   |      |   |   |   |      |   | ■ |
|        | <i>Triticale</i>            |      |   |     |   |      |   | ■    | ■ | ■ | ■ |      |   |   |
|        | <i>Triticum aestivum</i>    | ■    | ■ |     |   | ■    | ■ |      |   |   |   |      |   |   |
| Z      | <i>Centaurea cyanus</i>     |      |   | ■   | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ | ■ | ■ | ■    | ■ | ■ |
|        | <i>Euphorbia exigua</i>     |      |   | ■   | ■ | ■    | ■ | ■    | ■ | r | ■ | ■    | ■ | ■ |
|        | <i>Fumaria vaillantii</i>   |      |   |     |   |      | r |      |   |   |   |      |   |   |
|        | <i>Legousia hybrida</i>     |      |   |     |   |      | r |      |   |   |   |      |   |   |
|        | <i>Papaver dubium</i>       |      |   |     |   |      | ■ |      |   |   |   |      |   |   |
|        | <i>Papaver rhoeas</i>       |      |   | ■   | ■ | ■    | ■ | ■    |   |   |   |      |   | ■ |
|        | <i>Sherardia arvensis</i>   |      |   | ■   |   |      |   |      |   |   |   |      |   | ■ |
|        | <i>Valerianella dentata</i> |      |   |     | ■ |      |   |      |   | r |   |      |   | ■ |

Abb. 72: Fläche 12 mit Oberbodenübertragung und Anlage des Blühfensters 2012.

In diesem Blühfenster wurde Spendererde von zwei Spenderflächen gleichzeitig ausgebracht. Insgesamt wiesen diese acht unterschiedliche Zielarten (*Centaurea cyanus*, *Euphorbia exigua*, *Fumaria vaillantii*, *Legousia hybrida*, *Papaver dubium*, *Papaver rhoeas*, *Sherardia arvensis*, *Valerianella dentata*) auf. *Centaurea cyanus* kam als einzige bereits vor Versuchsbeginn auf Fläche 12 vor, durch die Erdausbringung konnte deren Deckungsgrad in den Parzellen des Blühfensters leicht erhöht werden. Vier vormals standortfremde Zielarten (*Euphorbia exigua*, *Legousia hybrida*, *Papaver rhoeas*, *Valerianella dentata*) konnten 2013 im Blühfenster nachgewiesen werden. *Valerianella dentata* trat nur in Einzelexemplaren auf. Auch in diesem Blühfenster ist kaum ein Zusammenhang zwischen Aussaatstärke bzw. Konkurrenzsituation und Deckungsgrad ersichtlich, sicherlich gefördert durch den ungeplanten Aufwuchs von *Triticale* im Blühfenster. Beispielsweise ist das Vorkommen von *Euphorbia exigua* in der „Getreidevariante“ genauso hoch wie in der Variante mit „doppelter Aussaatstärke“. 2014 konnten drei Zielarten (*Papaver rhoeas*, *Sherardia arvensis*, *Valerianella dentata*) wieder erfasst werden. Exemplare von *Sherardia arvensis* fehlten 2013 im Blühfenster. Bei Anbau von Hafer als Sommerung hatte die Art offensichtlich bessere Entwicklungsmöglichkeiten, wohingegen für weitere Zielarten das Gegenteil zutrifft.

## 4.4 Diskussion

### 4.4.1 Zusammenschau der Blühfenster-Versuche

Generell spiegeln die Ergebnisse der Individuenzählungen angesäter Zielarten in die Blühparzellen wider, wie uneinheitlich sich der Aufwuchs der Blühfenster entwickelt hat. Eine Fülle an Ursachen kommt dabei zum Tragen. Insbesondere der Witterungsverlauf, teilweise auch extreme Fraßschäden (Weinbergsschnecken) beeinflussen die Etablierung der Arten, darüber hinaus auch Standortunterschiede.

Die Auszählung der in den Ansaatparzellen zur Entwicklung gekommenen Exemplare ausgewählter Arten zeigt einerseits eine große Bandbreite. Die Streuung zwischen den Blühfenster-Anlagejahren, zwischen den drei Höfen, aber auch den jeweils enthaltenen Varianten ist enorm, was aber bei der Vielzahl zum Tragen kommender Faktoren nicht verwundert. Die Faktoren „Aussaatzstärke“ und „Blanksaat“ versus „Ausbringung in den Getreidebestand“ werden von standortspezifischen Faktoren überlagert; anders als bei einer Versuchsanlage unterscheiden sich die Ackerflächen so stark, dass eine summarische Betrachtung schwierig ist. Dennoch erlaubt die vergleichende Betrachtung der Arten einige Schlussfolgerungen:

- Zumeist hat die Ansaat in Reinsaat zur Entwicklung von mehr Exemplaren der eingebrachten Arten geführt als bei Einbringung in den benachbarten Getreidebestand, wo die Ackerwildkräuter mit Kulturpflanzen konkurrieren mussten. Relativ gut etablierten sich *Centaurea cyanus* und *Legousia speculum-veneris* auch im Getreidebestand.
- Ein Einfluss der Saatgutmenge auf die Individuenzahl der Arten in den Parzellen wird teilweise deutlich; dieser Faktor wird jedoch von anderen so stark überlagert, dass hier Exaktversuche notwendig sind, um belastbare Aussagen treffen zu können.
- Der Etablierungserfolg von eingebrachten Arten in den Blühfenster-Parzellen war auf den Empfängerflächen sehr unterschiedlich. Im Anlagejahr des Blühfensters kamen in allen Fällen sowohl Arten auf den eingebrachten Saatmischungen als auch aus übertragenem Oberboden zur Entwicklung, immer jedoch nur ein Teil des eingebrachten Artenspektrums. So wurden beispielsweise Kleiner Orant (*Chaenorhinum minus*) sowie Acker-Krummhals (*Anchusa arvensis*) auf keiner der Flächen aufgenommen. Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*), Kornblume (*Centaurea cyanus*), Klatschmohn (*Papaver rhoeas*), Rundblättriges Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), Acker-Hahnenfuß (*Ranunculus arvensis*) und Echter Frauenspiegel (*Legousia speculum-veneris*) hingegen konnten relativ häufig kartiert werden.  
Eine Fülle an Faktoren – die von Fläche zu Fläche variieren – sind dafür verantwortlich:
  - Witterungsabhängige Einflüsse (Wasserversorgung, Temperatur) während der Etablierungsphase;
  - Zwischenartliche Konkurrenz durch das bodenbürtige Artenspektrum der Empfängerfläche;
  - Fraßschäden u.a. durch Schnecken, Insekten, Wirbeltiere; sowie
  - Unterschiede der Standorte, insbesondere der Bodeneigenschaften.
- Das immer wieder zu beobachtende Auftreten von eingebrachten Arten in Kontrollparzellen ohne Ansaat belegt die letztlich erwünschte Verdriftung und Verbreitung der Arten, die bereits im Versuchsmaßstab einsetzte. Neben den immer denkbaren Faktoren wie Abdrift durch Wind und Verschleppung durch Tiere ist in einigen Fällen auch ein Vorhandensein einzelner Arten in der Samenbank von Empfängerflächen nicht auszuschließen.

- Teilweise war starker Schneckenfraß, womöglich aber auch die Attraktivität der Blühfenster für weitere Pflanzenfresser eine Ursache für eine schlechte Etablierung von Arten in den Blühparzellen.
- Die großen Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren sind zum großen Teil auf Unterschiede im Witterungsverlauf zurückzuführen, der für die Fluktuation der Artenzusammensetzung von Ackerwildkrautgesellschaften von großer Bedeutung ist.
- Als ein wesentlicher bei der Versuchsanlage nicht berücksichtigter Faktor stellte sich in Gesprächen mit Experten die Bodenverdichtung durch Andrücken/Anwalzen nach der Ansaat der Feinsämereien heraus. Bei der Anlage der Parzellen wurden die als Lichtkeimer geltenden Ackerwildkrautsamen auf den vorbereiteten Boden aufgestreut und auf ein Verdichten verzichtet, da eine weitere Fehlerquelle durch Anhaften von Samen befürchtet wurde. In der praktischen Umsetzung der Methodik ist dies jedoch weniger relevant, so dass eine optimale Ansaat mit Andrücken/Anwalzen kombiniert werden sollte.

Als wesentliche den Etablierungserfolg fördernde Maßnahme ergab sich somit durch das Einbeziehen von Erfahrungswissen von Praktikern im Nachhinein das Anwalzen/Andrücken des aufgestreuten Saatguts. Zudem ist eine Etablierung ohne Getreidekonkurrenz, also in Blühfenstern, bei den meisten Arten erfolgreicher als die Einbringung in Flächen, in denen Getreide eingesät wurde.

Die auf das Blühfenster-Anlagejahr folgende **mittelfristige Etablierung der Arten auf der Empfängerfläche** konnte auf den untersuchten Äckern bis zu zwei Jahre lang verfolgt werden. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei Anbau von Getreide konnten Arten aus den Vorjahres-Blühfenstern im ersten und zweiten Jahr nach der Einbringung nachgewiesen werden.
- Bei wendender Bodenbearbeitung ist davon auszugehen, dass der weitaus überwiegende Teil der Samen in tiefere Bodenschichten gelangt und zunächst keine Möglichkeit zur Keimung hat.
- Ein wesentlicher Effekt von Initialsaat-Blühfenstern mit Arten, die sich aussamen können, ist daher in der Anreicherung der Samenbank zu sehen.
- Wenn sich Samen in Oberflächennähe befinden und damit ein Auflaufen möglich ist, können sich diese bei Anbau von Wintergetreide am besten entwickeln. Bei Anbau von Feldfutter (Klee- oder Luzernegras) haben diese keinerlei Entwicklungsmöglichkeit.
- Für die Etablierung eingebrachter Ackerwildkräuter wäre ein kontinuierlicher Anbau von Wintergetreide in den Folgejahren optimal, würde jedoch auch problematische Arten (wie *Apera spica-venti* oder *Alopecurus myosuroides*) fördern. Bei Anbau von Klee gras überdauern die Arten in der Samenbank und können nach erneutem Umbruch in keimfähige Position gelangen.
- Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist die Überdauerungsfähigkeit von Samen in tieferen Bodenschichten. Experimentelle Untersuchungen der AG Freising zeigen, dass die Keimfähigkeit dabei abnimmt. Die jährliche Bodenbearbeitung beinhaltet jedoch die Chance, dass keimfähige Samen der eingebrachten Arten in Positionen gelangen, die ihnen eine Entwicklung ermöglichen.
- Aussagen über einen dauerhaften Etablierungserfolg durch einmalige Initialansaat in Blühfenstern lassen sich nur durch Folgeuntersuchungen (Erfolgskontrollen auf den Empfängerflächen in den Folgejahren) erhärten.

- Gleiches gilt für den Nachweis von Problemen durch die mögliche Einbringung unerwünschter Arten bei Oberbodenübertragung – bei praktischer Anwendung sollte durch vorherige Erfassung des Arteninventars von Spender- und Empfängerfläche sichergestellt sein, keine problematische Arten (o.g. Gräser, zudem *Cirsium arvense*, *Rumex* spp.) zu übertragen.
- Der Etablierungserfolg wird zudem entscheidend durch die Bewirtschaftung in den Folgejahren abhängen. Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung auch durch mechanische Maßnahmen sollten möglichst unterbleiben. Langzeituntersuchungen müssten verifizieren, ob sich überlebensfähige Populationen der eingebrachten Arten nachhaltig etablieren können.

#### 4.4.2 Ansiedlung durch Bodenübertragung – Umsetzung in der Praxis

Neben der Ansaat wurde als weitere Möglichkeit zur Ansiedlung von Ackerwildkrautarten die Übertragung von Oberboden getestet. Zunächst erscheint der Aufwand einer Oberbodenübertragung im Vergleich zu einer Ansaat wesentlich höher. Dies trifft zu, was die Menge des zu bewegenden Materials betrifft – lediglich eine Tüte voll Boden zu übertragen macht keinen Sinn, da die darin enthaltene Samenmenge keine Etablierung überlebensfähiger Populationen erwarten lässt. Dessen ungeachtet hat die Methode jedoch den großen Vorteil, dass die gesamte Pflanzengesellschaft mit den assoziierten Bodenlebewesen der Spenderfläche übertragen wird, also auch solche Arten, die durch Sammelzeitpunkte möglicherweise nicht erfasst werden. Zudem wird unterschiedlich altes Samenmaterial übertragen. Nachteil ist die mögliche Übertragung unerwünschter Arten, die durch vorherige Erfassung der Vegetation von Spender- und Zielfläche ausgeschlossen werden sollte. Der nachfolgend beschriebene Ablauf wird empfohlen.

##### **Voruntersuchung und Flächenauswahl**

Zunächst wird das vorhandene Artenspektrum der (artenarmen) Zielfläche und der (artenreichen) Spenderfläche komplett erfasst. Der beste Zeitpunkt bei Anbau von Wintergetreide ist dazu meist die zweite Junihälfte, Sinn macht eine Übertragung nur, wenn die Bodenverhältnisse (insbesondere pH-Wert und Tiefgründigkeit) beider Flächen ähnlich sind. Wie bei der Ansaat von Ackerwildkräutern gilt, dass autochthones Samenmaterial übertragen werden soll, d.h. dass sich Ziel- und Spenderfläche in möglichst naher Entfernung voneinander befinden. Im Versuchsmaßstab wurde im Forschungsprojekt überwiegend Boden innerhalb der gleichen Betriebe verwendet, also von langjährig umgestellten, artenreichen Bioäckern auf artenarme Umstellungsflächen übertragen. Denkbar ist aber auch die Verwendung von Boden von Schutzäckern. Selbstverständlich muss die Entnahme von Boden außerhalb des eigenen Betriebes mit dem Bewirtschafter der Flächen abgesprochen werden.

Zu beachten ist, dass keine landwirtschaftlich problematischen Arten wie Ampfer, Ackerkratzdistel oder Ackerfuchsschwanz übertragen werden sollen. Wenn also die potenzielle Spenderfläche entsprechende Arten aufweist, die auf der Zielfläche fehlen, sollte anstelle der Bodenübertragung das Ansaatverfahren gewählt werden.

##### **Praktischer Ablauf der Bodenübertragung**

Die Entnahme von Boden bietet sich i.d.R. im Zeitraum zwischen der Getreideernte und der Ansaat der Folgekultur an, also im Spätsommer bzw. Herbst. Im Versuchsmaßstab wurde im Projekt mit geringen Bodenmengen gearbeitet, indem Bodenproben von artenreichen Flächen mit dem Spaten entnommen und gemischt wurden. Weiter konnte exemplarisch auch

die Übertragung mit Hilfe eines kleinen Schaufelbaggers erprobt werden. Um Verluste durch vorzeitige Keimung der Zielarten zu vermeiden, sollte der so gewonnene Boden möglichst kurz zwischengelagert und rasch auf die Zielfläche ausgebracht werden (Abb. 73 und 74). Wie beim oben beschriebenen Ansaatverfahren war das Saatbett der Zielfläche vom Landwirt vorbereitet worden, wurde nun jedoch mit unterschiedlichen Bodenmengen der Spenderfläche flach überschichtet. In den Versuchen erwies sich, dass wie zu erwarten der Durchwuchs von bodenbürtigen Samen der Zielfläche umso geringer ist, je größer die aufgetragene Bodenmenge der Spenderfläche ist. Eine Überschichtung mit 3–5 cm Boden ist jedoch ausreichend, da Ackerwildkräuter überwiegend Lichtkeimer sind. Zudem ist es zielführend, das Samenmaterial des übertragenen Bodens ohne die Konkurrenz von Kulturpflanzen aufwachsen zu lassen. Im Versuchsmaßstab wurde mit „Blühfenster“ gearbeitet; bei entsprechenden Bodenmengen ist auch die Anlage von streifenförmigen Parzellen denkbar.



Abb. 73, 74: Übertragung von Boden mit Ackerwildkraut-Samen mit Hilfe eines Baggers und Radladers und händische Nachbearbeitung.



## 4.5 Die Fluktuation der Ackerwildkrautvegetation auf ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen

Ergänzend zu der Auswertung der Vegetationsentwicklung Blühfensterparzellen konnten im Rahmen der Projektverlängerung des aktuellen Projekts noch nicht ausgewertete Erhebungen 10-jähriger Dauerflächenuntersuchungen zur Regeneration der Ackerwildkrautvegetation nach Umstellung von intensiver konventioneller auf ökologische Bewirtschaftung auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen analysiert werden. Beginnend mit dem letzten Jahr konventioneller Bewirtschaftung (1998) waren auf dem 320-ha-Versuchsbetrieb der Universität Kassel rund 100 Dauerbeobachtungsflächen angelegt und jährlich deren Vegetation pflanzensoziologisch erfasst worden. Diese Erhebungen vor dem Beginn des BfN-Forschungsprojektes „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau“ wurden bisher nicht ausgewertet. Diese Auswertung der rund 2.000 pflanzensoziologischen Aufnahmen (aus jährlich je 100 Aufnahmen am Feldrand und im Feldinneren) wurde in Hinblick darauf vorgenommen, dass bei einer Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise eine spontane Re-Etablierung lediglich in sehr beschränktem Umfang stattfindet. Die Ergebnisse unterfüttern die Argumente für eine aktive Re-Etablierung von Arten auf ökologisch bewirtschafteten Feldern und entkräften Argumente von Botanikern, die Bemühungen zur Wiederansiedlung für überflüssig halten.

Seit dem Frühjahr 1998 (Umstellung auf Ökologischen Landbau ab Juli 1998) wurde die Umschichtung der Vegetation auf den nach herbizidintensiver Vorbewirtschaftung teilweise extrem floristisch verarmt gewesenen Ackerflächen untersucht. Fragestellungen der damaligen Dauerflächenuntersuchungen auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen waren:

- Werden die verbreiteten Nitrophyten mit zunehmend längerer ökologischer Bewirtschaftung zurückgehen?
- Wird sich das Artenspektrum verändern und wie? Werden „Problemunkräuter“ zunehmen?
- Werden sich – bei der Voruntersuchung vereinzelt festgestellte – durch Saatgutverunreinigung eingeschleppte Arten etablieren können?
- Werden weitere Arten spontan einwandern?

Während typische „Problemungräser“ wie *Bromus sterilis* mit der Umstellung stark zurückgingen, hat *Cirsium arvense* nach Ausbleiben der Herbizidanwendung auf den Domänenflächen zugenommen. Die Zunahme der Acker-Kratzdistel, die auf Bodenverdichtung und anaerob verrottende organische Substanz im Boden positiv reagiert, ist nicht zuletzt Symptom für die Bewirtschaftung mit zu schwerem Gerät. Auf mehrjährigen Feldfutterflächen gelingt ihre Regulierung. Als zweithäufigste Art folgt *Matricaria chamomilla*. Als Kennart der gleichnamigen Pflanzengesellschaft stellt sie einen Indikator für den Boden der Domänenflächen dar. Die weitverbreitete Assoziation ist auf oberflächlich entkalkten Löß- und Auenlehm-Böden die vorherrschende Pflanzengesellschaft, jedoch heute infolge des Herbizideinsatzes floristisch stark verarmt. Exemplarisch wird die Vegetationsentwicklung der Dauerbeobachtungsfläche Nr.22 (Schlag Trischbreite) von 1998 bis 2009 im Randbereich des Feldes vorgestellt (Tab. 12). Im letzten konventionellen Jahr der Bewirtschaftung (1998) fanden sich 11 Arten, die Wildkrautdeckung betrug 1%. Im ersten Jahr ökologischer Bewirtschaftung wurden Ackerbohnen angebaut, die Wildkrautdeckung schnellte auf 25 % hoch und die Artenzahl auf 19. In den folgenden Jahren mit Getreideanbau pendelte sich die mittlere Artenzahl unter 15 ein. Selbst häufige Arten fluktuierten stark. 2007 wurde auf der Fläche erstmals zweijähriges Feldfutter angebaut, das Ackerwildkräuter nahezu vollständig unterdrückt hat. Im darauf folgenden Triticale-Anbau waren Ackerwildkräuter wieder vertreten, allerdings bei deutlich reduziertem Deckungsgrad. Vor dem Hintergrund der Versuche zur Reetablierung von Ackerwildkräutern belegt das Beispiel, dass keinerlei floristisch bemerkenswerte Arten einwandern.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

Tab. 12: Vegetation des Schlages Trischbreite von 1998 bis 2009, Randbereich.

| Fortlaufende Nummer              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Original Nr. der Aufnahme        | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   |
| Kulturart                        | WG   | Abo  | HA   | SG   | SW   | Tri  | WW   | Kl   | Kl   | Tri  |
| Jahr                             | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2003 | 2004 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| Gesamtdeckung [%]                | 85   | 98   | 45   | 50   | 80   | 55   | 80   | 100  | 90   | 70   |
| Kulturdeckung [%]                | 85   | 80   | 45   | 40   | 60   | 55   | 70   | 100  | 90   | 70   |
| Wildkrautdeckung [%]             | 1    | 25   | 5    | 15   | 30   | 5    | 15   | <1   | <2   | 5    |
| Artenzahl                        | 11   | 19   | 15   | 14   | 16   | 10   | 9    | 7    | 8    | 14   |
| <i>Hordeum vulgare</i>           | 5    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Vicia faba</i>                | .    | 5    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Avena sativa</i>              | .    | .    | 3    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Hordeum distichon</i>         | .    | .    | .    | 3    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Triticum aestivum</i>         | .    | .    | .    | .    | 4    | r    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Triticale</i>                 | .    | .    | .    | .    | .    | 4    | .    | .    | .    | 4    |
| <i>Triticum aestivum</i>         | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 4    | .    | .    | .    |
| <i>Lolium perenne</i>            | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 3    | 2    | +    |
| <i>Lolium multiflorum</i>        | .    | .    | .    | .    | r    | .    | .    | 3    | 3    | .    |
| <i>Trifolium pratense</i>        | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | 2    | 1    | .    |
| <i>Trifolium repens</i>          | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | 1    | 2    | .    |
| <i>Cirsium arvense</i>           | .    | .    | .    | r    | .    | .    | .    | .    | +    | +    |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | .    | +    | .    | .    | 1    | 1    | .    | +    | .    | +    |
| <i>Stellaria media</i>           | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Poa annua</i>                 | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Sonchus asper</i>             | .    | +    | +    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Matricaria chamomilla</i>     | r    | 2    | +    | +    | .    | +    | .    | .    | .    | 1    |
| <i>Galium aparine</i>            | +    | +    | +    | +    | .    | +    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Phleum pratense</i>           | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Poa trivialis</i>             | .    | +    | +    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Myosotis arvensis</i>         | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 1    |
| <i>Fallopia convolvulus</i>      | +    | 2    | 1    | 2    | 1    | +    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Veronica persica</i>          | r    | +    | +    | 1    | +    | +    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Viola arvensis</i>            | 1    | +    | +    | +    | +    | +    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Lamium purpureum</i>          | +    | +    | .    | +    | .    | +    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Thlaspi arvense</i>           | .    | 2    | +    | 2    | 3    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Veronica polita</i>           | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    |
| <i>Medicago sativa</i>           | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | +    | +    | .    |
| <i>Rumex crispus</i>             | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>     | r    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    |
| <i>Rumex obtusifolius</i>        | .    | .    | r    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    |
| <i>Stellaria media</i>           | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 2    | .    | .    | .    |
| <i>Veronica persica</i>          | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    |
| <i>Matricaria chamomilla</i>     | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 1    | .    | .    | .    |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | .    | .    | .    | .    | .    | .    | 2    | .    | .    | .    |
| <i>Fallopia convolvulus</i>      | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    |
| <i>Galium aparine</i>            | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    |
| <i>Thlaspi arvense</i>           | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    |
| <i>Poa trivialis</i>             | .    | .    | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i>   | .    | +    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Polygonum aviculare</i>       | .    | +    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Sisymbrium officinale</i>     | .    | .    | .    | r    | +    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Sinapis arvensis</i>          | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Galeopsis tetrahit</i>        | .    | +    | .    | .    | r    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Matricaria discoidea</i>      | .    | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Euphorbia helioscopia</i>     | .    | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Ranunculus repens</i>         | .    | +    | +    | r    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Silene alba</i>               | .    | .    | .    | r    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Bromus sterilis</i>           | +    | +    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Silene dioica</i>             | .    | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Agropyron repens</i>          | 1    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Raphanus raphanistrum</i>     | .    | +    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |
| <i>Convolvulus arvensis</i>      | r    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    | .    |

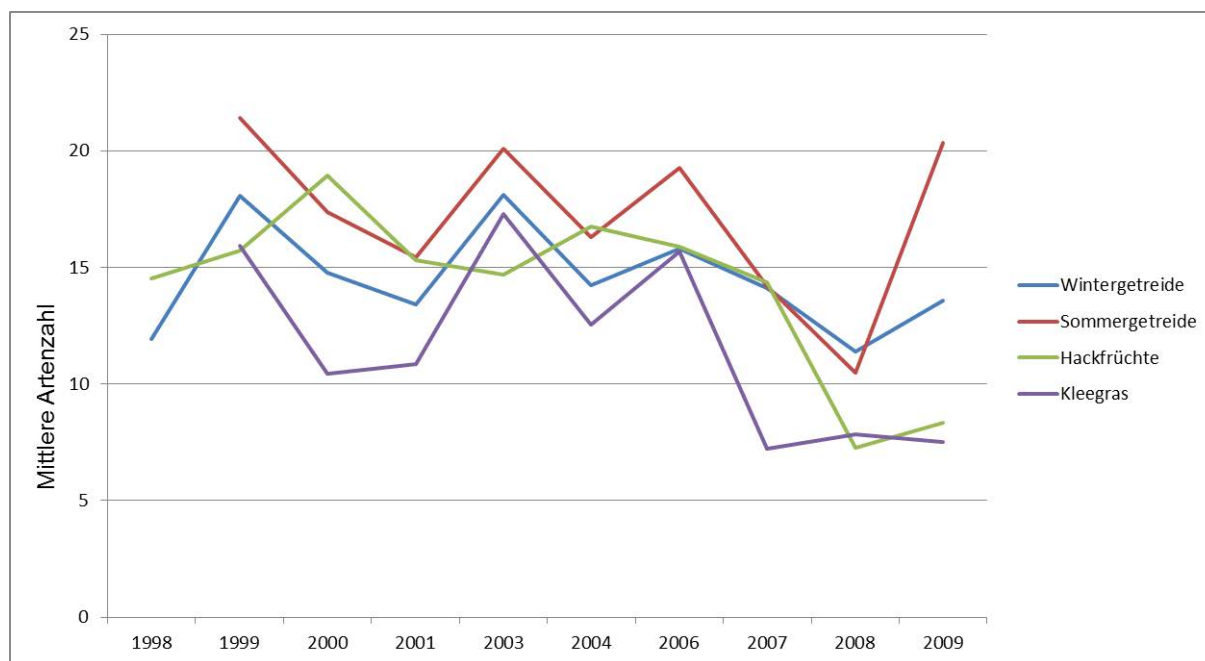
Zur Untersuchung des Vorkommens von Arten innerhalb von Feldern wurden Transekte durch Felder gelegt; Tab. 13 zeigt ein Beispiel. Die Aufnahmen am Tabellenanfang geben jeweils das Artenspektrum der benachbarten Feldraine wieder, wo Arten des Grünlandes dominieren bzw. ein Feldgehölz angrenzt. Exemplarisch lässt sich an der Tabelle die Verteilung der Arten in Getreidefeldern ablesen. Einige Arten kamen teilweise mit Deckungsgraden >5 % vor (*Thlaspi arvense*, *Sonchus asper*, auf einer Fläche sogar *Brassica napus*, Fruchtfolgerest der bis 1998 konventionellen Bewirtschaftung). Die Aufnahmeflächen 12 und 13 wiesen als weitere Kulturart *Helianthus tuberosus* auf – hier wurde im Frühjahr in den bestehenden Triticale-Bestand Topinambur (als Blühstreifen) gedrillt. Deutlich ist das Einstrahlen von Arten vom Randbereich in das Feldinnere ablesbar, darunter auch *Cirsium arvense*. Eine Überraschung war der Fund eines Exemplars der Acker-Röte *Sherardia arvensis* inmitten dieses Feldes. Erstmals wurde damit die Art außerhalb von Klee grasfeldern in Frankenhäusen nachgewiesen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit hatte sich die Art im Klee grasbestand in einem der Vorjahre zuvor reproduzieren können oder aber hat im Diasporenvorrat des Bodens nach Ausbringung (verunreinigtes Kleesaatgut) im Boden überdauert. In den Folgejahren hat sich *Sherardia arvensis* jedoch nicht halten können und ist wieder verschwunden. Während der Dauerflächenuntersuchungen waren solche Funde Einzelfälle.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

Tab. 13: Transekt durch ein Triticale-Feld; Verteilung der Arten.

| Original Nr. der Aufnahme | 51 | 51 | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51  | 51 | 51 | 52  | 52  | 52 | 52 |
|---------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|----|
| R//Transekt Nr.           | -2 | -1 | R   | I   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12 | 13 | I   | R   | -1 | -2 |
| Kultur                    |    |    | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TRI | TO | TO | TRI | TRI |    |    |
| Gesamtdeckung in %        | 99 | 99 | 60  | 65  | 50  | 60  | 70  | 65  | 60  | 60  | 70  | 60  | 80 | 80 | 60  | 55  | 70 | 99 |
| Kulturdeckung in %        |    |    | 50  | 60  | 50  | 60  | 70  | 65  | 40  | 50  | 70  | 60  | 50 | 65 | 55  | 50  |    |    |
| Unkrautdeckung in %       |    |    | 20  | 10  | 5   | 5   | 5   | 3   | 25  | 8   | 2   | 2   | 35 | 20 | 8   | 10  |    |    |
| Artenzahl                 | 13 | 17 | 21  | 11  | 8   | 12  | 12  | 12  | 15  | 14  | 7   | 8   | 21 | 14 | 15  | 19  | 26 | 23 |
| Fortlaufende Nummer       | 1  | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13 | 14 | 15  | 16  | 17 | 18 |
| Triticale                 | .  | .  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3  | 4  | 4   | .   | .  | .  |
| Helianthus tuberosus      | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | 3  | 3  | .   | .   | .  | .  |
| Tripleurospermum inodorum | .  | +  | 2   | 2   | 1   | +   | +   | +   | +   | r   | r   | 2   | +  | 1  | 1   | 2   | .  | .  |
| Cirsium arvense           | 2  | 2  | +   | .   | +   | r   | .   | +   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | r   | +   | +  | +  |
| Sonchus asper             | .  | .  | +   | +   | +   | +   | +   | 2   | +   | +   | r   | +   | +  | r  | +   | +   | +  | +  |
| Thlaspi arvense           | .  | .  | +   | .   | +   | +   | +   | 2   | 1   | .   | +   | 2   | 2  | 1  | 2   | 2   | .  | .  |
| Trifolium repens          | .  | .  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | 1   | +  | +  | +   | +   | .  | .  |
| Matricaria chamomilla     | .  | 2  | 1   | 1   | +   | +   | r   | +   | +   | .   | r   | +   | +  | +  | +   | +   | .  | .  |
| Galium aparine            | .  | +  | +   | .   | +   | +   | r   | +   | +   | .   | .   | 1   | +  | +  | +   | +   | .  | .  |
| Fallopia convolvulus      | .  | +  | 1   | +   | .   | .   | .   | 1   | 1   | .   | .   | 1   | +  | +  | +   | 1   | .  | .  |
| Viola arvensis            | .  | .  | +   | +   | 1   | 1   | 1   | +   | +   | +   | r   | +   | +  | 1  | r   | +   | .  | .  |
| Capsella bursa-pastoris   | .  | .  | +   | r   | .   | .   | +   | r   | +   | .   | r   | .   | 1  | +  | +   | +   | .  | .  |
| Stellaria media           | .  | .  | +   | +   | .   | .   | .   | .   | .   | +   | .   | +   | 1  | 1  | +   | .   | .  | .  |
| Chenopodium album         | .  | .  | +   | +   | .   | +   | .   | .   | .   | +   | .   | .   | +  | r  | .   | .   | .  | .  |
| Brassica napus            | .  | .  | .   | .   | .   | .   | +   | 2   | +   | .   | .   | 1   | +  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Veronica persica          | .  | .  | .   | .   | .   | r   | .   | .   | +   | .   | .   | r   | +  | .  | +   | +   | .  | .  |
| Atriplex patula           | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | +   | +   | .   | +   | 1   | +  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Aphanes arvensis          | .  | .  | r   | .   | +   | .   | r   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | +  | .  |
| Taraxacum officinale      | +  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | +   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Lamium maculatum          | .  | .  | r   | .   | .   | .   | +   | .   | +   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| <b>Sherardia arvensis</b> | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Vicia hirsuta             | .  | .  | +   | .   | .   | .   | .   | r   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Apera spica-venti         | .  | .  | .   | +   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Rumex crispus             | +  | +  | +   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Myosotis arvensis         | +  | +  | +   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Heraclium sphondylium     | 2  | 1  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Alopecurus pratensis      | 1  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Trisetum flavescens       | .  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Festuca rubra             | .  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Papaver dubium            | .  | .  | r   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Potentilla anserina       | +  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Agrostis tenuis           | +  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Plantago lanceolata       | r  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Veronica arvensis         | .  | .  | +   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | r   | +  | .  |
| Vicia tetrasperma         | r  | +  | +   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Dactylis glomerata        | 2  | 2  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Arrhenatherum elatius     | 4  | 4  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 2  |
| Poa trivialis             | .  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 1  |
| Torilis japonica          | +  | +  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | r   | +  | 1  |
| Lolium perenne            | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | +  | .  | +   | +   | 1  | 1  |
| Medicago sativa           | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | r  | +   | +   | 1  | 2  |
| Poa annua                 | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | +  | r  | .   | .   | .  | .  |
| Galeopsis tetrahit        | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | r  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Lamium amplexicaule       | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | +  | .  | .   | .   | .  | .  |
| Fumaria officinalis       | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | r  | .   | .   | .  | .  |
| Lamium purpureum          | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | +  | +  | .   | .   | .  | .  |
| Geranium dissectum        | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | r  | +  | .   | .   | .  | .  |
| Polygonum aviculare       | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | r   | +   | 1  | .  |
| Festuca pratensis         | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 2  |
| Prunus spinosa            | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Bromus hordeaceus         | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Phleum pratense           | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 1  |
| Veronica polita           | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Calystegia sepium         | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Epilobium tetragonum      | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | r  |
| Astragalus glycyphyllos   | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 1  |
| Galium mollugo            | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 1  |
| Urtica dioica             | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 1  |
| Hypericum perforatum      | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Quercus spec.             | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | r  |
| Rosa spec.                | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Rubus fruticosus agg.     | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | 2  |
| Bromus sterilis           | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |
| Silene dioica             | .  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | .  | +  |

Abbildung 75 zeigt die mittleren Artenzahlen aller Aufnahmen im Randbereich in den zehn verschiedenen Untersuchungsjahren getrennt nach Wintergetreide, Sommergetreide, Hackfrüchten und Klee gras. Im letzten konventionellen Anbaujahr wurden nur Zuckerrüben als Hackfrucht und Wintergetreide angebaut. Heute werden nur auf einem Viertel der Domänenflächen Winterungen angebaut. Die Artenzahlen in dem meist auf wenigen Flächen angebauten Sommergetreide liegen meist etwas über denen der auf dem Lößstandort oft dichten Wintergetreidebestände. Die Hackfrüchte – überwiegend Möhren und Kartoffeln – enthalten ähnliche Artenzahlen. Nahezu immer die niedrigsten Artenzahlen weisen Feldfutterbestände auf – zu berücksichtigen ist hier, dass immer mindestens vier der Arten auf die Kulturarten *Lolium perenne* und *L. multiflorum* sowie *Trifolium repens* und *T. pratense* entfallen, oft außerdem noch *Medicago sativa* und *Phleum pratense*.



|                | 1998       |    | 1999       |    | 2000       |    | 2001       |    | 2003       |    | 2004       |    | 2006       |    | 2007       |    | 2008       |    | 2009       |    |
|----------------|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|
|                | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  | Mittelwert | n  |
| Wintergetreide | 11,92      | 76 | 18,08      | 12 | 14,79      | 34 | 13,43      | 40 | 18,12      | 42 | 14,22      | 23 | 15,79      | 29 | 14,11      | 18 | 11,37      | 19 | 13,59      | 17 |
| Sommergetreide | 0          | 0  | 21,4       | 25 | 17,36      | 11 | 15,42      | 12 | 20,08      | 13 | 16,31      | 13 | 19,25      | 4  | 14,2       | 5  | 10,5       | 4  | 20,33      | 3  |
| Hackfrüchte    | 14,53      | 15 | 15,73      | 40 | 18,92      | 13 | 15,29      | 7  | 14,71      | 14 | 16,76      | 34 | 15,9       | 10 | 14,35      | 17 | 7,28       | 18 | 8,32       | 25 |
| Klee gras      | 0          | 0  | 15,94      | 16 | 10,45      | 29 | 10,87      | 23 | 17,29      | 21 | 12,56      | 27 | 15,67      | 12 | 7,21       | 29 | 7,83       | 35 | 7,5        | 34 |

Abb. 75: Mittlere Artenzahlen der Aufnahmen im Randbereich in zehn Untersuchungsjahren getrennt nach Wintergetreide, Sommergetreide, Hackfrüchte und Klee gras.

Abbildung 76 zeigt den entsprechenden Kurvenverlauf der Artenzahlen im Feldinneren, die jeweils parallel zum Vergleich erfasst wurden. Hier liegen die Artenzahlen noch niedriger; zu beachten ist die veränderte Skalierung der y-Achse. Die Artenzahlen im Feldinneren liegen hier bei Hackfruchtanbau teils deutlich über denen der Wintergetreidefelder.

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

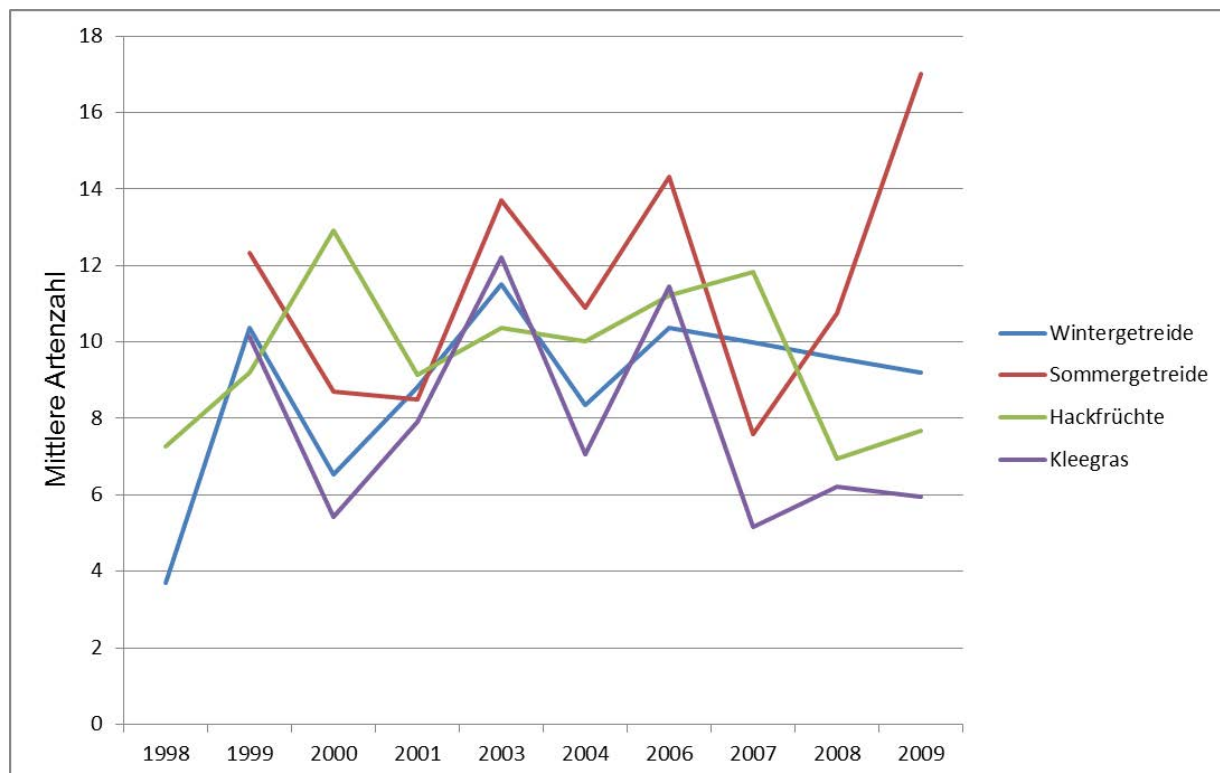


Abb. 76: Mittlere Artenzahlen der Aufnahmen im Feldinnern in zehn Untersuchungsjahren getrennt nach Wintergetreide, Sommergetreide, Hackfrüchte und Klee gras.

## 4.6 Bundesweite Vernetzung und Abstimmung von „Ansaat-Ansätzen“ für den Ackerwildkrautschutz

### *Ergebnisse des Experten-Workshops*

Nach zwei Jahren Projektlaufzeit wurde am 1. April 2014 zu einem Erfahrungsaustausch von Wissenschaft und Praxis nach Witzenhausen eingeladen, dessen Ergebnisse in Praxisempfehlungen zur Umsetzung der Versuchsergebnisse einfließen sollen. Die Arbeitsgruppen stellten wesentliche Ergebnisse ihrer Arbeit vor. Eingeladen waren die Praxispartner der AGs Witzenhausen und Freising, Fachleute aus der Naturschutzpraxis und Praktiker des Ökologischen Landbaus, die Interesse am Schutz und der Förderung gefährdeter Ackerwildkräuter haben. Von den beiden Projektteams nahmen teil: Thomas van Elsen, Maximilian Lerner, Marion Lang und Harald Albrecht. Unter den rund 30 Teilnehmern waren u.a. Prof. Dr. U. Hampicke (Naturschutz-Ökonom, Greifswald), Dr. R. Stock (DBU, Osnabrück), B. Blümlein (DVL, Ansbach), Dr. S. Meyer (Universität Göttingen, Schutzacker-Projekt), die im Naturschutz engagierten Landwirte D. Hack, W. Bertram und G. Brechmann, J. Serr (Heilpflanzen-Anbauer und -Berater), B. Galland (Projekt Wernershöhe), Dr. A. Thorwest (NLWKN Hannover, dortige Betreuerin der Ackerrandstreifen), J. Bringmann (Werra-Meißner-Kreis) und Dr. S. Schneider (Ackerwildkrautschutz Luxemburg).

Beabsichtigt war in dem Workshop eine Abfolge der drei Schritte „Bestandsaufnahme – Vision – Strategie“. Nach der „Bestandsaufnahme“ in Form der Ergebnisdarstellung am Vormittag folgte zusammen mit den Teilnehmern die Diskussion einer „Vision“: Wie kann eine praktische Umsetzung der Projektergebnisse aussehen – in der Naturschutzpraxis, in Agrarumweltprogrammen? Was wäre sinnvoll und wünschenswert in Bezug auf die Wiederansiedlungsfrage? Wie wichtig ist die im Projekt realisierte Autochthonie des Saatguts? Folgende Aspekte wurden genannt (überwiegend wörtlich aus den mitgeschnittenen Statements der Teilnehmer bei der Vorstellung der auf Karten notierten Stichpunkte; Abb. 77):

- Wichtig wäre eine **Sammelanleitung**: Wie sammle ich überhaupt Ausgangssaatgut? Was muss ich beachten? Schon beim Sammeln lassen sich viele Fehler machen, wir müssen die genetische Komponente mit beachten. Und was auch wichtig ist, ist die Kultivierung. Wir haben vorhin das Beispiel mit der *Kickxia elatine* gehört, wo aus einer Pflanze dann 10.000 Pflanzen gezogen wurden. Dieser ganze Themenbereich: Wie sammle ich und wie kultiviere ich richtig, auch unter dem Blickpunkt der genetischen Diversität.
- Konkret am Beispiel des Projekts „Wernershöhe“: Das Projekt läuft seit 1987 und als wir angefangen haben, waren dort 8–10 Rote-Liste Arten, jetzt sind in jedem Jahr mit Sicherheit immer 20 anzutreffen, in guten Jahren auch 25 oder noch mehr. Die Gesamtheit an Rote Liste Arten liegt bei ungefähr 30. Wichtig war die gleichbleibende Bewirtschaftung die ganzen Jahre hindurch. Wenn wir jetzt Pflanzen ausbringen, dann ist ja die Frage, machen wir Artenschutz oder machen wir Biotopschutz, deswegen hab ich das Stichwort „Pflanzengesellschaften“ aufgeschrieben. Die „Ackerhaftdolden-Gesellschaft“ ist sicherlich einer der seltensten und wertvollsten. Und wenn wir jetzt einzelne Arten ausbringen, dann ist da die Frage: Wird die **Pflanzengesellschaft** da repariert, wiederhergestellt, beeinträchtigt wie auch immer, also haben wir so etwas wie eine natürliche Entwicklung? Und dafür brauchen wir ein Langzeitmonitoring.
- Wichtig ist eine „langfristige **Absicherung der Flächenbetreuung**“. Also es muss eigentlich jemanden vor Ort geben, der sich auch darum kümmert. Zwei oder drei Jahre werden Projekte gefördert und wie geht es dann weiter? Also wer schaut dann da nach und hat da ein Auge drauf. Weiter müssen die **Landwirte für diese gesellschaftliche Leistung auch entlohnt werden**. Es muss einen finanziellen Transfer geben, sodass er



langfristig abgesichert ist. Also für den „Ackerwildkraut – Landwirt“ braucht es auch Geld. Der Landwirt braucht für sein Engagement die Wertschätzung durch die Gesellschaft.



Abb. 77: Statements der Workshop-Teilnehmer.

- Zwei Strategien sind möglich: Man kann es einerseits über Flächensicherung machen, zum Beispiel Flächenaufkäufe und Artenschutz auf gesonderten Flächen auf kleinen Inseln betreiben. Oder man kann versuchen, die Landwirtschaft dazu zu gewinnen, etwas im Rahmen der normalen Bewirtschaftung zu machen. Das geht natürlich nicht ohne Geld. Die Landwirte müssen verstehen, was für die Naturschutzseite wiederum so wichtig ist. Deswegen habe ich hier „**Öffentlichkeitsarbeit**“ aufgeschrieben. Da wird eigentlich noch viel zu wenig investiert. Die Agrarumweltmaßnahmen sind sehr kompliziert, sowohl von der Umsetzung, als auch von der Komplexität. Es gibt verschiedene Programme die sich nicht überschneiden dürfen, sonst hat man eine doppelte Förderung. Das ist auch einer der Gründe, warum viele ihre Finger davon lassen oder im Falle von Rückzahlungen danach nicht mehr teilnehmen wollen. Das andere ist die Frage: „Was ist denn autochthon?“ Wenn ich mir bei „Regiosaatgut“ anschau, wie groß einzelne Räume gefasst werden, wäre das schon wieder nicht mein Begriff von **Autochthone**. Es wäre erst mal ganz wichtig, da Einigkeit zu erzielen, bevor in ganz Deutschland überall Samen

ausgebracht werden, die dann hinterher auch nicht mehr rückholbar sind und vielleicht mehr Schaden als Nutzen anrichten. Das andere, was mir während der Vorträge heute Vormittag aufgefallen ist, ist, dass ich es wichtig fände, bevor ich Samen auf bestimmte Flächen ausbringe, dass man schaut, was überhaupt im Boden ist. Also die Vegetation und das Samenpotenzial der Empfängerflächen zu untersuchen, bevor ich etwas ausbringe. Das müsste man wie im Projekt dann auch in der Praxis in einem Vorlaufjahr erst einmal untersuchen, bevor dort etwas angesät wird. Das gleiche gilt natürlich für die Bodenübertragung, auch hier sollte Boden nur innerhalb gewisser Entfernungen übertragen werden.

- In Bezug auf die umsetzbaren Förderprogramme ist es wichtig, dass eine Verbindung und auch ein guter Kontakt zwischen Ministerium oder Behörde und dem Landwirt stattfindet, weil von Seiten der Landwirte sehr viel Unklarheit darüber besteht was überhaupt möglich ist. Auch dass man da miteinander reden kann und die andere Seite nicht etwas Unerreichbares ist. Die **Kommunikation** zwischen beiden Seiten.
- Die „**Berücksichtigung der Tiere**“ ist wichtig, zum einen bei der Artenwahl, also welche Arten wir überhaupt ausbringen. Es sollten schon welche sein, die Funktionen im Ökosystem haben. Und auf der anderen Seite ist es doch so, dass die Pflanzen generell im Ökosystem eine Schlüsselfunktion als Produzenten haben, z.B. Nahrung und Habitat usw. für Tiere darstellen. Dass man die Zusammenhänge auch von meiner Seite als Wissenschaftler, noch ein bisschen genauer kennen sollte und dann auch mit der Folgerung welche Arten man ausbringt. Auf der anderen Seite hinsichtlich der Argumentation in der Öffentlichkeit, also mit Schmetterlingen als Blütenbesucher usw. Ich glaube, dass man von dieser Seite relativ gute Argumente bekommen kann, wenn man sich näher darum kümmert.
- Ich hatte bei der Vorstellungsrunde schon gesagt, dass ich auf meinen Flächen vor knapp über 20 Jahren mit Ackerwildkrautschutz angefangen habe. Bei der letzten gründlichen Bestandsaufnahme 2012 sind auf diesen Flächen nochmals zwei Arten aufgetaucht die vorher nicht festgestellt wurden. Immer bezogen auf Rote Liste Arten. Andere Arten, die häufiger sind, waren wahrscheinlich immer da. Das hat mich zu der Karte „Zeit und Geduld – Können wir uns das leisten?“ animiert. Können wir uns das leisten in solchen Zeiträumen von 20, 30, 40 Jahren heute noch zu arbeiten und zu denken, oder gehen uns in der Zwischenzeit möglicherweise die Reste verloren. Die zweite Karte auch wieder an einem Beispiel. Ganz in der Nähe bei mir ist im letzten Jahr ein winziges Restvorkommen der **Ackerfeuerlilie** festgestellt worden. Ich glaubte, die wären verschollen, weil dort inzwischen ein Gewerbegebiet ist und die angrenzenden Ackerflächen sind nur noch Maisflächen. Ich wurde darauf hingewiesen, dass dort ein altes Ackerfeuerlilievorkommen ist. Da tauchte bei mir die Frage auf, ist es dort jetzt nicht allerhöchste Zeit, diese Reste zu sammeln und auf meinen Flächen, die nur ein paar hundert Meter entfernt sind, die **Vermehrung** wieder voranzubringen, die Art dort zu erhalten, weil es an dem alten Standort meiner Auffassung nach gar nicht geht. Das heißt, können wir uns das leisten auf den wenigen Flächen die wir haben, es sozusagen dem Zufall zu überlassen oder müssen wir versuchen, auf den wenigen geschützten Flächen, die wir haben, das Artenspektrum was in der Region autochthon noch vorkommt, auch tatsächlich anzusiedeln und dort zu vermehren.
- Ein Problem sind die Agrarumweltmaßnahmen. Es ist wichtig, dass die Prämien ausreichend hoch sind. In der jetzigen Förderperiode war es bei uns in Baden-Württemberg so, dass die Prämien in dem Bereich so niedrig waren, dass fast kein Landwirt mitgemacht hat. Deshalb ausreichend hohe Prämien in der nächsten Förderperiode! Ein neues Feld, was so langsam immer mehr in den Fokus rückt, sind die Ausgleichsmaßnahmen im Sinne Eingriffs-Ausgleichsregelung, Bundesnaturschutzgesetz, wo jetzt auch über die produktionsintegrierten Ansätze angedacht wird. Der Schutz der Ackerwildkräuter spielt da

noch eine Nebenrolle. Auch die **Ansaat könnte als Ausgleichsmaßnahme anerkannt** werden, weil sie zu einer wirkliche Aufwertung der Ackerfläche führt. In dem Bereich A+E steht u.U. sehr viel Geld zur Verfügung, wesentlich mehr als bei Agrarumweltmaßnahmen. Dann die Oberbodenübertragung: Ich weiß, dass bei Schwäbisch-Gmünd hochkarätige Äcker mit Ackerwachtelweizen sind, und diese liegen alle in einer Zone, durch die demnächst eine Umgehungsstraße gebaut werden soll. Wenn also solche Eingriffe anstehen, auch in Zusammenhang mit den Windkraftanlagen, mit Stromtrassen und dergleichen, dann sollte man tatsächlich den **Oberboden sichern**, abtragen und woanders wieder ausbringen. In dem Ansatz der gesamtbetrieblichen Biodiversitätsberatung sollte der Ackerwildkrautschutz wichtiger Bestandteil werden, auch beim Fokus-Naturtag und ähnlichen **Beratungsansätzen**. Und dass man dem Landwirt den Ackerwildkrautschutz auch vergütet und ihn durch Öffentlichkeitsarbeit unterstützt.

- Mir ist ein wichtiger Punkt, dass man versucht, den **Ackerwildkrautschutz mit der landwirtschaftlichen Produktion zu kombinieren**. Dass man da noch schaut, was möglich ist und welche Methoden es gibt. Man soll nicht zwischen Schutz und Produktion von Nahrung trennen, sondern es mehr miteinander vernetzen, wodurch auch die Tiere wieder profitieren. Dass das alles **nicht räumlich getrennt ist, sondern integriert** stattfindet. Gerade hinsichtlich der Wiederansiedlung von Arten ist es wichtig, langfristige überlebensfähige Populationen zu etablieren, die sich an verändernde Umweltbedingungen anpassen können. Dass man nicht einfach einen sehr kleinen Bestand hat, sondern schaut, dass die Arten langfristig gesichert werden.
- Zum einen brauchen wir „mehr Ökobetriebe“. Das zweite ist die Frage, wie man vielleicht **auch konventionelle Betriebe einbeziehen** kann. Man geht immer davon aus, dass dort ein Herbizid gespritzt wird und dann nichts mehr vorhanden ist. Aber vor 30 Jahren hatte jeder Landwirt noch eine Hackmaschine und hat seine Rüben und Kartoffeln gehackt, gestriegelt wurde durchaus auch. Vielleicht nicht auf den Hohertragsstandorten, aber die Konventionellen haben durchaus Flächen, wo man sowas durchführen könnte. Ich denke, da muss man dann Landwirte heranzuführen und nicht von Anfang an die Konventionellen ganz ausschließen, so schwierig das auf den ersten Blick ist.
- Ich finde das mit der Bodenübertragung und dem Saatgut per Hand einsammeln ebenfalls interessant, um auch mal **Demoflächen für Ackerwildkräuter** zu schaffen, wo dann auch Landwirte hingeführt werden können. Diese sollen nicht am äußersten Zipfel einer Region liegen, sondern vielleicht mit einem Versuchswesen gepaart sein, wo Landwirte einfach vor Ort kommen können, schauen und dieses Bewusstsein dafür bekommen. „Um welche Arten handelt es sich?“ „Wie sehen sie aus?“ „Habe ich diese vielleicht sogar auf meinem Acker und weiß es nur nicht.“ Weiterhin, wenn man interessierte Landwirte hat, die sowas anlegen würden aber uninteressante Flächen haben, dass hier mit dem Saatgut eine Lösung gefunden wird und die richtigen Leute mit dem Saatgut zusammen gebracht werden, um die Ackerwildkräuter mehr zu verbreiten.
- Ich denke es ist ganz wichtig, um „autochthon“ praktikabel noch enger fassen zu können, dass es **mehr neue regionale Vermehrer** benötigt. Anbauer die entsprechend überall vermehren. Es gibt mittlerweile auch biologische Anbauverfahren für Heil- und Gewürzkräuter, vor 30 Jahren haben alle gesagt, das geht überhaupt nicht. Das heißt, es müsste auch **praktikable Anbauverfahren für Ackerwildkräuter** in Zukunft geben. Damit alles schön bunt ist, braucht man Vermehrer und auch gute Anbauberater, die die Landwirte entsprechend unterstützen. Ich sehe mich als solchen. Wer etwas weiß ob irgendwer vermehren will, der kann mich da gerne ansprechen (Jürgen Serr).

#### *Zusammenschau der Beiträge (Thomas van Elsen)*

In Bezug auf die **Autochthonie** gibt es unterschiedliche Gesichtspunkte: Detlef Hack hat bemerkt, dass früher Ackerwildkräuter mit dem Saatgut verbreiten wurden, durch Handel

auch über größere Distanzen. Von daher kann man das Muster heutiger Verbreitung auch als „Reliktareale“ sehen. Was früher durch eine Verbreitung sehr viel weiter übertragen wurde, ist heute auf die Räume beschränkt, wo durch die Nutzung noch etwas übrig geblieben ist von der Verbreitung, die durch frühere Ausbreitungswege erfolgt ist, die es heute aber nicht mehr gibt. Wie z.B. auch durch Schafherden, die durch die Landschaft gezogen sind und Saatgut verbreitet haben. Hier gibt es auch Untersuchungen zum Transport von Magerasensamen – das Schaf als „Samentaxi“. Früher wurden die Stoppeln oder auch die Getreidefelder vor dem Schossen im Frühjahr beweidet und dadurch sogar noch die Bestockung des Getreides angeregt. Durch die Schafe und die Hufe wurden Samen verbreitet. Das gibt es heute so nicht mehr. Das war auch der Hintergrund der Fragestellung in dem Frankenhäuser-Projekt, dass wir auf einem Lössstandort, wo es fraglich ist, ob es Sinn macht, z.B. mit dem Rundblättrigen Hasenohr – *Bupleurum rotundifolium* – zu arbeiten, einer Art, die heute auf Grenzertragsfelder reduziert ist. Durch die Ansaat auf dem Lössstandort wurden die früheren Verbreitungswege simuliert. Die Frage war: Halten sich diese Arten auch auf Hohertragsstandorten unter den Bedingungen des Ökolandbaus?

Weiter wurde die Frage nach der **Produktionsmethode** gestellt. Auch die Frage, wie das mit der Erweiterung des Blickwinkels auf die konventionelle Landwirtschaft ist. Das ist bei den Ackerrandstreifen nicht anders. Zuerst stellen sich die Fragen: „Wo sind die geeigneten Standorte? Wo ist entsprechendes Saatgut noch im Samenpotential vorhanden?“ Nur dort macht es Sinn, Ackerrandstreifen anzulegen. Das sind oft keine Bio-Betriebe. Es ist ein Zufallstreffer, wenn auf solch einer potentiellen Ackerrandstreifenfläche ein Bio-Betrieb liegt. Bei Ackerrandstreifen als auch bei der möglichen Wiederansiedlung macht es keinen Sinn, eine Art mit sehr viel Mühe wieder anzusiedeln und dann mit der „Herbiziddusche“ darüber zu fahren. Da sind aber auch andere Formen oder Konzepte der Bewirtschaftung denkbar, wie über den eigentlichen Ökolandbau hinaus das Konzept erweitert oder ausgedehnt werden kann.

Ganz wichtig erscheint mir die Frage nach **Sicherstellung der genetischen Diversität**, die *Stefan Meyer* ganz am Anfang gestellt hat. Wenn am Anfang nur ein oder zwei Pflanzen zur Verfügung stehen und diese vermehrt werden, dann ist es sehr eingeschränkt, was da an Vielfalt innerhalb der Population gegeben ist. Gerade Firmen wie „Rieger-Hofmann“ sichern dies so, dass sie nach ein paar Jahren Vermehrung wieder neues Saatgut sammeln, um es nicht in einer einseitigen unbeabsichtigten Züchtung durch den Anbau zu selektieren. Dies muss man bei der Frage der Wiederansiedlung im Blick haben. Die Methode der Bodenübertragung kann eine Möglichkeit darstellen, viele der Probleme, die gerade bei der Saatgutverwendung entstehen, auszuhebeln. Zu beachten ist aber, einer Einbringung „unerwünschter Arten“ vorzubeugen.

Wichtig erscheinen mir weiter die Fragen der Wertschätzung/ Öffentlichkeitsarbeit/ **Entschädigung** der Landwirte. Der Mehraufwand und die Ertragsminderung müssen kompensiert werden. Unbedingt braucht es **Qualitätssicherung**: Selbstverständlich müssen potenzielle Empfängerflächen daraufhin erfasst werden, was an Arten an dem Standort vorhanden ist, bevor etwas ausgesät wird. Zunächst erscheint naheliegend, die **Einbringung von Saatgut zu vereinfachen**, indem der Landwirt beim Drillen Saatgut aus der Kabine werfen könnte oder entsprechendes Saatgut in das Getreidesaatgut beigemischt wird, wie von Tina Behrens vorgeschlagen. Die Versuche zeigen jedoch, dass bei den meisten Arten der Etablierungserfolg größer ist, wenn nicht direkt ins Getreide gesät wird, sondern Blühfenster oder -streifen angelegt werden. Da der Aufwand und damit letztlich die Kosten für das autochthone Saatgut immens sein können, erscheint es sinnvoller, dieses nicht „aus dem Fenster (der Treckerkabine) zu werfen“, sondern den Aufwand zu betreiben und eine Fläche anzulegen, wo sich das wertvolle Saatgut ohne die Konkurrenz der Kulturpflanzen entwickeln kann. Bei der Einmischung in Blühmischungen ist das Problem, dass es überwiegend sommeranuelle Arten sind, die in solchen im Frühjahr angelegten Blühmischungen ausgebracht werden. Da haben die Ackerwildkräuter in der Regel schlechtere Karten.

### *Weitere Diskussion – Erfahrungen und Aspekte zur Reetablierung*

*Gerhard Brechmann* berichtet von seinen Erfahrungen auf seinen sauren Sandäckern in der Senne: Die Arten verbreiten sich kostenlos, wenn das eigene Saatgut verwendet wird. Ich habe lange Zeit auf jede Art von künstlichem Eingriff – selber Saatgut abzusammeln und wieder auszubringen - verzichtet. Die von Sven Wehke entdeckte Fläche war im Betriebsablauf integriert und Arten, die immer dort vorgekommen sind, haben sich plötzlich wieder vermehrt, weil die Bewirtschaftung vorteilhaft war, vor allem der Verzicht auf mechanische Bearbeitung nach der Saat. Weiter hatten wir Zeit zum Ausprobieren. Wir bekamen den Hinweis, dass wir immer in einer bestimmten **Pflugtiefe** gearbeitet hatten. Und da habe ich den Pflug einmal 5 cm tiefer gestellt und danach traten Arten auf, die wir vorher nicht festgestellt haben. Auch das ist eine kostenlose Methode. All das was heute erzählt wurde, ist hochinteressant, aber es gibt auch eine Entwicklung, wenn bestimmte Faktoren beachtet werden. Zum Beispiel, Arten überhaupt wieder zur Samenreife zu bringen, das halte ich für außerordentlich wichtig. Wir haben bei manchen Arten mit 10 Pflänzchen angefangen, ein winziger Restbestand. Davon haben wir heute 10.000. Dies ist nur aus diesem Restbestand entstanden. Das erste, wonach wir geschaut haben, war, wann die Samen reif werden. Das haben wir auch im Grünland so praktiziert. Da haben wir geschaut, welche Arten vorhanden sind und entsprechend **Ernte- und Mähzeitpunkte** festgelegt. Dann vermehren sich die Arten kostenlos von ganz alleine. Bei einer Fläche, die ich übernehmen möchte und die sehr artenarm ist, habe ich vor, eine Schafherde über diese Fläche gehen zu lassen - in diesem Jahr entsprechend einen Teil der oben erwähnten artenreichen Fläche nicht zu beernten, damit genügend reife Samen vorhanden sind - und die Schafe dann über die gleich anschließende Fläche laufen zu lassen, welche für Ackerwildkrautschutz noch zur Verfügung steht. Das Ganze will ich auch wissenschaftlich aufnehmen. Ich fände es sehr spannend, was in den ersten Jahren danach auf der neuen Fläche vorkommt.

*Stefan Meyer*: Eine Anmerkung dazu. Es gibt die Methode, die Schafe auszukämmen. Zu dem Thema gibt es eine hervorragende Arbeit aus Frankreich. Eine zweite Möglichkeit für Sandäcker ist das, was die Kollegen in Mittelfranken gemacht haben. Sie haben bei Sandäckern die oberen 20 cm einfach abgetragen. Dann kamen ganz viele Arten wieder vor. Ich habe noch zwei grundsätzliche Fragen: Kommen wir eigentlich mit diesem Ausbringen weiter oder ist das in der Naturschutzszene gar nicht gewollt? Es gibt andere Konzepte wie z.B. Honorierung ökologischer Leistung auf dem Acker. Hier wird geschaut, wie viele Pflanzen und mit welcher Häufigkeit sie dort wachsen. Dementsprechend bekommt der Landwirt dafür Geld. Kommen wir da nicht in einen Konflikt? Fördern solche Anreize nicht das unkontrollierte Ausbringen?

*Detlef Hack*: Wenn wir über die Ackerwildkräuter reden, dann reden wir auch sehr oft über Relikte an potenziellen Standorten oder unsere Reserveflächen. Da kommt erschwerend hinzu, dass wir oft auf diese Standorte keinen Zugriff haben. Teilweise befinden sie sich noch in „konventioneller Hand“ oder, wenn sie sich in der Hand eines Ökobauern befinden, dann ist er vielleicht nicht Eigentümer. Diesen Zusammenhang müsste man noch stärker in die Betrachtung mit einbeziehen. Wenn ich nun eine gewisse Art irgendwo etablieren will oder sie auf dieser Fläche noch habe, muss der Landwirt u.U. auf Aufdüngung des Standortes konsequent verzichten, der pH-Wert ist entweder ganz unten oder ganz oben, er verzichtet auf Entwässerung. Das sind alles Bewirtschaftungserschwernisse, die ich vielleicht noch machen kann, wenn der Acker mir gehört, weil mir das am Herzen liegt. Wenn ich aber den Acker gepachtet habe und 700 € Pacht bezahlen muss, dann wird es unheimlich schwierig. Daran müssten sich die **Agrarumweltprogramme entsprechend anpassen**. Der Ansatz der Agrarumweltprogramme ist derzeit aber, von einem möglichen entgangenen Ertrag auszugehen. Wir haben im Moment einen Fall in Schleswig-Holstein, da geht es um ein Schutzprojekt für den Rotmilan. Hier bekommen Ökolandbauern nur 120 € und konventionelle Bauern 300 €, weil der entgangene Ertrag bei den Konventionellen viel höher ist. Wenn ich das jetzt auf den Ackerwildkrautschutz übertrage, dann haben wir schlechte Karten. Davon werden

wir die Bauern nicht begeistern können. Diese verschiedenen Strategien sollten verstärkt mit einbezogen werden, sodass eine Gleichstellung zwischen den Möglichkeiten konventioneller und ökologisch wirtschaftender Landwirt entsteht.

*Simone Schneider:* In Luxemburg standen vor einigen Jahren auch vor Fragen der Dokumentation. Da gibt es eine Verpflichtung, Arten, die wieder ausgebracht werden, in die nationale **Datenbank** einzugeben. Die Standorte müssen mit GPS eingemessen werden, im Optimalfall jede Pflanze. Im Grünland konnten wir das ganz gut machen. Da haben wir Gruppen von 20–25 Arten gepflanzt und diese mit High-Position GPS eingemessen. Bei Ackerwildkräutern reicht es sicher schon, wenn wir es auf die Fläche lokalisieren. Die Datenbank ist für jeden frei abrufbar, dort sind alle Daten, auch die historischen Daten aus den 20–30er oder 60–70er Jahren bis zu den aktuellen, enthalten. Das ist eine Möglichkeit, dass nichts verfälscht wird und es ist ganz klar, dass diese Ackerwildkräuter aus einem Wiederansiedlungsprojekt stammen und nicht zufällig dort stehen. Ich denke das ist eine gute Basis, die man auch anwenden sollte.

*Wilhelm Bertram:* Noch einmal zu der Strategie. Was sich bei uns gezeigt hat ist, dass die Methode der **Erdübertragung** die einfachste war. Sie macht am wenigsten Arbeit. Man hat das Ganze übertragen und kann dann abwarten, ob es dauerhaft bleibt, sich gelohnt hat und ob der richtige Acker ausgesucht wurde. Aus meiner Sicht, und was sich auch aus den Versuchen gezeigt hat ist, dass diese Methode sehr gut ist. Wenn man als Biobetrieb eigenes Getreide nachbaut, passiert das automatisch durch Saatgutübertragung, dass sich manche Arten langsam von selber ausbreiten. Oder es passiert so gezielt wie von der Wernershöhe, wo wir die bei uns verschwundenen Arten wieder heimisch machen wollten – die Flächen der Wernershöhe liegen ja immerhin 15 km von unseren anderen, hofnahen Äckern entfernt. Auf dem „Kamp“ ist der Ackerrittersporn wieder von alleine gekommen. Ob das durch Saatgut passiert ist oder noch Samen im Bodenvorrat enthalten waren, weiß ich nicht so genau. Auch nicht wie lange das nach einer Umstellung braucht und wie lange das Samenpotential im Boden vorhanden und keimfähig ist. Das ist auch bei jeder Art unterschiedlich.

*Thomas van Elsen:* Auf der **Domäne Frankenhausen** hatten wir erst über 12 Jahre **Dauerflächenuntersuchungen** auf Äckern durchgeführt, bevor wir gezielte Versuche zur Ansiedlung durchgeführt haben. Das war schon interessant, was nach der Umstellung auf Ökolandbau dort passiert ist, aber man kann sagen, dass da an seltenen Arten so gut wie nichts eingewandert ist. Selbst der Klatschmohn, der an drei bis vier Wuchsorten auf der gesamten 300-ha Domäne noch vorgekommen ist, hat sich nicht verbreitet. Dieser ist in kleinen Inselpopulationen vorgekommen.

*Rückfrage:* Du hast gerade gemeint, dass da nichts Neues dazu gekommen ist, trotz ökologischer Bewirtschaftung. Hat Frankenhausen also, ohne Wertung, einen zu guten Ackerbau betrieben, durch Fruchtfolge, Klee gras usw., dass die Wildkräuter gar keine Lücken gefunden haben sich zu vermehren? Vielleicht sollte man einfach ein paar Fehler im Ackerbau machen?

*Thomas van Elsen:* Die Wildkräuter die im Boden vorhanden waren, haben sich ziemlich massiv vermehrt. Es waren allerdings nur Arten wie Kamille, Hirtentäschel usw. Etwas Neues ist nicht eingewandert, weil diese Vektoren – Verbreitungswege – die es früher gab, gibt es heute nicht mehr. Es gab einige Details, mit Klee gras ist zum Beispiel einmal die Ackerröte eingewandert, die an dem Standort eigentlich nicht zu erwarten wäre. Die war nach zwei Jahren auch wieder weg, die kritische Menge war zu wenig, um eine Population ausbilden zu können. Es war später noch ein Einzelexemplar genau an dem Standort vorhanden. Oder eine Wickenart, die einmal mit mehreren Exemplaren den Sommerweizen überwuchert hat. Diese war auch nur einmal da und selbst schon im Folgejahr weg. Es hat sich nichts von alleine etablieren können.

*Harald Albrecht:* Bei den Bodenübertragungen sehe ich Probleme, bei der Bodenentnahme von nicht ökologisch bewirtschafteten Flächen, womit eventuell auch **Pflanzenschutzmittelreste übertragen** werden. Das kann für den Landwirt schlecht ausgehen. Im schlimmsten Fall kann die Öko-Zertifizierung aberkannt werden. Da sollte wirklich aufgepasst werden und es muss genau überlegt werden was von wo nach wo übertragen wird.

*Thomas van Elsen:* Ja! – Weiter ist wichtig, zuerst zu schauen, was auf der potenziellen Spenderfläche an Arten wächst, sodass man keine unerwünschten Arten überträgt. Dies haben wir auch gemacht. Wenn da allerdings noch viele seltene Arten vorkommen, deutet das eher darauf hin, dass relativ extensiv gewirtschaftet wird und die Belastung mit Rückständen sicherlich geringer ist als auf einem floristisch verarmten Acker. Vom Rechtlichen her ist es auf jeden Fall kritisch, auf einen anerkannt ökologisch zertifizierten Betrieb Boden von einem konventionellen Acker zu übertragen. Ein Potenzial bieten die im Rahmen des Projekts „100 Äcker für die Vielfalt“ gesicherten „Schutzäcker“, die als herbizidfrei bewirtschaftete Spenderflächen genutzt werden können.

*Simone Schneider:* Aus praktischer Sicht wäre es sehr interessant, wenn man Hinweise auf diese sogenannten Empfängerflächen, also Flächen die Potenzial haben, gibt. Trotzdem sollten auch Voruntersuchungen gemacht werden damit man nicht blind hineinläuft. Bodenanalysen müssen gemacht werden, es muss ein Ist-Zustand dokumentiert werden und das passiert leider zu selten in der Praxis. Wenn es dann auf den Flächen nicht funktioniert, kommt oft dabei raus, dass keine Bodenanalysen gemacht wurden. Deshalb sollte im Praxisleitfaden ein Standardinstrument auf Erfolgsaussichten vorgegeben werden.

*Elisabeth Zindler-Frank:* Ich muss noch einmal fragen, wie das mit den Blühfenstern funktioniert. Müssen Sie da nicht hinterher Unkraut hacken, dass Ihnen nicht alles zuwächst mit Klettenlabkraut?

*Thomas van Elsen:* Nein, das ist eine Stickstofffrage. Das Klettenlabkraut ist auf unseren Versuchsstandorten überhaupt kein Problem. Was dort wächst ist relativ spärlich und es gibt keine Standorte, auf denen viel gedüngt wird.

*Simone Schneider:* Hat jemand Erfahrung damit, das Saatgut zu sammeln und **Jungpflanzen** damit **aufzuziehen**, obwohl es hier nur um ein- oder zweijährige Arten in der Regel geht. Also gezielt wie beim Saatgutvermehrter und diese dann auszupflanzen. Wir haben es bereits mit vielen Grünlandarten gemacht, wollen aber jetzt erstmalig die Aufzucht von Ackerwildkräutern beginnen.

*Thomas van Elsen:* Bezüglich Ackerwildkräutern weiß ich zumindest vom Freilichtmuseum Kommern in der Eifel. Hier wurde das m.W. von Prof. Schumacher initiiert und in der Anfangsphase gezielt durchgeführt; verschiedene Ackerwildkräuter wurden in Kultur genommen, um Saatgut zu vermehren.

*Strategien – welche Förderinstrumente sind sinnvoll?*

*Reinhard Stock:* Ich würde gerne noch einmal zu dem Stichwort „Strategien“ zurückkommen. Ich glaube, es gibt überhaupt keine Strategie und das ist auch das Problem. Für mich, als einer, der sich nicht permanent damit beschäftigt, sind das alles Puzzlesteine, wo mal etwas versucht wurde. Ich glaube man müsste da viel strategischer rangehen und fragen, was unsere Priorität ist. Ich habe verstanden, dass eine Priorität sein sollte, die Standorte zu sichern, auf denen die Arten noch vorhanden sind. Das ist eine Strategie für diese „fünf-vor-zwölf“ Geschichten, die wir vorhin hatten. Jetzt würde ich mal an die Forschungsseite fragen: „Welche Methoden der Ausbringung sind soweit abgesichert und auch wirklich sauber und fundiert belegt, dass man sie Richtung Praxis, sowohl Ministerium als auch Untere Naturschutzbehörden usw. empfehlen kann?“ Ich habe das jetzt so verstanden, dass es im Grunde genommen diese beiden Projekte sind, die es bisher gibt. Wie belastbar ist dieses Ganze



überhaupt? Wenn man diese wissenschaftliche Fundierung und eine Reihe von Methoden, die funktionieren, hat, Erfolge misst, das Ganze auch mehrere Jahre untersucht hat, dann kommt irgendwann die Frage der Kosten und die Frage der Umsetzung, also was von Seiten der Ministerien oder Unteren Naturschutzbehörden getan werden muss. Welche Finanzierungsinstrumente bieten sich da an? Da kann man dann wieder über „A&E“ oder andere Instrumente nachdenken. Das wäre für mich eine Strategie. Sodass wir sagen können, dass wir ein geprüft Instrument haben, was wissenschaftlich sauber geprüft wurde und was auch in der Praxis etablierungsfähig ist. Ich glaube, dass wir davon noch entfernt sind.

*Thomas van Elsen:* Strategien zur Umsetzung in die Praxis stehen auf jeden Fall noch am Anfang. Diese Frage der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern ist eine, die man noch gar nicht lange stellt. Es gibt auch keine weiteren Projekte als die beiden genannten. Es gibt Praxisansätze, wie aktuell im Rheinland von der Stiftung „Rheinische Kulturlandschaft“, wo es auch Übertragungen auf Flächen gibt. Das ist dann aus der Praxis heraus. Und ich glaube, was man bei dieser strategischen Denkweise auch mit im Blick haben muss, ist die Produktionsmethode. Also was passiert danach auf den Flächen. Davon hängt der Etablierungserfolg auch wesentlich ab. Ist die Bewirtschaftung dieser Flächen so, dass die Arten überhaupt die Perspektive der Etablierung haben.

Über vieles kann man einfach im Rahmen von solchen zeitlich eng begrenzten Projekten nur spekulieren. Das Projekt ist in der Regel dann zu Ende, wenn es interessant zu werden beginnt. Also wenn man dann nachweisen kann, so wie jetzt in Frankenhausen, dass da immer noch etwas Buntes in den Flächen vorhanden ist. Ich bin heute Morgen dem Versuchstechniker, der dort tätig ist, begegnet und er sagte mir, dass auf einer Fläche letztes Jahr sehr viel Rittersporn vorgekommen ist. Das bekommt man dann nebenbei so mit, es müsste wissenschaftlich untersucht werden, um es wirklich belastbar zu machen. Im Hinblick auf einen Leitfadens müssten die Empfehlungen zur Bewirtschaftung, die langfristig eine Etablierung sicherstellen und welche Rahmenbedingungen erfüllt sein müssen, ebenfalls durch Erfolgskontrollen erhärtet werden.

#### *Ackerwildkrautschutz als Bildungsaufgabe*

*Gesprächsbeitrag:* Ich wollte nochmal daran erinnern, warum es die Ackerwildkräuter so schwer haben. Nach der neuen **FFH-Richtlinie** sind Äcker keine prioritären Lebensräume. Das heißt, sie fallen überall durchs Sieb. Das ist schon mal ganz klar von der Definition her. Deshalb will sie auch keiner so greifen. Das macht die Umsetzung für uns so schwer. Es kann höchstens noch mit Arten argumentiert werden, Rote Liste usw. aber letztlich haben es die Äcker da ganz schwer. Das ist eines der Hauptprobleme.

*Ulrich Hampicke:* Es wurde richtig gesagt, dass Äcker bei der ganzen FFH-Geschichte vergessen wurden. Das ist die eine Sache. Die andere ist, dass im Bundesnaturschutzgesetz §1 geschrieben steht, dass alle heimischen Tier- und Pflanzenarten im Lebensraum/ Population zu schützen sind. Das steht schwarz auf weiß im Gesetzbuch. Da wird immer gekniffen, als gäbe es diese Vorschrift nicht. Das wundert mich wirklich sehr.

*Gesprächsbeitrag:* Aber da fängt es ja an. Ich habe mit 17 Jahren als Gärtner gelernt, dass der Garten unkrautfrei sein muss. Ich sage bewusst „unkrautfrei“. Das ist ja in den Menschen noch drinnen. Wir müssen hinaus in die Schulen. Wir brauchen ein Ackerwildkraut des Jahres. Den Leuten muss klar werden, dass die Unkräuter gut sind. Ich sage bewusst Unkraut. Dass sie für Boden, Tiere und Insekten förderlich sind. Viele Schmetterlingsarten kommen auf den Unkräutern vor. Das muss gelehrt werden. Das wissen die Biologielehrer, die haben das auch alles gelernt. Wir müssen hinaus in die Schulen! Wir sind viel zu abgegrenzt von der Bevölkerung.

### *Autochthonie und Regionalität*

*Astrid Thorwest:* Nochmal zu der Frage der Autochthonie. Auch wenn es jetzt ein Zertifizierungssystem geben sollte, finde ich, dass wir uns fragen müssen was wir wollen. Wollen wir Vielfalt um jeden Preis? Wollen wir auch das Urtier oder Dinosaurier wieder in den Wäldern haben? Wir wollen doch bestimmte Sachen erhalten und entwickeln, die uns eine Vielfalt gewähren, die auch wirklich vorhanden war oder sich auch ausbreiten und etablieren kann. Wir wollen doch dass sie sich etablieren und eine stabile Population bilden. Und es soll jetzt nichts von außen hereinkommen, was da nicht hingehört. Wenn ich jetzt Saatgut nehme und überall verteile, dann hab ich in ganz Deutschland die gleichen Arten. Dann können wir sagen, dass das ganz toll ist und wir jetzt artenreiche Äcker haben, aber letztendlich sind es doch die gleichen. Das macht es doch gerade aus, dass wir ganz regionalspezifische Pflanzengesellschaften haben. Die Ackerwildkräuter kommen zwischen dem Getreide auch nicht einzeln vor, sondern immer auch mit anderen Arten, die nicht auf der Roten Liste stehen, die aber dazugehören und benötigt werden. Können wir nicht schauen, dass wir auch **mit Pflanzengesellschaften arbeiten**, wenn wir etwas ausbreiten und wiederansiedeln wollen. Das wäre noch ein weiterer Stichpunkt. Ich finde diese Räume zu groß. Wenn es jetzt so anerkannt wurde, ich weiß jetzt nicht von wem, aber ich weiß dass es zumindest in Niedersachsen, von dem Bereich der Fachbehörde nicht gewünscht ist, dass solche großen Räume genommen werden. Nur um zu sagen, diese Pflanze aus Nordrhein-Westfalen wollen wir jetzt im Wendland haben. Der Raum eins, zu dem Niedersachsen gehört, ist schon sehr groß.

*Gesprächsbeitrag:* Es gibt in der Region einen Vermehrer und der sitzt in einem kleinen Ort und deckt den ganzen Bereich damit ab. Wenn es schon so ist, dann müssen auch mehrere Vermehrer in der Region vorhanden sein.

*Jürgen Serr:* Ich weiß noch, als wir vor 30 Jahren mit Heil- und Gewürzkräutern angefangen haben. Da haben wir bei irgendwelchen Saatgutfirmen etwas eingekauft, was aus der ganzen Welt herkam. Bis vor kurzem war es so, dass beim Bau von neuen Autobahnen in Polen irgendwelche Pflanzen von überall her dort angebaut wurden. Durch die neue Regelung dürfen die Polen nur Saatgut ausbringen, welches aus der Umgebung der Autobahn aus x-Kilometer Radius stammt. Wir haben da bereits einen großen Fortschritt erreicht.

*Harald Albrecht:* Ich wollte nochmal auf unseren Vortrag zurückkommen mit dem Beispiel der Schotterebene. Das ist ein zusammenhängender Raum, wo früher relativ viel Schafbeweidung stattgefunden hat. Wo auch Samentransport innerhalb dieses Naturraums passiert ist. Das ist jetzt alles auf ein Feldflorenereservat reduziert worden, da sind Samen aus diesem ganzen Naturraum gesammelt wurden. Im nördlichen Teil des Naturraums ist mehr Ackerbau, im südlichen Teil ist zu viel Regen. Aus diesem Feldflorenereservat hat man jetzt ein bisschen genetische Vielfalt gesammelt, bei der vielleicht auch die Gefahr eines genetischen Flaschenhalses, also hinsichtlich autochthonen Materials besteht. Es gibt hier jetzt sechs und vielleicht irgendwann auch mal zwölf Bauern, die Material von dort vermehren, vielleicht mit unterschiedlichen Anbautechniken, was dann auch bei den einjährigen Arten relativ schnell zu einer Differenzierung und zu einer Anpassung führt. Ich glaube das ist ein ganz gutes Modell mit dem ich mich sehr gut identifizieren kann. Ich würde für die Praxis diesen Rahmen empfehlen, soweit es möglich ist.

*Thomas van Elsen:* Ich möchte nochmals den **Aspekt der Pflanzengesellschaften** als wichtigen Aspekt hervorheben und sagen, dass es eigentlich nicht so um die Frage der Einzelarten, sondern um die ganze Pflanzengesellschaft geht. Man sollte auch mit im Blick haben, dass durch Sammeln immer nur ein ganz bestimmter Teil der Arten erfasst werden kann – in der Regel die schönen. Also Arten wie der Steinsame, mit dem die Kollegen in Freising gearbeitet haben, oder in den Sandgebieten der Bauernsenf, das sind Arten, die leicht hinten runterfallen. Detlef Hack hat eben erzählt, dass er Mohn vermarkten konnte. Das sind eben die Arten, die gleichzeitig mit dem Getreide reif sind. Es gibt andere, die sind zu dem Zeit-

punkt schon längst ausgefallen oder viel kleiner, dass sie nicht mit erfasst werden können. Das wäre aus meiner Sicht ein **Plädoyer in Richtung Bodenoberübertragung**. Da hat man tatsächlich die ganze Pflanzengesellschaft, die man überträgt. Auch mit der Autochthonie gibt es keine Probleme, weil man Boden nicht über 100 km transportieren will. Ähnlich das Beispiel von Gerhard Brechmann mit der Feuerlilie. Wenn auf einer Fläche noch ein Restvorkommen vorhanden ist und der Acker, auf dem sie bestens wachsen könnte, nur 150 m entfernt ist, würde ich sagen, dass sie sofort übertragen werden soll. Das ist die Gelegenheit überhaupt, so etwas zu machen. Aber das sind Fragen im Hinblick auf einen Praxisleitfaden. Wie wird das gemacht? Welche Menge muss transportiert werden? Was ist zu berücksichtigen? Welcher Zeitpunkt? Und so weiter.

*Bernd Blümlein:* Wir müssen Empfehlungen in einem Leitfaden gebündelt haben, um tatsächlich draußen agieren zu können. Wir haben diese 130 Schutzäcker in den letzten fünf Jahren mit viel Mühe zusammengetragen. Das ist ein Riesenfundus, auf dem wir aufbauen können, wo auch willige Landwirte am Werk sind. Das sind konventionelle und ökologische Betriebe, die bereit sind mit uns zu kooperieren. Und denen müssen wir sagen, wie man es machen kann. Manche Flächen brauchen vielleicht eine Aufwertung, weil das Potenzial da zu schwach ist. Auch auf unseren hundert Äckern haben wir Standorte, wo noch mehr gemacht werden könnte. Und andere sind so gut, dass wir diese für eine Bodenübertragung nehmen können.

*Thomas van Elsen:* Und das sind potenziell auch Flächen, von denen aus man weiter ansetzen kann. Man hat dort Inseln, wo etwas gesichert wurde, aber es darf nicht dabei stehen bleiben. Es wäre jetzt die Frage, wie das Trittsteine auf einem Weg sein können, Vielfalt in die Landschaft zu bringen.

*Gesprächsbeitrag:* Es ist ja nicht nur so, dass durch die FFH-Regelung keine Äcker geschützt sind, die Weinberge sind auch nicht geschützt. Das gesamte Kulturland fehlt bei den Biototypen. Das schlimmste ist, dass sich der amtliche Naturschutz fast nur um die Dinge kümmert, die EU-weit geschützt sind.

*Thomas van Elsen:* Wobei ich jetzt den amtlichen Naturschutz in Schutz nehmen würde, jedenfalls in der Hinsicht, dass hier einige Akteure von den Landwirtschaftsämtern sind, von denen ich weiß, dass sie unwahrscheinlich engagiert sind, trotz der teilweise absurden Dinge, die in Agrarumweltprogrammen enthalten sind, doch Lösungen zu finden. Wir hatten z.B. vor, im Rahmen einer Bachelorarbeit zu untersuchen, wie sich **stillgelegte Äcker langfristig wieder in Kultur nehmen** lassen im Hinblick auf Ackerwildkrautschutz und bekamen große Unterstützung.

*Jürgen Bringmann:* Bei uns gibt es eine Fläche, die ist regulär seit 2005 stillgelegt. Letzten Herbst kam der Thomas und suchte Flächen. Das ist eine Fläche von einem konventionellen Landwirt und sie sah schon aus wie Dauergrünland, hatte aber einen Ackerlandstatus. Der Landwirt hat die Fläche uns überlassen, aber wir mussten jemanden finden, der sie bearbeitet. Die Betriebsgemeinschaft Öx ist angrenzend mit einigen Flächen. Jörg Kaiser hat sich bereit erklärt, die Flächen anzusäen. Er hat sie zweimal gegrubbert und dann Winterweizen eingesät. Wir waren jetzt vor zehn Tagen da und es ist einiges an „Ackergoldstern“ vorhanden. Das was jetzt schon da ist, lässt darauf schließen, dass es eine interessante Fläche werden wird. Und da ist es so, dass wir die Bewirtschaftung mit einem einjährigen Vertrag fördern werden – ein Programm zur Förderung besonderer Lebensräume und Habitate. Es gibt verschiedene Konstellationen. Da ist ein konventioneller Landwirt, der sich für Ackerwildkrautschutz interessiert. Man erklärt ihm das. Es ist ein sehr intensiver Betrieb mit Schweinemast. Der Landwirt hat jetzt auch kein Problem damit, für den Ackerwildkrautschutz etwas zu tun. Es bezieht sich auf eine Fläche, die liegt ein paar Orte weiter, die liegt abseits für ihn, ist hier auf Kalk. Auf Nachbarflächen kommt Echter Frauenspiegel und Ackerrittersporn vor. Da kann man schon etwas aktivieren.

*Astrid Thorwest:* Was Herr Bringmann gesagt hat, zeigt, dass wir viele Äcker mit Potenzial haben, auch konventionelle. Als erste Strategie sollten wir uns vornehmen, dass wir das was wir haben, erhalten oder zum Vorschein bringen müssen. Es gibt bestimmt in fast allen Ländern Kataster mit seltenen Arten, auch Ackerarten, wo man gezielt Leute ansprechen kann. Der zweite Punkt ist, dass es sehr wichtig ist, die Landwirte und Landwirtinnen zu beraten, damit sie wissen, was möglich ist. Dies schließt eine Ausbringung von Arten nicht aus. Das kann immer noch als Strategie überlegt werden. Die Beratung und die Leute mit entsprechenden Flächen direkt anzusprechen ist noch viel zu gering. Ihnen zu zeigen, dass sie Ackerwildkräutervorhaben auf ihren Äckern hatten oder haben – mit Beleg – und dass sie gefördert werden könnten. Da könnte eine ganze Menge für die Artenvielfalt getan werden.

*Jürgen Bringmann:* In den neuen hessischen Programmen ist vorgesehen, dass es eine bodenwendende Bearbeitung sein muss. Wenn das im Programm geschrieben bleibt, ist es ein Ausschlusskriterium. Aber es muss nicht unbedingt darin stehen.

*Gerhard Brechmann:* Ich denke wir wissen noch viel zu wenig. Bei der Arbeit in Weihenstephan ist rausgekommen, dass die wendende Bearbeitung nicht unbedingt günstig ist. Man müsste es auf die einzelnen Arten beziehen. Manche Arten profitieren davon und manche eher nicht.

*Jürgen Bringmann:* Das ist ganz unterschiedlich. Wir müssen schauen, wie es dieses Jahr aussehen wird. Diese Fläche lag 10 Jahre still. Es ist nichts damit passiert. Daher ist es schon erstaunlich, was da bereits emporkommt.

*Thomas van Elsen:* Sicher ist eine wendende Bodenbearbeitung bekanntermaßen günstiger zur Reduzierung von Problemgräsern und befördert Samen aus tieferen Bodenschichten nach oben, wo sie auskeimen können. Ganz wichtig ist aber, dass in die Umweltprogramme nicht Dinge hineingeschrieben werden, die Ausschlusskriterien sind für erfolgreiche Landwirte, die sich sehr für den Artenschutz engagieren, aber die gar nicht mehr pflügen. Das wäre eine Katastrophe, wenn solche Flächen deswegen nicht mehr gefördert werden können.

## 4.7 Ackerwildkrautschutz durch Wiederansiedlung aus Sicht beteiligter Landwirte und von Experten

Da für die Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen für die Erhaltung und gezielte Förderung von Ackerwildkräutern die intrinsische Motivation der Akteure entscheidend ist, wurden im Projekt durch die AG Kassel-Witzenhausen die kooperierenden Landwirte in Mitteldeutschland und in Bayern sowie externe Experten, die sich mit der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern beschäftigt haben, zu ihren Sichtweisen und Einstellungen sowie praktischen Gesichtspunkten befragt. In diesem Kapitel erfolgt eine Zusammenschau der Ergebnisse.

### 4.7.1 Einstellung/Sichtweise von Ackerwildkrautschutz bzw. Naturschutz

Zu den typischen Eigenschaften von Unkräutern bzw. deren Auswirkungen befragt nennen die am Projekt beteiligten Praktiker Ertragseinbußen bzw. Ertragsdepressionen und Konkurrenz bzw. Beeinträchtigungen der Kulturpflanze. Unkräuter zeichnen sich durch häufiges und aus Sicht der Landwirte zu starkes Auftreten und Wachstum aus, beeinflussen die angebauten Kulturen und können zu Problemen bei der Ernte führen. Als Beispiele für problematische Arten werden Ackerkratzdistel, Quecke und Ampfer angeführt, also ausdauernde Arten, die pflanzensoziologisch zu den *Begleitern* der Ackerwildkrautgesellschaften zählen. Ein Befragter ist als Jugendlicher auf einem Betrieb groß geworden, der viele Hackfrüchte anbaute. „Da hatten wir das Franzosenkraut, Melde, Weißer Gänsefuß, die haben sich eingepflanzt, auch eher negativ. Die mussten wir ja immer rausziehen und die anderen Kinder sind immer in Freibad gegangen und wir mussten Unkraut rausziehen.“ Und im Getreide war „es ja so, dass erst mal alles vom Feld weg kam. Mein Vater hat das auch gesagt: ‚Mensch, das ist ja schon ein Unterschied jetzt mit dem Mährescher. Da schmeißt Du die Samen zum größten Teil wieder auf das Feld.‘ Das Getreide steht länger, also sind auch die Samen von den Beikräutern reifer und werden dann vom Mährescher gleich wieder auf das Feld geblasen.“ Insofern hat auch die veränderte Mähetechnik zur Zunahme problematischer Arten auf den Feldern beigetragen.

Die in den Versuchen angesiedelten Ackerwildkräuter werden dagegen als „konkurrenzschwach“ wahrgenommen und fallen nicht durch übermäßiges Wachstum auf, führen also in der Wahrnehmung der Befragten weniger zu negativen Beeinträchtigungen oder Ertragsminderung der angebauten Kulturen. Dadurch werden sie auch kaum als „störend“ im Acker empfunden, sondern gelten als „kleine, unscheinbare aber nette Pflanzen“, für welche man sogar bereit ist, etwas zu tun. „Ich finde das schön! Das macht Freude! Da hat sich der Blick wirklich verändert.“

Der Rückgang unauffälliger Arten erfolgt schleichend und wird von den Akteuren kaum wahrgenommen, wenn sie „ohnehin, solange wir jetzt zumindest leben, eher selten sind in unserer Gegend. Das heißt, auffallen tut es nur dem, der besonders intensiv nachguckt.“ Zurückgehend „sind weniger Kornblume und Mohn. Ich glaube die haben keine Probleme zurzeit. Das sieht es ganz gut aus. Aber Lämmersalat, Ackerlöwenmaul ... die wertvolleren Geschichten, die verschwinden eben zunehmend“.

Allerdings stieß das Vorhaben der Wiederansiedlung nicht bei allen Landwirten von vornherein auf Begeisterung. Das Spektrum reichte von „wenig eigenem Interesse“ bis zu Einstellung, das Vorhaben „selbstverständlich zu unterstützen und mitzumachen“. Teils konnte nach anfänglicher Skepsis durch weitere Beschäftigung mit der Thematik Interesse geweckt werden, und schließlich wurde „das Ganze als sinnvolle Maßnahme erkannt, die sogar Vorteile bringen könnte“. Die Bereitschaft von Biobauern, „allgemein etwas mehr für derartige

Naturschutzziele übrig zu haben“, wird als hoch eingeschätzt, „denn eine Betriebsumstellung erfolgt ja normalerweise auch nicht ohne Grund“.

Ökologische Landwirtschaft stellt sicher, dass Ackerwildkräuter „ein bisschen mehr Platz und Raum kriegen und nicht so schnell aussterben.“ Der ihnen beigemessene Wert „und wo die auch in meiner Achtung gestiegen sind, resultiert viel daraus, dass die selten sind und dass ich sehe, dass die Menschen sie durch ihre Handlungen vernichten“, womit sie auch „Potenzial an Pflanzen und Leben“ zerstören. „Über den Wert der einzelnen Pflanze, darüber habe ich kein Wissen“ – ob die Ackerhaftdolde womöglich noch ein Heilkraut ist oder für irgendwelche Insekten wichtig ist, welche Rolle die in dem ganzen System spielt, da weiß ich nichts drüber“.

Unterschiedliche Beweggründe haben als Motivation eine Bedeutung, sich an dem Projekt zu beteiligen und Flächen zur Verfügung zu stellen. Der damit verbundene Arbeitsaufwand sollte sich in Grenzen halten; es wurde auch als „gute Möglichkeit zur Selbstdarstellung“ wahrgenommen; weiter erschien „das Projekt und die Herangehensweise interessant“. Nicht zuletzt ist auch „der Spaß oder die Freude an der Beschäftigung mit Naturschutz“ motivierend. Am häufigsten wurde als Motiv die Förderung von Artenvielfalt genannt. Deren Rückgang wird ebenso wahrgenommen wie die „Notwendigkeit, etwas dagegen zu unternehmen“. So erscheint die Wiederansiedlung als Beitrag, die gefährdeten Arten zu erhalten und ihnen neuen Lebensraum zu bieten.

Um wirksam Ackerwildkrautarten erhalten zu können, reicht es nach der Auffassung der Bewirtschafter nicht, „einfach nur Blumen auszusäen“, sondern es „sollte das ganze Ökosystem stimmen“. Unter passenden Bedingungen, z.B. auf extensiven Standorten wird eine Erhaltung von seltenen heimischen Arten als sinnvoll erachtet. Mehrfach kommt der Gefallen an der Vielfalt zum Ausdruck, denn z.B. die Farben und das Leben auf dem Acker sind „halt einfach schön“. Eine vielfältige und bunte Landschaft dient auch der Erholung, „was von vielen Menschen geschätzt wird“. Weiter ist „die Vielfalt ein Teil des Ökolandbaus“, wobei hier die Einschätzung geäußert wird, dass viele Verbraucher diese Wertschöpfung nicht mit dem gekauften Endprodukt verbinden. Grundsätzlich wird die Arterhaltung als „gut und auch notwendig“ erachtet, was auch den „Schutz der genetischen Vielfalt“ einschließt. Bei der Wiedereinbringung „kommt es auch auf die evolutive Anpassung der Pflanzen an den jeweiligen Standort an, die nicht durch unüberlegte Ausbringung von nicht heimischem Saatgut zunichte gemacht werden sollte“.

Am Ackerwildkrautschutz zeigt sich, dass „Naturschutz und Landwirtschaft auch vereinbar sind“; beides sollte „verbunden werden“, weil es „an sich keinen Widerspruch darstellt“. Wünschenswert ist „ein Mittelweg zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz“; Naturschutzziele sollten sich „integrieren lassen“. Die Bewirtschafter sehen dies im Ökolandbau veranlagt.

Bei den befragten Experten überwiegt die Einstellung, dass „an erster Stelle der Erhalt der Ackerwildkrautflächen“ stehen sollte, auf denen die Arten „und eben noch ein Diasporenvorrat im Boden vorhanden ist. Das wäre dann sowieso auch sinnvoll, weil das natürlich auch für den zweiten Schritt einer Ansiedlung an anderen Stellen geeignete Spenderflächen sein können. Aber das ist wie bei allen Arten von Biotopen: Eh man sie neu bastelt, vor allen Dingen darauf achten, dass die, die noch da sind, erhalten werden!“

## 4.7.2 Erfahrungen und Anregungen aus dem Projekt

Weitere Aussagen der Befragten betreffen Erfahrungen und Anregungen zum Forschungsprojekt. Die partizipative Einbeziehung der Bewirtschafter wurde als positiv erlebt, dass „allen Beteiligten klar ist, was da passiert.“ Der Zeitraum des Projekts wurde mehrfach als zu kurz bewertet, um eine „längerfristige Populationserhaltung“ der eingebrachten Arten wirklich sicher belegen zu können. Der Etablierungserfolg der eingebrachten Arten wurde als sehr unterschiedlich erkannt. Entscheidendes Erfolgskriterium ist, ob sich eine Population langfristig „aus eigener Kraft“ halten kann. Bei den bayerischen Versuchen, die sich auf die Ansaat von vier Arten beschränkten, wurde die gute Etablierung des auffällig blühenden Frauenspiegels hervorgehoben, während die Versuche zur Ansaat des Steinsamen oft nicht den gewünschten Erfolg zeigte. Mehrfach wurden Probleme bei der Versuchsdurchführung und Markierung der Flächen angesprochen, Fehler bei der Abschätzung der Versuchsflächengröße, dass Magneten verschoben oder Markierungsstangen anderweitig entfernt wurden. Hier hätte evtl. eine bessere Information der Bevölkerung geholfen. Die Parzellenanlegung im Feld wird als aufwändiger eingeschätzt, als etwa eine größere Fläche anzusäen. Weiter wird als Beeinträchtigung für die Ackerwildkräuter der Konkurrenzdruck durch bodenbürtige Unkräuter gesehen. Allgemein wurde geäußert, dass Beeinträchtigungen durch die Versuche bzw. Wiederansiedlungsmaßnahmen bei der Bewirtschaftung eher gering waren. Bei einer Umsetzung von Wiederansiedlungsmaßnahmen in der Praxis würde sich der durch die Versuche entstandene Aufwand zudem minimieren.

Mehrfach gaben die Befragten an, während der Projektdurchführung Vorschläge zur Optimierung der Versuche beigesteuert zu haben. Den Befragten ist einsichtig, dass in der Etablierungsphase Bodenbearbeitung und Fruchtfolge möglichst dahingehend optimiert werden sollten, um den empfindlichen Ackerwildkräutern eine Chance zu geben. Insbesondere die Folgefrucht Klee gras wird als stark unkrautunterdrückend wahrgenommen, kann jedoch bei vorherigem Pflügen „die Samen im Boden konservieren und später vielleicht wieder mit nach oben befördern“. In der Praxis könnte „die Ansaat, die jetzt im Projektversuch mit Hand erfolgte, auch mechanisiert werden und das Saatgut z.B. mit einem Elektrostreuer bzw. einem Zwischenfruchtstreuer ausgebracht“ werden, oder es würde „auch die übliche Sämaschine genügen, bei der sich ohne viel Aufwand die Pfeifen aushängen lassen“, was verhindert, dass „die Samen zu tief unter die Erde gelangen“. Damit sich die Ackerwildkrautsamen gut verteilen, können sie beispielsweise „mit Sojaschrot, Gries, Sand oder Ähnlichem gestreckt werden“. Weiter kam auch die Idee auf, ob eine Mähgutübertragung in diesem Bereich machbar wäre. Auf einem Acker wäre das allerdings nur bei Stoppeln oder im Frühjahr vor der Aussaat möglich. Es bleibt festzuhalten, dass immer die betriebsspezifischen Bedingungen und Standorteigenschaften zu prüfen sind und danach zu beurteilen, ob eine Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern sinnvoll ist. Daraus ist ersichtlich, dass es kein Rezept geben kann, das „für alle überall funktioniert“, sondern man immer die jeweiligen Gegebenheiten berücksichtigen muss.

Ein Experte hebt hervor: „Stimmen muss vor allen Dingen die Vorbereitung der Empfängerfläche. Das heisst Du brauchst ein fein krümeliges, gut abgesetztes Saatbett. Man sollte nach dem letzten Arbeitsgang die Krume sich so setzen lassen, dass man eben nicht ausgerechnet nach der letzten Grubberei die Saaten drauflegt. Dann gibt es irgendwann durch das natürliche Sich-Setzen evtl. irgendwelche Scherkräfte, wo irgendwas schon los keimt und dadurch verloren geht. Das ist dann das, was im Erdboden verschwindet und mechanisch beansprucht wird. Dass man also so lange wartet, bis sich das von selbst wieder so verdichtet und abgesetzt hat, dass der Wassertransport, die Kapillarwirkung funktioniert.“

Die Methode der Bodenübertragung wurde als interessant bewertet: „Da wäre ich nie drauf gekommen, dass man das so machen könnte. Erwinnere mich dann aber auch plötzlich, dass ich sogar in der Lehre gelernt habe, dass man bei bestimmten Problemen, bei Unkräutern,



seinen Pflug auch sauber machen soll. Oder die Maschinen. Das habe ich auch irgendwo mal gelernt, dass man so auch Unkräuter transportieren kann. Zum Beispiel die Roßbacher Landwirte haben gesagt, dass dieser Ackerfuchsschwanz nur auf einem Feld war. Und der ist ihrer Meinung nach nicht durch den Wind übertragen worden. Durch den Mähdrescher und auch Ackergeräte. Das war mir schon klar, dass man auf diesem Wege das so vermehren kann.“ Sammeln und Vermehren liegt dem Landwirt als Methode aber näher. „Ich glaube, dass liegt einfach daran, dass wir selber auch so arbeiten. Dass wir Samen ausbringen und das das Verfahren einfach praktikabler erscheint. Und dass man es kennt.“ Aber „das mit dem Boden einsammeln, das ist einfach interessanter. Es ist einfach so aus dem Bauch heraus. Man würde als Landwirt anders vorgehen.“

Für einen anderen Landwirt kommt als praxistaugliches Verfahren nur „das mit der Erde“ in Betracht: „Das ist einfach und geht schnell und ist nicht zeitabhängig. Die andere Methode wäre als Landwirt nicht praktikabel“. Er stellt sich das Verfahren so vor: „Mit einem kleinen Hänger und einer Schaufel über den Acker fahren und dabei einzelne Schaufelladungen Erde runterschmeißen. So einen kleinen Anhänger kannst Du auch hinter einen PKW nehmen. Mit 200 bis 300 kg Erde fährst du ein paar Mal über den Acker und einer schmeißt immer ein bißchen runter, dann ist der ganze Acker schon geimpft.“

Ein Experte sieht „das Problem hauptsächlich in der verfügbaren Zeit, die Du für sowas hast.“ „Wichtig erscheint“ ihm, „dass man möglichst viele Diasporen“ überträgt. Bei den „ohnehin natürlicherweise seltenen Arten“ lässt sich „nicht einfach 10 kg Saatgut gewinnen durch eine Entnahme von einer Spenderfläche“. „Wenn Du das zwischenvermehren willst, hast Du das Problem, dass Du dafür mehrere Jahre brauchst.“ Hier kann Bodenübertragung effizienter sein.

Mehrfach wurde die Einschätzung geäußert, dass „das Projekt sehr aufschlussreiche Ergebnisse liefert“, eine „Grundlage für die Beratung bilden“ kann und „die Ansiedlung von Ackerwildkräutern gar nicht so einfach ist, wie angenommen“. Die Ergebnisse dürften sich „auch auf andere Standorte übertragen lassen“ und sollten in „eine Praxishandreichung mit „kurzen, knackigen Infos“ zur Verfügung gestellt werden.

Nach erforderlichen „Anreize und Bedingungen zum Mitmachen“ bei Maßnahmen zum Ackerwildkrautschutz befragt wurde einerseits der „Idealismus der Landwirte“ hervorgehoben: Es gebe „genug Ökobauern, (...) die das gut finden“ und es dementsprechend gerne unterstützten. Günstig sei, wenn Maßnahmen „gut integrierbar sind und wenig Anforderungen“ stellen. Ein „Zusatznutzen“ ist jedoch anzustreben, etwa „in Form von Entschädigung oder Werbung“. Vorteilhaft ist, „wenn Naturschutzmaßnahmen öffentlichkeitswirksam dargestellt werden“ und „der Selbstdarstellung dienen“. Auch anderweitige Zertifikate (z.B. Global GAP Zertifikat), die Naturschutzziele beinhalten, können mit als Anreiz dienen. Die Vorteile, die sich durch die Integration von Naturschutz ergeben, (wie Werbung, Image), können dann auch „andere interessierte Landwirte motivieren“. Auch durch „Traditionsbewusstsein, d.h. eine emotionale Bindung an eine vertraute Landschaft“ könnten Berufskollegen motiviert werden. Hinderlich können „natürlich nicht zuletzt ökonomische Gründe“ bedeutsam sein, also befürchtete „Ertragseinbußen, hoher Arbeits- und bürokratischer Aufwand“. Hier sind „finanzielle Ausgleichs nötig, um die Bereitschaft mitzumachen, zu erhöhen“.

### 4.7.3 Weitere Profilierung des Ökologischen Landbaus bei der Integration von Naturschutzzielen

Was können Biobetriebe künftig für den Ackerwildkrautschutz tun, welche Möglichkeiten gibt es in der Ökologischen Landwirtschaft, Naturschutzziele zu integrieren und sich dahingehend weiter zu profilieren?

Ein großer Teil der Befragten erwähnt die Öffentlichkeitsarbeit als ein wichtiges Mittel, Informationen über die Ackerwildkrautansiedlung weiter zu verbreiten und bekannter zu machen. In der Folge des Projekts sollten weitere Landwirte zur Wiederansiedlung motiviert werden, etwa durch Veröffentlichungen in Form von Flyern, Beiträgen in Fachzeitschriften oder auf der Homepage und eine Praxishandreichung aus dem Projekt. Weiter können Tagungen oder Kurse das Wissen an Interessierte weitergeben. Als Multiplikatoren wären Naturschutzberater gefragt, die das Wissen an Landwirte weitergeben. Als wichtig wird weiter „die Außenwirkung zu den Verbrauchern“ eingeschätzt. Die gezielte Förderung von Ackerwildkräutern müsse der Bevölkerung als Umwelleistung, die die Landwirtschaft erbringt“, vermittelt werden, auch als „Abgrenzungsmerkmal des Ökolandbaus“, mit dem „bei Kunden Imagewerbung“ betrieben werden sollte. „Unbedingt das Ergebnis kommunizieren! Also da gibt es sicherlich unzählige Leute, bei denen das Grundinteresse an der Problematik schon da ist. Wenn man denen dann sagt, wir haben das und das schon ermittelt und da kann man helfen, ohne, dass es zu einem Problem für die Betriebe wird, also keine Problemunkräuter, aber die vom Aussterben bedrohten Arten durch solche Maßnahmen fördern: Dieses Ergebnis kommunizieren in die Praxis über die Ökoverbände und über die Beratung! Also da sollte man alle Wege nutzen!“

Eine bedeutende Rolle sollten nach Auffassung der Befragten „die Bioanbauverbände spielen“, „was die Integration von Naturschutz oder auch den Ackerwildkrautschutz“ betrifft. „Der Erhalt der Biodiversität ist ja ein Grund, warum der Steuerzahler Geld zur Verfügung stellt für den Ökolandbau, neben vielen anderen Themen, und das lässt sich durch solche Bemühungen zum Ackerwildkrautschutz viel glaubwürdiger“ argumentieren. Die von Bioland eingerichtete Naturschutzberatung wird „gerne angenommen“ und „als hilfreich“ empfunden. Das Thema Naturschutz sollte darüber hinaus in den Zielen der Verbände stärker verankert werden. Die Verbände können und sollten „den Ackerwildkrautschutz bekannter machen“, sowohl bei ihren Mitgliedern als auch den Verbrauchern, durch Angebot von „Vorträgen oder auch Veröffentlichungen im Verband“. Hier böte sich zudem ein Feld der übergreifenden Zusammenarbeit der Bioverbände, indem Naturschutzleistungen Verbrauchern „besser ersichtlich“ gemacht würden.

Welche Bedeutung kommt gerade dem Ökologischen Landbau zu für die Umsetzung von Ackerwildkrautschutz? Inwieweit sind Maßnahmen zum Ackerwildkrautschutz auf den Bereich der Ökolandwirtschaft beschränkt? Bei der Frage, ob die Ansiedlung von Ackerwildkräutern auch im konventionellen Landbau Sinn macht, waren die Befragten geteilter Meinung. Teilweise wurde es im konventionellen Anbau wegen des Einsatzes von Herbiziden als „sinnlos“ angesehen, teilweise wurde aber auch ein grundsätzliches Interesse mancher konventioneller Betriebe vermutet. Vorherrschend war die Auffassung, dass der Ökologische Landbau günstigere Bedingungen bietet, Naturschutzziele zu integrieren, vor allem in Bezug auf den Ackerwildkrautschutz, insbesondere durch den Verzicht auf Herbizide. Die „grundsätzlich höhere Artenzahl auf ökologischen Flächen“ ist den Befragten bewusst. Die „Akzeptanz für Naturschutz“ wird innerhalb des Ökologischen Landbaus als „sehr viel höher eingeschätzt“, auch in Bezug auf den Ackerwildkrautschutz“. Eine „positive Einstellung gegenüber Naturschutz“ wird eher von Ökobauern erwartet. Im Fall der Ackerwildkrautansiedlung wird die Chance für mehr Naturschutz als günstig eingeschätzt, wegen der „im Vergleich zur Grünlandbewirtschaftung weniger starken Intensivierung des Ackerbaus im Ökologischen Landbau. Lediglich intensiver Hackfruchtanbau wird für die Ackerwildkräuter als „nicht geeig-

net“ bewertet. Für Praktiker wird als wichtig erachtet, transparent zu erklären, „was dabei eigentlich rauskommt oder um was es geht.“ Wichtig ist eine „Methode, die später von den Landwirten dann ganz einfach angewendet werden kann.

Für die weitere Etablierung des Ackerwildkrautschutzes im Ökolandbau bleiben im Anschluss an das Projekt verschiedene Fragen und Wünsche offen, die einer weiteren Entwicklung bedürfen. Ein von über der Hälfte der Interviewten angesprochenes Thema ist das Saatgut der Wildkräuter. Hier gibt es einmal die Problematik, dass das Saatgut autochton sein sollte, also heimisch in einer bestimmten Region, und zum anderen die Frage der Vermehrung von Ackerwildkrautsaatgut. Im Moment ist das Saatgut für Ackerwildkräuter „rar und teuer“, da die Gewinnung aufwändig ist. Ein Ziel für die Zukunft wäre daher, mehr Saatgutproduzenten zu gewinnen, die ausreichend Saatgut für Wiederansiedlungsmaßnahmen zur Verfügung stellen können, das „kontrolliert autochton“ sein sollte. Hier stellt sich die Frage, „durch wen diese Kontrolle erfolgt, oder ob es dazu Zertifikate“ geben wird. Eine weitere Erleichterung für die Landwirte wäre, wenn „Vorgaben zum Anbau von Kulturen und Fruchtfolge (...) weniger kompliziert oder fest vorgeschrieben“ sind. Die Ausweitung des im Projekt verfolgten Ansatzes „auf andere Arten und Naturräume“ wäre wünschenswert, und es sollte „weitere Praxiserfahrung gesammelt“ werden. Der Ackerwildkrautschutz, insbesondere auch Maßnahmen zur Wiederansiedlung sollten stärker in Agrarumweltprogrammen Berücksichtigung finden und honoriert werden. Gerade im Ackerwildkrautschutz erscheint „es natürlich wichtig, alle Naturschutzmaßnahmen auf Dauer auszulegen, sonst haben sie für die Natur wenig Nutzen“. Ackerwildkrautschutz sei „ein Bereich unter vielen in der Ökologischen Landwirtschaft“, jedoch einer, in dem „die Landwirtschaft eine große Verantwortung und direkte Einflussmöglichkeiten“ hat. Naturschutz sollte „zu einem festen Bestandteil der Agrarpolitik werden“, um Maßnahmen nachhaltig zu gestalten. Ein längerfristiges Ziel sollte neben dem Artenschutz die „weiträumige Vernetzung von Naturschutzflächen“ sein. In dem Zusammenhang sollte eine durch Maßnahmen aufgewertete „Ökologische Landwirtschaft als Ausgleichsmaßnahme anzurechnen“ sein. Generell bietet die Landwirtschaft „viel Potential für Verbesserungen im Naturschutzbereich“. Es ist aber „eine entsprechende Honorierung dieser Leistungen für Natur und Umwelt durch die Gesellschaft“ erforderlich.

## 5 Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurden zahlreiche Erkenntnisse gewonnen, die im praktischen Ackerwildkrautschutz zur Anwendung kommen können. Empfehlungen für Landwirte sind in einem zweiseitigen Merkblatt „Wiederansiedlung gefährdeter Ackerwildpflanzen – Hintergründe, Ziele und Empfehlungen für Praktiker“ und noch ausführlicher in einer Praxishandreichung „Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter im Biobetrieb“ dargestellt, die gedruckt und als Download zur Verfügung steht.

Die Empfehlungen der AG Freising beziehen sich vor allem auf die Wiederansiedlung der im Projekt untersuchten Arten. Eine Übertragbarkeit auf andere Arten und Naturräume ist allerdings nur bedingt möglich, da jeweils die artspezifischen Anforderungen und Standortverhältnisse beachtet werden müssen. Zum Beispiel unterscheiden sich günstige Saattermine und Kulturarten zwischen sommerannuellen und winterannuellen Zielarten. Einige generelle Aspekte über Saatgutverfügbarkeit, -gewinnung, -lagerung, über geeignete Saatverfahren sowie das Vorgehen zur Auswahl geeigneter Flächen können jedoch auch auf andere Arten und Gebiete übertragen werden.

Die von der AG Kassel-Witzenhausen durchgeführten Versuche auf Praxisbetrieben fokussierten auf die praktische Durchführung der Wiederansiedlung mittels autochthonen Saatmischungen und artenreichem Oberboden. Beides sind praktikable Methoden, die z.B. zur Übertragung von Samenmaterial von Schutzäckern auf räumlich benachbarte, ökologisch bewirtschaftete Äcker praktikabel sind.

Aufbauend auf den Erfahrungen im Projekt können weitere Maßnahmen, Initiativen und Projekte zum Ackerwildkrautschutz ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll geplant und gestaltet werden. So konnte z.B. das Praxisprojekt „Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern auf Flächen von Biobetrieben in den Naturräumen Münchner Ebene und Fränkischer Jura“ von biolog e.V. auf die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts aufbauen.

Eine weitere Perspektive ist die Einbeziehung der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern in Konzepte für Ausgleichsmaßnahmen (Ökokonten, Produktionsintegrierte Kompensation (PIK)) und Agrarumweltprogramme. Hier muss jedoch unbedingt sichergestellt werden, dass nur autochthones Samenmaterial bzw. Oberboden aus der Umgebung zur Übertragung verwendet wird.

## 6 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

In dem Forschungsvorhaben konnten alle geplanten Ziele erreicht werden. Ursprünglich waren die Versuche der Münchner Ebene an zusätzlichen Ackerwildkrautarten geplant. Da für diese Arten aber nicht genug Saatgut zur Verfügung stand, wurden die Versuche zu Gunsten von *L. speculum-veneris*, *C. regalis* und *L. arvense* vertieft. Für diese Arten konnten dafür entsprechend umfassendere und gut replizierte Untersuchungen stattfinden.

Die AG Kassel-Witzenhausen verzichtete auf die ursprünglich geplante Anlage von Blütenfeldern in Sommergetreidefeldern, da auf den drei Kooperationsbetrieben keine geeigneten Flächen bestellt wurden. Stattdessen wurde zusätzlich eine Bodenübertragung von einer Fläche mit der seltenen Saatwucherblumengesellschaft, die von Intensivierung bedroht war, auf einen Bioacker vorgenommen. Dadurch konnten Erfahrungen mit praktischen Methoden der Übertragung größerer Bodenmengen gewonnen werden.

Möglichkeiten zum Schutz gefährdeter Ackerwildpflanzen sollten im Ökologischen Landbau gezielt weiter untersucht und umgesetzt werden. Im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft können hier Restvorkommen seltener Arten nachhaltig geschützt bzw. durch Wiederansiedlung auf geeigneten Flächen erweitert werden. Zur Entwicklung eines umfassenden Konzepts zur Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Arten auf Biobetrieben, müssen weitere Naturräume und zusätzliche Arten untersucht werden. Ein erster Schritt ist hier der Aufbau von regionalen Saatgutvermehrungen, die entsprechendes autochthones Saatgut zur Verfügung stellen können. Dazu müssen die verschiedenen Naturräume auf das Vorkommen charakteristischer Ackerwildkrautgesellschaften und gefährdeter Arten untersucht werden. Weiterführende Fragestellungen, die im Projekt nicht untersucht werden konnten, sind:

- der Einsatz von Striegel und Hacke zu verschiedenen Zeitpunkten während der Etablierungsphase und die entsprechenden Auswirkungen auf Zielarten, Beikräuter und Erträge der Kulturarten;
- die langjährige Etablierung der Zielarten; sowie
- praxistaugliche Saattechniken (Ablagetiefe, Mischmedium, Geräte).

Noch nicht hinreichend untersucht ist zudem der Einfluss von Klee-Gras-Phasen unterschiedlicher Art, Bodenbearbeitung und Länge, insbesondere auf die Überdauerfähigkeit der Ackerwildpflanzensamen. In Hinblick auf eine Überprüfung des Ansiedlungserfolgs ist eine Wiederholungskartierung auf den Flächen, auf denen Arten angesiedelt wurden, erforderlich.

## 7 Literaturverzeichnis

- Aarsen, L. W. (2005): On size, fecundity, and fitness in competing plants. In: Reekie, E. & Bazzaz, F.A. [Hrsg.] Reproductive allocation in plants. Elsevier Academic Press, San Diego.
- Albrecht, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. *Dissertationes Botanicae* 141: 1-201.
- Albrecht, H. (1995): Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. Proc. 9th EWRS-Symposium 'Challenges for Weed Science in a Changing Europe'. Budapest, 10.-12.7.1995: 41-48.
- Albrecht, H. (2003): Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98: 201-211.
- Albrecht, H. (2005): Development of arable weed seed banks during six years after the change from conventional to organic farming. *Weed Research* 45: 339-350.
- Albrecht, H. (2008): Effects of introducing organic farming on the population ecology and diversity of arable weeds. *Journal of Plant Diseases and Protection*. Special Issue XXI: 357-362.
- Albrecht H. & Auerswald, K. (2009): Seed traits in arable weed seed banks and their relationship to land-use changes. *Basic and Applied Ecology* 10: 516-524.
- Albrecht, H. & Pilgram, M. (1997): The weed seed bank of soils in a landscape segment in southern Bavaria – II. Relation to environmental variables and to the surface vegetation. *Plant Ecology* 131: 31-43.
- Albrecht, H., Mayer, F. & Wiesinger, K. (2009): Biodiversität und Artenschutz bei Ackerwildpflanzen. In: Vegetationsmanagement und Renaturierung. Festschrift Jörg Pfadenhauer. *Laufener Spezialbeiträge* 2: 135-142.
- Alfoeldi, T., Fliessbach, A., Geier, U., Kilcher, L., Niggli, U., Pfiffner, L., Stolze, M., Willer, H. (2002): Organic agriculture and the environment. In: El-Hage Scialabba, N., Hattam, C. (eds) *Environment and Natural Resources Series 4*, chapter 2. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome.
- Amarasekare, P. (2003): Competitive coexistence in spatially structured environments: a synthesis. *Ecology Letters* 6: 1109-1122.
- Baty, F., Ritz, C., Charles, S., Brutsche, M., Flandrois, J.P. & Delignette-Muller, M.L. (2015): A Toolbox for Nonlinear Regression in R: The Package nlstools. *Journal of Statistical Software*, 66, 1-21. Online im Internet: URL: <http://www.jstatsoft.org/v66/i05/> (Stand 20.08.15).
- BBA (Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft) [Hrsg.] (2001): Entwicklungsstadien mono- und dikotyle Pflanzen – BBCH Monografie. Online im Internet: URL: <http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbchdeu.pdf> (Stand 22.11.13).
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A.C., (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261-269.
- Bergelson, J. & Perry, R. (1989): Interspecific competition between seeds: relative planting date and density affect seedling emergence. *Ecology* 70: 1639-1644.

- Bischoff, A., Steinger, T. & Müller-Schärer, H. (2010): The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. *Restoration Ecology* 18: 338-348.
- Blum, B. (1994): Transektuntersuchungen zur Ackerwildkrautvegetation bei Feldern unterschiedlicher Schlaggrößen. Projektarbeit an der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 42 S.
- Blum, B. (1995): Die Ackerwildkrautvegetation biologisch und konventionell bewirtschafteter Felder in der weiteren Umgebung Witzenhausens. Diplomarbeit an der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 46 S.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015): Programm des BMEL zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau (D und E). Online im Internet: URL: [http://www.bundesprogramm.de/fileadmin/sites/default/files/Forschung/programm-forschung\\_2013.pdf](http://www.bundesprogramm.de/fileadmin/sites/default/files/Forschung/programm-forschung_2013.pdf) (Stand 07.04.2015).
- Braun, M., Schmidt, H. & Grundler, T. (2009): Vergleich verschiedener Klee-Gras-Mischungen anhand der Wurzel- und Sprossleistung. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 7: 35-42.
- Cavers, P. B. & Benoit, D. L. (1989): Seed bank in arable land. In: Leck, M. A., Parker, V. T., Simpson, L. L. [Hrsg.] *Ecology of soil seed banks*. London Academic press, S. 309-328.
- Clay, K. (2012): The impact of parasitic and mutualistic fungi on competitive interactions among plants. In: Grace, J. [Hrsg.] (2012) *Perspectives on plant competition*. Elsevier, S. 391-413.
- Cousens, R. (1985): A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Cousens, R. (1991): Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology* 5: 664-673.
- Cousens, R. & Mortimer, M. (1995): *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press, NY, USA.
- Crawley, M.J. (2007): *The R Book*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England.
- DBV (Deutscher Bauernverband) (2015): Situationsbericht 2014/15, Landwirtschaft und Gesamtwirtschaft, Ökologischer Landbau. Online im Internet: URL: <http://www.bauernverband.de/16-oekologischer-landbau-638264> (Stand 07.04.2015).
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (1996–2014): Klimadaten Deutschland – Monatswerte und langjährige Mittelwerte. Online im Internet: URL: <http://www.dwd.de> (Stand: 29.01.14).
- Duelli, P., Obrist, M.K. (1998): In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity and Conservation* 7: 297-309.
- Edwards, P.J., Kollmann, J., Wood, D. (1999): Determinants of agrobiodiversity in the agricultural landscape. In: Wood, D., Lenné J.M. (eds) *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management*, pp. 183–210, CABI, Oxon.
- Epperlein, L.R., Prestele, J., Albrecht, H. & Kollmann, J. (2014): Reintroduction of a rare arable weed: Competition effects on weed fitness and crop yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 188, 57–62.
- Fenner, M. [Hrsg.] (2000): *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Cabi, Wallingford.



- Fetzer, K.D., Grottenthaler, W., Hofmann, B., Jerz, H., Rückert, G., Schmidt, F. & Wittmann, O. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50000, München - Augsburg und Umgebung. Bayerisches Geologisches Landesamt München [Hrsg.], München, Deutschland.
- Firbank, L.G., Cousens, R., Mortimer, A.M. & Smith, R.G.R. (1990): Effects of soil type on crop yield-weed density relationships between winter wheat and *Bromus sterilis*. *Journal of Applied Ecology* 27: 308-318.
- Frieben, B. (1998): Verfahren zur Bestandsaufnahme und Bewertung von Betrieben des organischen Landbaues im Hinblick auf Biotop- und Artenschutz und die Stabilisierung des Agrarökosystems. D. Köster, Berlin.
- Godefroid, S., Piazza, C., Rossi, G., Buord, S., Stevens, A. D., Aguraiuja, R., Cowell, C., Weekley, C.W., Vogg, G., Iriondo, J.M., Johnson, I., Dixon, B., Gordon, D., Mag-nanon, S., Valentin, B., Bjureke, K., Koopman, R., Vicens, M., Virevaire, M. & Van-derborgh, T. (2011): How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation* 144: 672-682.
- Grime, J.P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- Grundy, A.C., Mead, A., Burston, S. (2001): Modelling the effect of cultivation on seed movement with application to the prediction of weed seedling emergence. *Journal of Applied Ecology* 36: 663-678.
- Günther, H. (1991): Flora und Vegetation von bewirtschafteten und stillgelegten Äckern im östlichen Meißnervorland. Diplomarbeit an der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 109 S.
- Günter, G. (1997): Populationsbiologische Ursachen der unterschiedlichen Verbreitung und Gefährdung der seltenen Segetalarten *Centaurea cyanus* L., *Consolida regalis* S.F. GRAY, *Valerianella dentata* (L.) POLLICH und *Bupleurum rotundifolium* L. *Scripta Geobotanica* 22, Erich Goltze KG, Göttingen, Deutschland.
- Harper, J.L. & Gajic, D. (1961): Experimental studies of the mortality and plasticity of a weed. *Weed Research* 1: 91-104.
- Harper, J.L. & McNaughton, I.H. (1962): The comparative biology of closely related species living in the same area. *New Phytologist* 61: 175-188.
- Harper, J.L., Williams, J.T. & Sagar, G.R. (1965): The behaviour of seeds in soil: I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. *Journal of Ecology* 53: 273-286.
- Hammer, K. & Hanelt, P. (1980): Variabilitäts-Indices von *Papaver rhoeas*-Populationen und ihre Beziehungen zum Entwicklungsstand der Landwirtschaft. *Biologisches Zentralblatt* 99: 325-343.
- Heydemann, B. (1983): Aufbau von Ökosystemen im Agrarbereich und ihre langfristigen Veränderungen. *Daten und Dokumente zum Umweltschutz* 35: 53-83.
- Hofmeister, H. (1992): Ackerwildkrautschutz auf der Wernershöhe (Landkreis Hildesheim, Nordwest-Deutschland). - *Tuexenia* 12:285-298, Göttingen.
- Hofmeister, H. (2007): 20 Jahre Ackerwildkrautschutz auf der Wernershöhe (Lkr. Hildesheim). - *Inform. d. Naturschutz Niedersachs.* 27, Nr.2: 96 – 102.
- Hofmeister, H., Garve, E. (1998): *Lebensraum Acker*. Parey, Hamburg.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Gricee, P.V., Evans, A.D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113-130.

- Holzner, W. & Glauning, J. (2005): Ackerunkräuter – Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung. Leopold Stocker Verlag, Graz, Österreich.
- Hotze, C. (2005): Ackerwildkräuter konventionell und biologisch bewirtschafteter Äcker im östlichen Meißnervorland – Entwicklung in den letzten 30 Jahren. Diplomarbeit an der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 105 S.
- Hotze, C., van Elsen, T. (2006): Ackerwildkräuter konventionell und biologisch bewirtschafteter Äcker im östlichen Meißnervorland – Entwicklung in den letzten 30 Jahren. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XX: 547-555.
- Hotze, C., van Elsen, T., Haase, T., Heß, J., Otto, M. (2009): Ackerwildkraut-Blühstreifen zur Integration autochthoner Ackerwildkräuter in ökologisch bewirtschaftete Ackerflächen. – Beitr. 10. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau (Band 1): 426-429, Zürich.
- Hüppe, J. (1987): Zur Entwicklung der Ackerunkrautvegetation seit dem Neolithikum. Natur und Landschaftskunde 23: 25-33.
- Kästner, A., Jäger, E.J., Schubert, R. (2001): Handbuch der Segetalpflanzen Mitteleuropas. Springer, Wien.
- Keller, M., Kollmann, J. (1998): Bedeutung der Herkunft von Saatgut. Untersuchungen an Buntbrachen und anderen ökologischen Ausgleichsflächen. Naturschutz und Landschaftsplanung 30: 101-106.
- Keller, M., Kollmann, J. (1999): Effects of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. Agriculture, Ecosystems & Environment 72: 87-99.
- Keller, M., Kollmann, J., Edwards, P.J. (1999): Palatability of weeds from different European origins to the slugs *Deroceras reticulatum* Muller and *Arion lusitanicus* Mabilie. Acta Oecologica 20: 109-118.
- Keller, M., Kollmann, J., Edwards, P.J. (2000): Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. Journal of Applied Ecology 37: 647-659.
- Kleyer, M., Bekker, R.M., Knevel, I.C., Bakker, J.P, Thompson, K., Sonnenschein, M., Peco, B. (2008): The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. Journal of Ecology 96: 1266-1274.
- Kollmann, J., Keller, M. (2001): Bedeutung der Herkunft von Saatgut für ökologische Ausgleichsflächen – das Fallbeispiel Buntbrachen. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg 29: 65–67.
- Korneck, D., Schnittler, M. & Vollmer, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde 28, Landwirtschaftsverlag, Münster, Deutschland, S. 21-187.
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) [Hrsg.] (2012): Versuchsergebnisse aus Bayern, Jahr 2012, Ökologischer Landbau, Sortenversuche zu Winterroggen. Online im Internet: URL: <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=56777> (Stand: 07.03.2014).
- Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N. (1995): Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. Weed Research 35: 503-509.
- Manthey, M. (2003): Vegetationsökologie der Äcker und Ackerbrachen Mecklenburg-Vorpommerns. Dissertationes Botanicae 373: 1-209.

- Marshall, E.J., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J., Squire, G.R., & Ward, L.K. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- Mayer, F., Albrecht, H., Pfadenhauer, J. (1998): The transport of seeds by soil-working implements. *Aspects of Applied Biology* 51: 83-90.
- Mayer, F., Weddige, A., Wiesinger, K. (2012): Ansiedlung seltener Ackerwildkräuter auf einem Öko-Betrieb des südlichen Frankenjura. In: Wiesinger, K. & Cais, K. (Hrsg.): *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2012, Tagungsband. Schriftenreihe der LfL 4/2012, 128–132.* (Abruf: 19.03.2015)
- Meynen, E., Schmithüsen, J., Gellert, J., Neef, E., Müller-Miny, H. & Schultze, H.J. (1953-1962): *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands - Band 1, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung Selbstverlag, Bad Godesberg, Deutschland.*
- Meyer, G. (1976): Änderung der Unkrautflora der Kalkäcker im Meißnervorland und um Göttingen. *Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der wissenschaftlichen Prüfung für das Lehramt an Gymnasien, Universität Göttingen, Pflanzensoziologisches Institut, 183 S.*
- Meyer, S., Bergmeier, E., Becker, T., Wesche, K., Krause, B., & Leuschner, C. (2015): Detecting long-term losses at the plant community level—arable fields in Germany revisited. *Applied Vegetation Science.*
- Meyer, S., Leuschner, C., van Elsen, T. (2008): Schutzäcker für die Segetalflora in Deutschland – Bestandsanalyse und neue Impulse durch das Projekt „Biodiversität in der Agrarlandschaft“. *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI: 363–368.*
- Meyer, S., van Elsen, T., Gottwald, F., Hotze, C., Wehke, S. (2010): Monitoring-Konzept für die Entwicklung der Vegetation auf Schutzäckern zur Dauerflächenuntersuchung. Download unter [www.schutzaecker.de](http://www.schutzaecker.de), Zugriff am 23.04.2012
- Meyer, S., Wesche, K., Krause, B., Leuschner, C. (2013): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s – a cross-regional analysis. *Diversity and Distributions* 19 (9): 1175-1187.
- Moles, A.T. & Westoby, M. (2004): Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. *Journal of Ecology* 92: 372-383.
- Oesau, A., Kussel, N. (2011): 10 Jahre Erhaltungskulturen Ackerwildkräuter in Rheinland-Pfalz. - *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 12 (1), 223-240.
- Olsen, J., Kristensen, L. & Weiner, J. (2006): Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. *Weed Biology and Management* 6: 165-173.
- Otte, A. (1994): Die Temperaturansprüche von Ackerwildkräutern bei der Keimung – auch eine Ursache für den Wandel im Artenspektrum auf Äckern. *Aus Liebe zur Natur* 5: 103-122.
- Otte, A., Bissels, S., Waldhardt, R. (2006): Samen-, Keimungs- und Habitateigenschaften: Welche Parameter erklären Veränderungstendenzen in der Häufigkeit von Ackerwildkräutern in Deutschland? *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XX: 507-516.*
- Palmblad, I.G. (1968): Competition in experimental populations of weeds with emphasis on the regulation of population size. *Ecology* 49: 26-34.
- Patterson, D.T. (1995): Effects of environmental stress on weed/crop interactions. *Weed Science* 43: 483-490.

- Pavlik, B.M. (1996): Defining and measuring success. In: Falk, D.A., Millar, C.I. & Olwell, M. [Hrsg.] Restoring diversity. Strategies for reintroduction of endangered plants, S. 127-55. Island Press, Washington DC, USA.
- Poole, M.L. & Gill, G.S. (1987): Competition between crops and weeds in southern Australia. *Plant Protection Quarterly* 2: 86-96.
- Poschlod, P. (1991): Diasporenbanken in Böden - Grundlage und Bedeutung. In: Schmidt, B.; Stöcklin, J. [Hrsg.]: *Populationsbiologie der Pflanzen*. Basel, Birkhäuser Verlag, 991, S. 15-35.
- Pywell, R.F., Hulmes, L., Meek, W.R. & Nowarowski, M. (2010): Practical management of scarce arable plant populations. *Aspects of Applied Biology* 100: 375-380.
- Richner, N., Holderegger, R., Linder, H.P., Walter, T. (2015): Reviewing change in the arable flora of Europe: a meta-analysis. *Weed Research* 55: 1-13.
- Roberts, H. A. & Feast, P. M. (1973): Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *The Journal of Applied Ecology*, 133-143.
- Rodi, D. (1986): Modelle zur Einrichtung und Erhaltung von Feldflora-Reservaten in Württemberg. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 14: 167-172.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P. & Saari, E.E. (1992): Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Ross, M.A. & Harper, J.L. (1972): Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology*: 77-88.
- Saatkamp, A., Affre, L., Dutoit, T., & Poschlod, P. (2009): The seed bank longevity index revisited: limited reliability evident from a burial experiment and database analyses. *Annals of botany*, 104(4), 715-724.
- Schad, T. (1989): Aktion: Rettet die Ackerwildblumen. Eine Initiative des Vogel- und Naturschutzvereins Königshofen e.V., Lauda-Königshofen, 6 S.
- Schmeil, O. & Fitschen, J. (2006): *Flora von Deutschland und angrenzender Länder*. 93. Auflage. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim, Deutschland.
- Schneider, C., Sukopp, U. & Sukopp, H. (1994): *Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen*. Schriftenreihe für Vegetationskunde 26, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, Deutschland.
- Schubert, R. (o.J.): „Das grüne Wunder“. Naturnahe Begrünungen mit gebietsheimischen Diasporen. DVL-Landesbüro Sachsen, Pirna, 24 S.
- Schumacher, W., (1980): Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. *Natur und Landschaft* 55: 447-453.
- Sieben, A., Otte, A. (1992): Nutzungsgeschichte, Vegetation und Erhaltungsmöglichkeiten einer historischen Agrarlandschaft in der südlichen Frankenalb: Landkreis Eichstätt. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*; Beiheft 6.
- Silvertown, J. & Charlesworth, D. (2001): *Introduction to plant population biology*. 4. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH, Berlin, Deutschland.
- Sommer, M. (2014): Schutz der Ackerwildkrautflora in Bayern – Geschichte und Empfehlungen zum nachhaltigen Schutz auf Grundlage aktueller Erfassungen. *ANLiegen Natur* 36(2). Online im Internet: URL: [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen). (Stand 19.03.2015)
- Sprenger, B. (2005): Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung und Vorfrucht auf die Unkrautvegetation. In: Heß, J. [Hrsg.]: *Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer*

- Landbau. Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel: Kassel Univ. Press, S. 23-26. Online im Internet: URL: <http://orgprints.org/3817/1/3817.pdf> (Stand: 8.9.2014)
- Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (2010): Ackerwildkrautprojekt: Unkraut vergeht nicht – stimmt nicht! (Flyer) <http://www.rheinische-kulturlandschaft.de/downloads/srk/Ackerwildkrautflyer-Freigabe.pdf> (Stand: 4.9.2015)
- Serrago R.A. & Miralles D.J. (2014): Source limitations due to leaf rust (caused by *Puccinia triticina*) during grain filling in wheat. *Crop and Pasture Science* 65: 185-193.
- Thompson, K., Bakker, J.P., Bekker, R.M. (1997): The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Tupits, I., Sooväli, P. & Koppe, R. (2010): The occurrence and severity of rust diseases of winter rye in Estonian climatic conditions. *Agronomy Research* 8: 735-742.
- Turnbull, L.A., Rees, M. & Crawley, M.J. (1999): Seed mass and the competition/colonization trade-off: a sowing experiment. *Journal of Ecology* 87: 899-912.
- Urbanska, K.M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen: Grundlagen, Problem, Perspektiven. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena, Deutschland.
- van Elsen, T. (1989): Ackerwildkraut-Bestände biologisch-dynamisch und konventionell bewirtschafteter Hackfruchtäcker in der Niederrheinischen Bucht. *Lebendige Erde* 4: 277-282.
- van Elsen, T. (1991): Transekt-Untersuchungen zur Verteilung von Ackerwildkräutern im Randbereich unterschiedlich bewirtschafteter Felder.  Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft. *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 1991/6 (P46), 150-154.
- van Elsen, T. (1994): Die Fluktuation von Ackerwildkraut-Gesellschaften und ihre Beeinflussung durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitungs-Zeitpunkt.  Ökologie und U  
cherung 9, Witzenhausen, 414 S.
- van Elsen, T. (1996): Wirkungen des ökologischen Landbaus auf die Segetalflora – Ein Übersichtsbeitrag. – In: Diepenbrock, W., Hülsbergen, K.-J. (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden (Beiträge der wissenschaftlichen Tagung am 25.04.1996 in Halle/Saale): 143-152, Halle.
- van Elsen, T. (1997): Ackerwildkrautansaat zwischen Ablehnung und Befürwortung. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 3 (6. Tagung des Arbeitskreises der Landesämter und -anstalten „Naturschutz in der Agrarlandschaft“ vom 20. bis 22.6.1996 in Halle/Saale): 10-20, Halle.
- van Elsen, T., Berg, M., Drenckhahn, D., Dunkel, F.-G., Eggers, T., Garve, E., Kaiser, B., Marquardt, H., Pilotek, D., Rodi, D. & Wicke, G. (2006): Karlstadter Positionspapier zum Schutz der Ackerwildkräuter. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XX*: 527-533.
- van Elsen, T. & Godt, J. (2000): Entwicklungsperspektiven der Kulturlandschaft durch ökologischen Landbau. – *Arbeitsergebnisse* 47: Die Domäne Frankenhausen. – Schrr. der Arbeitsgemeinschaft Ländliche Entwicklung am FB Stadtplanung/ Landschaftsplanung der GhK: 31-38, Kassel.
- van Elsen, T. & Günther, H. (1991): Zusammenfassung und Auswertung vorhandener Untersuchungsergebnisse über Ackerwildkraut-Vorkommen im Werra-Meißner-Kreis, Gutachten im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz/Wiesbaden, 175 S.
- van Elsen, T. & Hotze, C. (2003): Fortführung der Dauerflächenuntersuchung zur spontanen Dynamik und Veränderung der Ackerwildkrautvegetation (2003). – Zwischenuntersu-

- chung zum E+E-Vorhaben „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau – am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser“. – Studie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Witzhausen, 18 S.
- van Elsen, T. & Hotze, C. (2008): Die Integration autochthoner Ackerwildkräuter und der Kornrade in Blühstreifenmischungen für den Ökologischen Landbau – *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue XXI: 373–378.
- van Elsen, T., Loritz, H. (2013): (Red.) (2013): Vielfalt aus der Samentüte? Ein Positionspapier zur Integration des Ackerwildkrautschutzes in Ansaat-Blühstreifen-Programme. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45 (5), 155-160.
- Vergeer, P., van den Berg, L.J.L., Roelofs, J.G.M. & Ouborg, N.J. (2005): Single-family versus multi-family introductions. *Plant Biology* 7: 509–515.
- Watkinson, A.R. (1981): Interference in pure and mixed populations of *Agrostemma githago*. *Journal of Applied Ecology* 18: 967-976.
- Wicke, G., 1998. Stand der Ackerrandstreifenprogramme in Deutschland. Schriftenreihe Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz 6: 55-84.
- Wiesinger, K., Cais K., Bernhardt T., van Elsen T. (2010): Klares Votum für Rittersporn, Frauenspiegel und Co. *Ökologie und Landbau* 153 (1): 54-56.
- Willenborg, C.J., May, W.E., Gulden, R.H., Lafond, G.P. & Shirliffe, S.J. (2005): Influence of wild oat (*Avena fatua*) relative time of emergence and density on cultivated oat yield, wild oat seed production, and wild oat contamination. *Weed Science* 53: 342-352.
- Williams, C.S. & Hayes, R.M. (1984): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Competition in Soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 32: 498-501.
- Wilmanns, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie: eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. 6., neu bearb. Aufl., Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- Wilson, P.J. (1990): The ecology and conservation of rare arable weed species and communities. PhD thesis, University of Southampton.
- Wilson, B.J. & Wright, K.J. (1990): Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research* 30: 201-211.
- Wilson, B.J., Wright, K.J., Brain, P., Clements, M. & Stephens, E. (1995): Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Research* 35: 265-278.
- Wittmann, O. (1983): Standörtliche Landschaftsgliederung von Bayern. Bayerisches Geologisches Landesamt, München, Deutschland.
- Wolff-Straub, R. (1989) Vergleich der Ackerwildkraut-Vegetation alternativ und konventionell bewirtschafteter Äcker. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW 11, 70-111.
- Yenish, J.P., Doll, J.D., Buhler, D.D. (1992): Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Science* 40: 429-433.
- Zimdahl, R.L. (2004) *Weed-crop competition: a review*. 2. Auflage, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.

## 8 Übersicht über alle realisierten Veröffentlichungen im Projektzeitraum

### Publikationen

- Albrecht, H., Prestele, J., Altenfelder, S., Wiesinger, K. & Kollmann, J. (2014): New approaches to the conservation of rare arable plants in Germany. In: Proceedings 26th German Conference on Weed Biology and Weed Control. March 11 – 13, 2014, Braunschweig, Germany. Julius Kühn-Archiv 443. S. 180-189. Online im Internet: URL: <http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/view/2864/305> (Stand 20.08.2015).
- Epperlein, L.R., Prestele, J., Albrecht, H. & Kollmann, J. (2014): Reintroduction of a rare arable weed: Competition effects on weed fitness and crop yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 188, 57–62.
- Gärtner, A.-C. & van Elsen, T. (2013): Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen auf Ökobetrieben. Teilprojekt Witzenhausen: Versuche auf Praxisbetrieben. *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, 12, 394-397.
- Lang, M., Truffel, C., Prestele, J., Wiesinger, K., Kollmann, J. & Albrecht, H. (2015): Einfluss von Deckfrucht und Fruchtfolge auf die Wiederansiedlung gefährdeter Ackerwildpflanzen. In: Häring et. al. (Hrsg.): Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 17. - 20. März 2015, Eberswalde, Deutschland. S. 231-235. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Prestele, J., Kollmann, J., Albrecht, H. & Wiesinger, K. (2013): Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen auf Ökobetrieben. Teilprojekt Freising: Einfluss von Feldfrucht und Aussaatzeitpunkt. In: Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, Deutschland. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 390-393. Online im Internet: URL: <http://orgprints.org/21519/> (Stand 20.08.2015).
- Türke, M., Blattmann, T., Knop, E., Klindermann, A., Prestele, J., Marquez, L., Eisenhauer, L. & Fischer, C. (2012): Weeds and endangered herbs have unforeseen dispersal helpers in the agri-environment: gastropods and earthworms. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28, 380–383.

### Beiträge auf Tagungen

- Albrecht, H., Lang, M., Prestele, J., Wiesinger, K. & Kollmann, J. (2015): Methodische Untersuchungen zur Wiederansiedlung gefährdeter Ackerwildkräuter. Tagung der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, 14.07.2015, Schneverdingen, Deutschland.
- Albrecht, H., Lang, M., Truffel, C., Prestele, J., Wiesinger, K. & Kollmann, J. (2015): Impact of cover crops and crop rotations on the re-establishment of threatened arable plants. Accepted contribution to 17th European Weed Research Society Symposium, 2015 June 23-26, Montpellier, France.
- Kollmann, J. (2014): Positive News for Endangered Agrobiodiversity! Re-introduction of Rare Arable Plants in Organic Agriculture. Oral presentation at the TUMBRA Workshop, 2014 May 5-10, Natal, Brazil.
- Kollmann, J., Lang, M. & Albrecht, H. (2014): Re-introduction of rare arable weeds: Density effects, competition with other weeds and effects on crop yield. Oral presentation at 9th European Conference on Ecological Restoration, 2014 August 3-8, Oulu, Finland. Abstract online im Internet: URL: [http://www.metla.fi/ser2014/SER2014\\_abstracts-www.pdf](http://www.metla.fi/ser2014/SER2014_abstracts-www.pdf) (Stand 07.04.2015).
- Lang, M. (2015): Wiederansiedlung gefährdeter Ackerwildkräuter auf Biobetrieben. Vortrag auf der Naturland Ackerbau-Tagung, 27.01.15, Erdweg, Deutschland.

- Lang, M. & Wiesinger, K. (2015): Seltene und gefährdete Ackerwildkräuter naturräumlicher Herkünfte wieder ansiedeln auf Ökobetrieben. Vortrag auf der 9. Naturschutzberater-Tagung, 26.01.15, Witzenhausen, Deutschland.
- Lang, M., Kollmann, J., Prestele, J., Wiesinger, K. & Albrecht, H. (2015): The challenge of reintroducing rare arable plants: Coping with crop density and rotation. Oral presentation at 6th World Conference on Ecological Restoration, 23.-27.08.2015, Manchester, UK. Abstract online im Internet: URL: <http://www.ser2015.org/userfiles/file/documents/SER2015-oralabstracts-a.pdf> (Stand 30.08.2015).
- Lang, M., Kollmann, J., Prestele, J., Wiesinger, K. & Albrecht, H. (2015): Density-dependent effects during re-establishment of rare arable plants. Oral presentation at 17th European Weed Research Society Symposium, 2015 June 23-26, Montpellier, France.
- Lang, M. & Albrecht, H. (2015): Etablierung gefährdeter Ackerwildpflanzen drei Jahre nach der Wiederansiedlung. Vortrag auf der Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter, 18. - 20. Juni 2015, Gießen, Deutschland.
- Lang, M., Albrecht, H. & Kollmann, J. (2014): Density-dependent effects during re-establishment of rare arable weeds. Poster presented at 27th Conference of the Plant Population Biology, 2014 May 29-31, Konstanz, Germany. Abstract online im Internet: URL: <http://cms.uni-konstanz.de/popbio-2014/program/> (Stand 07.04.2015).
- Lang, M., Prestele, J., Albrecht, H., Kollmann, J. & Wiesinger, K. (2014): Wie viel darf es denn sein? Einfluss der Aussaatstärke seltener Ackerwildpflanzen auf ihre Wiederansiedlung und den Getreideertrag. Posterpräsentation auf dem 6. Öko-Landbau-Tag, 09. April 2014, Triesdorf.
- Lang, M., Kollmann, J., Prestele, J., Wiesinger, K. & Albrecht, H. (2015): Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben. Posterpräsentation auf der 50. Gartenbauwissenschaftlichen Jahrestagung und dem Internationalen WeGa-Symposium, 24. - 28.2.2015, Freising, Deutschland.
- Prestele, J., Epperlein, L., Albrecht, H. & Kollmann, J. (2013): Population biology meets restoration ecology: How to re-introduce rare arable weeds without in-creasing weed infestation and reducing crop yield. Contribution to the 26th Conference of the Plant Population Biology, 2013 May 9-11, Tartu, Estonia. Abstract online im Internet: URL: <http://popbio2013.ut.ee/wp-content/uploads/2013/05/popbio2013abstracts.pdf> (Stand 07.04.2015).
- Wegele, J., Mayer, F., Wiesinger, K., Albrecht, H. & Kollmann, J. (2011): Restoration meets agriculture: Introduction of rare arable weeds on organic farms. Poster presentation. Online im Internet: URL: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/bilder/restoration\\_meets\\_agriculture.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/bilder/restoration_meets_agriculture.pdf) (Stand 07.04.2015).
- Wegele, J., Epperlein, L., Kollmann, J., Albrecht, H. & Wiesinger, K. (2012): Restoring agrobiodiversity: Testing the effect of *Stellaria media* on reproduction of the rare arable weed *Legousia speculum-veneris*. Contribution to the 8th European Conference on Ecological Restoration, 2012 September 9-14, České Budějovice, Czech Republic. Abstract online im Internet: URL: <http://www.czech-in.org/ecer2012/doc/ecer2012-fin.pdf> (Stand 07.04.2015).
- van Elsen, T. & Lang, M. (2014) Praxisempfehlungen zur Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern. Vortrag auf der Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter, 03. – 05. Juli 2014, Luxemburg, Luxemburg.



### **Studentische Arbeiten (nicht veröffentlicht)**

- Becher, T. (2014): Die Etablierung von Ackerwildkräutern auf ausgewählten Blühfenstern im Rahmen des Projekts „Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben“. Projektarbeit, Universität Kassel-Witzenhausen.
- Epperlein, L. (2014): Restoration of arable weed diversity: Experiments on reintroduction of *Legousia speculum-veneris* under competition. Masterarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM.
- Fenn, L. & Putzbach, S. (2014): Ackerwildkräuter – Erhebung morphologischer und populationsökologischer Merkmale sowie der Keimfähigkeit ausgewählter Zielarten. Projektarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM.
- Lang, M. (2014): Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben – Einfluss der Aussaatstärke auf die Zielartenetablierung und den Getreideertrag. Masterarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM.
- Ostermaier, M. (2013): Wiederansiedlung von seltenen Ackerwildkräutern - Potenzielle Konkurrenz mit bodenbürtigen Wildkräutern. Projektarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM.
- Truffel, C. (2014): Einfluss von Deckfrucht, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf den Etablierungserfolg von Ackerwildpflanzen. Projektarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM.
- Wolf, L. (2015): Ackerwildkrautschutz durch Ökologischen Landbau. Interviews mit Akteuren eines Projekts zur Wiederansiedlung seltener Ackerwildkräuter. – Bachelorarbeit, Universität Kassel-Witzenhausen.

### **Tagungen**

9. Naturschutzberater-Tagung in Witzenhausen „Naturschutzziele umsetzen durch Ökologischen Landbau“ am 26.01.2015
- Internationale Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter in Freising-Weihenstephan „Renaturierung von Ackerwildpflanzen (RAP)“ von 20.-22.06.2013
- Workshop in Witzenhausen zur „Wiederansiedlung gefährdeter Ackerwildkräuter“ am 01.04.2014

### **Sonstiger Wissenstransfer**

- Vorstellung von Projektergebnissen im Rahmen des Arbeitskreis-Treffens „Biodiversität im ökologischen Landbau“ an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising am 28.04.2014 und 27.04.2015
- Naturschutz-Seminar „Gefährdete Ackerwildkräuter wieder ansiedeln! Was kann ich als Bio-Betrieb tun?“ mit Bioland-Landwirten in der Wetterau am 18.02.2014
- Feldführung auf dem Ökofeldbautag der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Gräfelfing am 05.07.2013
- Wissenstransfer-Veranstaltung „Ackerwildkräuter – mehr als nur Unkräuter“ auf dem Naturland-Betrieb Konrad Samberger, Pilsach am 09.06.2015 und auf dem Bioland-Betrieb Christian Meidinger, Mintraching am 15.06.2015.

### **Projektinformation**

Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen naturräumlicher Herkünfte auf Ökobetrieben (Verbundvorhaben). Online im Internet: URL: <http://orgprints.org/19232/> (Stand 07.04.2015).

Projektsteckbrief: Seltene und gefährdete Ackerwildpflanzen auf Ökobetrieben. Online im Internet: URL: [www.lfl.bayern.de/schwerpunkte/oekolandbau/080187/index.php](http://www.lfl.bayern.de/schwerpunkte/oekolandbau/080187/index.php) (Stand 07.04.2015).

### **Praxishandreichung Wiederansiedlung Ackerwildkräuter**

Wiesinger, K., Lang, M., van Elsen, T., Albrecht, H., Prestele, J. & Kollmann, J. (2015): Praxisbroschüre Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter im Biobetrieb.

[www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/dateien/praxisbrosch%C3%BCre\\_ackerwildkraut.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/dateien/praxisbrosch%C3%BCre_ackerwildkraut.pdf) (Stand 30.6.2015)

## Anhang

Anhang 1: Klimadaten für die Versuchsstandorte Riem (530 m ü. NN) und Zorneding (555 m). Nächstgelegene Wetterstation: Haar (573 m). Quelle: Agrarmeteorologie Bayern (<http://www.wetter-by.de/>).

| Jahr                 | Ø Temp. (2 m)<br>[°C] | Σ Niederschlag<br>[mm] | Σ Sonnenstunden<br>[h] | Σ Vegetationstage<br>(T Ø ≥ 5 °C) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 2014                 | 10,0                  | 882,8                  | 1455                   | 264                               |
| 2013                 | 8,6                   | 914,3                  | 1684                   | 225                               |
| 2012                 | 9,0                   | 1046,1                 | 1935                   | 252                               |
| 2011                 | 9,3                   | 953,3                  | 2089                   | 252                               |
| <b>Ø (1991-2014)</b> | <b>8,9</b>            | <b>889,0</b>           | <b>1555</b>            | <b>242</b>                        |
| Min.                 | 7,0                   | 479,8                  | 1016                   | 212                               |
| Max.                 | 10,1                  | 1132,1                 | 2089                   | 272                               |

Anhang 2: Klimadaten für den Versuchsstandort Mintraching (461 m ü. NN). Nächstgelegene Wetterstation: Freising (470 m). Quelle: Agrarmeteorologie Bayern (<http://www.wetter-by.de/>).

| Jahr                 | Ø Temp. (2 m)<br>[°C] | Σ Niederschlag<br>[mm] | Σ Sonnenstunden<br>[h] | Σ Vegetationstage<br>(T Ø ≥ 5 °C) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 2014                 | 9,7                   | 848,5                  | 1133                   | 260                               |
| 2013                 | 8,3                   | 842,8                  | 1674                   | 222                               |
| 2012                 | 8,8                   | 932,0                  | 1909                   | 245                               |
| 2011                 | 9,1                   | 841,3                  | 2025                   | 241                               |
| <b>Ø (1995-2014)</b> | <b>8,6</b>            | <b>832,6</b>           | <b>1872</b>            | <b>237</b>                        |
| Min.                 | 6,8                   | 556,0                  | 1432                   | 210                               |
| Max.                 | 9,7                   | 996,8                  | 2307                   | 263                               |

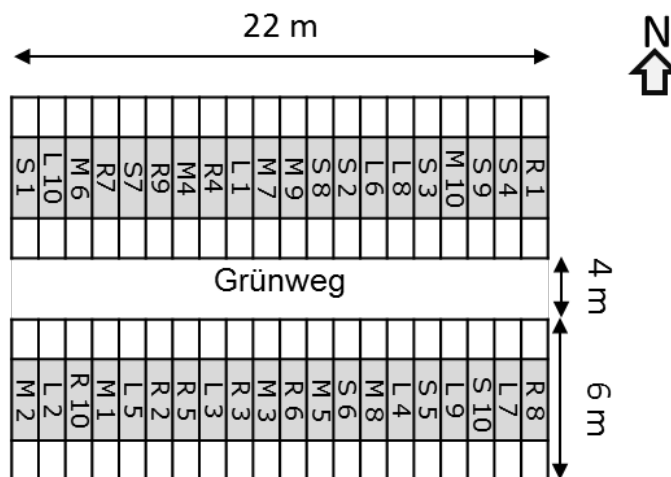
Anhang 3: Klimadaten für den Versuchsstandort Fürstenfeldbruck (517 m ü. NN). Nächstgelegene Wetterstation: Puch (556 m). Quelle: Agrarmeteorologie Bayern (<http://www.wetter-by.de/>).

| Jahr                 | Ø Temp. (2 m)<br>[°C] | Σ Niederschlag<br>[mm] | Σ Sonnenstunden<br>[h] | Σ Vegetationstage<br>(T Ø ≥ 5 °C) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 2014                 | 9,8                   | 810,1                  | 1790                   | 261                               |
| 2013                 | 8,4                   | 882,6                  | 1744                   | 224                               |
| 2012                 | 8,9                   | 919,8                  | 1997                   | 253                               |
| 2011                 | 9,2                   | 857,3                  | 2080                   | 254                               |
| <b>Ø (1995-2014)</b> | <b>8,7</b>            | <b>875,0</b>           | <b>1785</b>            | <b>241</b>                        |
| Min.                 | 6,7                   | 610,6                  | 1485                   | 213                               |
| Max.                 | 9,8                   | 1243,7                 | 2095                   | 272                               |

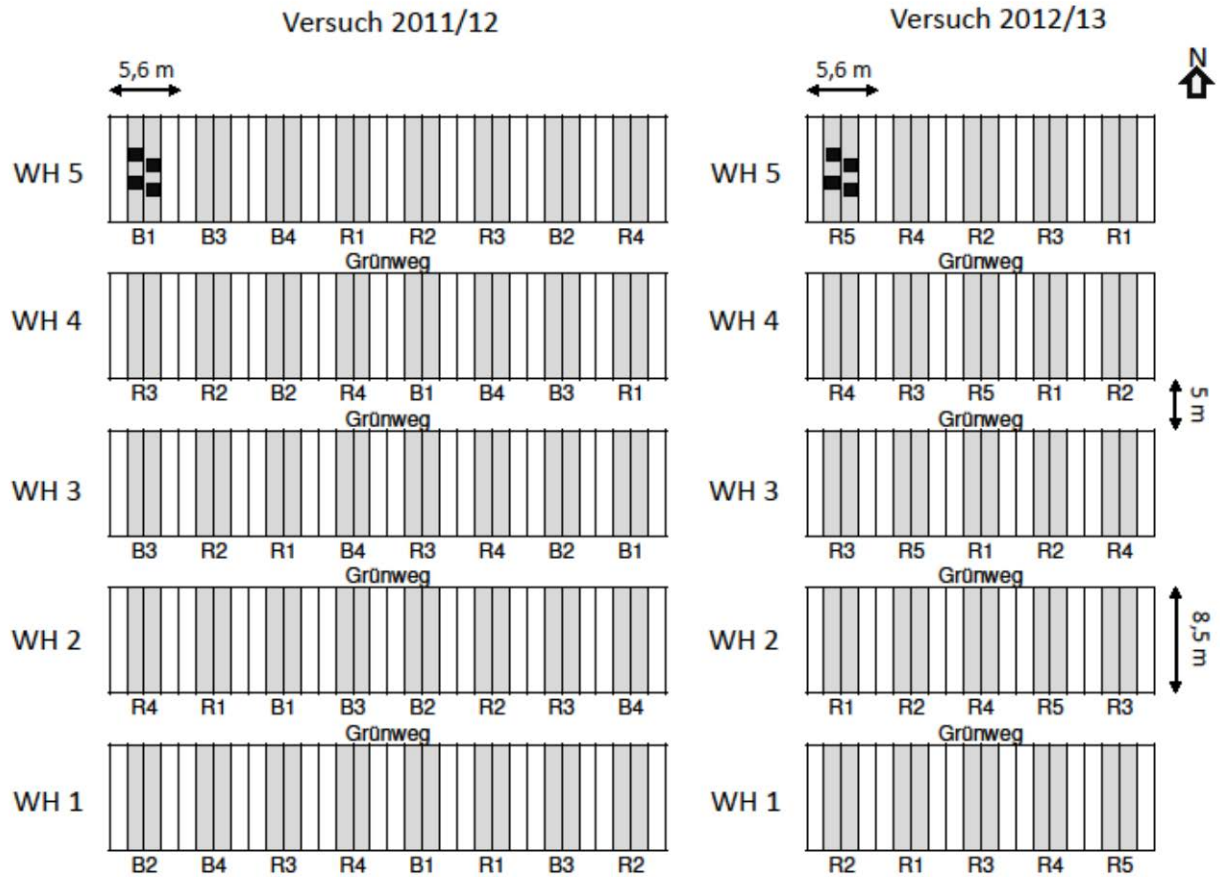
Anhang 4: Klimadaten für den Versuchsstandort Gräfelfing (540 m ü. NN). Nächstgelegene Wetterstation: Gut Hüll (580 m). Quelle: Agrarmeteorologie Bayern (<http://www.wetter-by.de/>).

| Jahr                 | Ø Temp. (2 m)<br>[°C] | Σ Niederschlag<br>[mm] | Σ Sonnenstunden<br>[h] | Σ Vegetationstage<br>(T Ø ≥ 5 °C) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 2014                 | 9,6                   | 753,8                  | 1484                   | 259                               |
| 2013                 | 8,2                   | 848,7                  | 1751                   | 223                               |
| 2012                 | 8,7                   | 1017,7                 | 2020                   | 249                               |
| 2011                 | 9,0                   | 992,8                  | 2147                   | 248                               |
| <b>Ø (1991-2014)</b> | <b>8,5</b>            | <b>936,8</b>           | <b>1652</b>            | <b>238</b>                        |
| Min.                 | 6,7                   | 645,0                  | 782                    | 212                               |
| Max.                 | 9,6                   | 1436,3                 | 2478                   | 266                               |

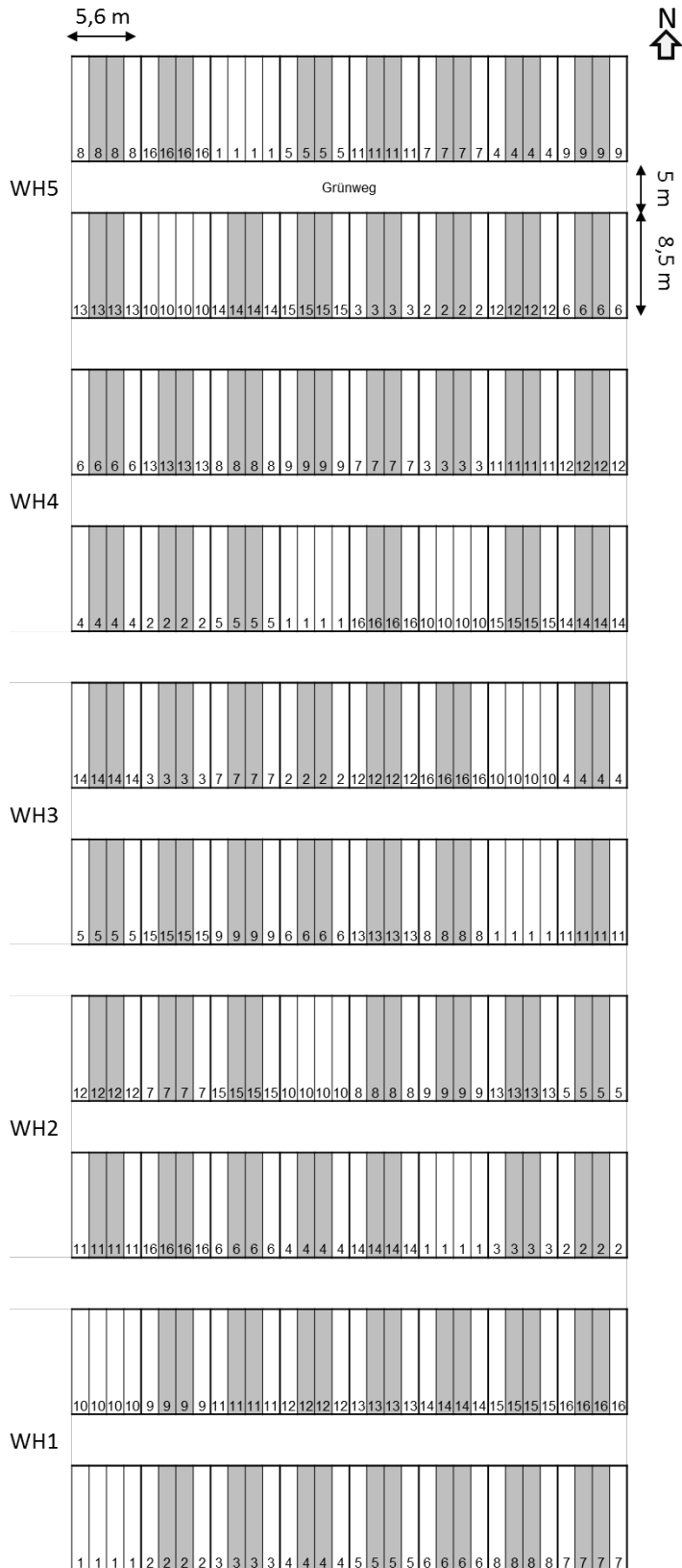
Anhang 5: Versuchsdesign zum Saatkichte-Parzellenversuch mit Einsatz der Ackerwildkräuter *L. speculum-veneris* (L), *C. regalis* (R) und *L. arvense* (S) in Reinsaat und Mischung (M) in verschiedenen Aussaatdichten (Ziffern 1-10). Die Saatkichten der zehn Aussaatstärkeklassen sind in Tab. 3 aufgelistet. Die Ackerwildkräuter wurden jeweils auf einem Kernbereich (graue Färbung) der Roggenparzellen eingesät.



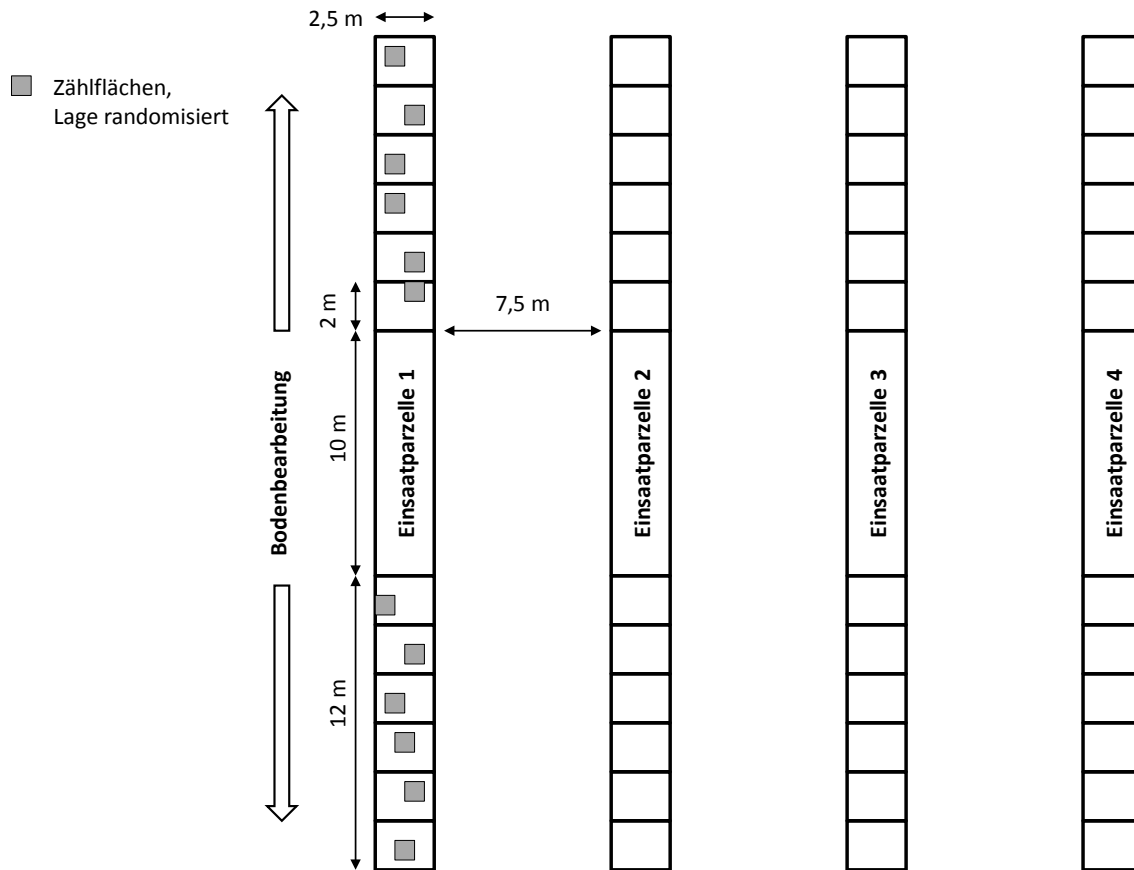
Anhang 6: Versuchsdesign zum Saatzeitpunkt und Saatverfahren-Parzellenversuch mit fünf Wiederholungen (WH) in den Versuchsjahren 2012/13 und 2013/14 mit Aussaat der Ackerwildkräuter als Blanksaat (B) oder mit Roggen (R) zu verschiedenen Zeitpunkten (Ziffern 1-5) (Saatzeitpunkte in Tab. 4). Die Ackerwildkräuter wurden jeweils auf den zwei mittleren von vier Teilparzellen (graue Färbung) eingesät. Die Datenerhebung fand auf randomisiert platzierten Zählflächen (1 m<sup>2</sup>) statt.



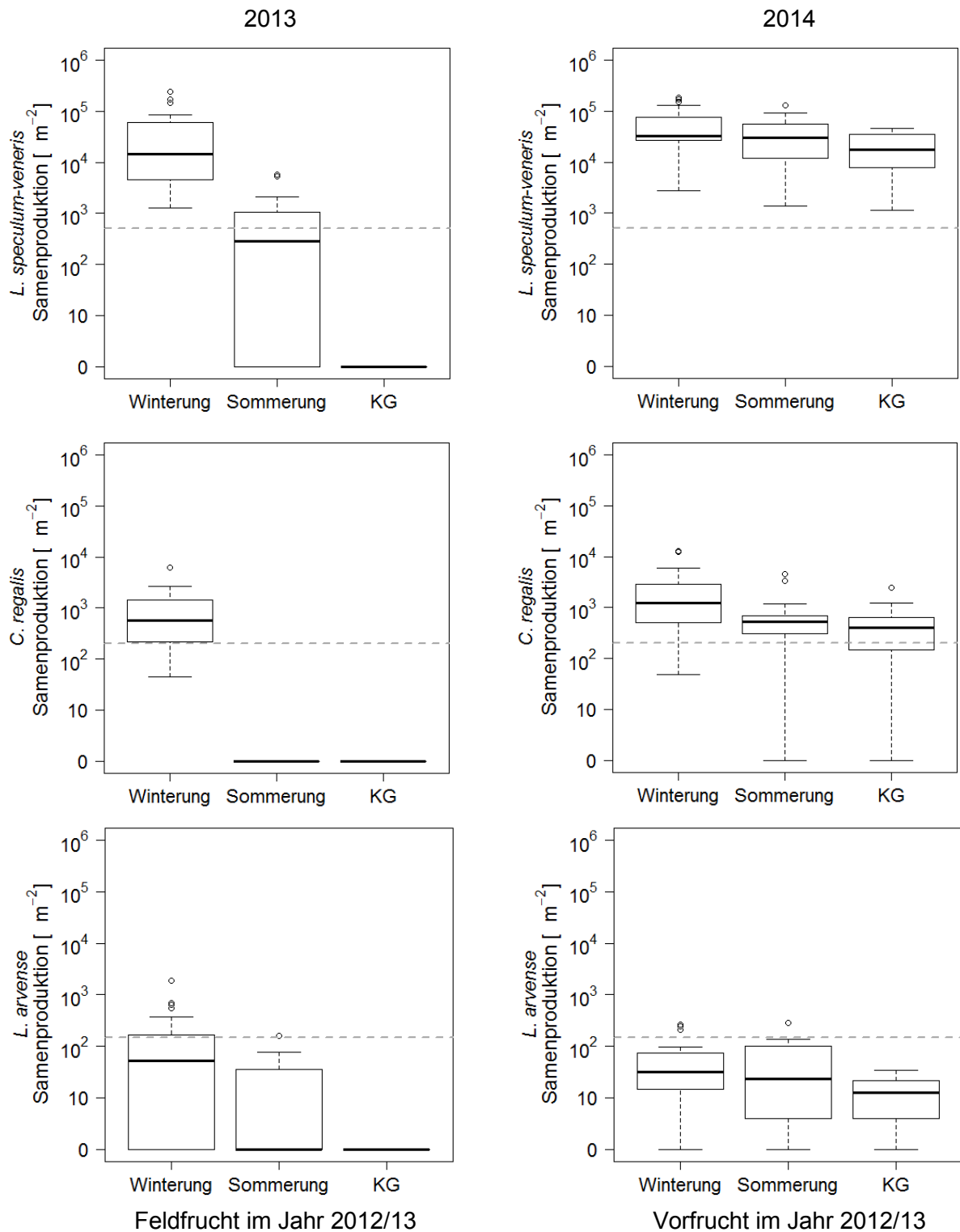
Anhang 7: Versuchsdesign zum Fruchtfolge-Parzellenversuch mit fünf Wiederholungen (WH) und 16 Varianten (Ziffern 1-16). Die Varianten sind in Tab. 5 erklärt. Die Ackerwildkräuter wurden jeweils auf den zwei mittleren von vier Teilparzellen (graue Färbung) eingesät. Varianten 1 und 10 stellen Kontrollparzellen ohne Ackerwildkrautsaat dar.



Anhang 8: Versuchsdesign zur Erfassung der Ausbreitung der Zielarten auf den Praxisbetrieben.

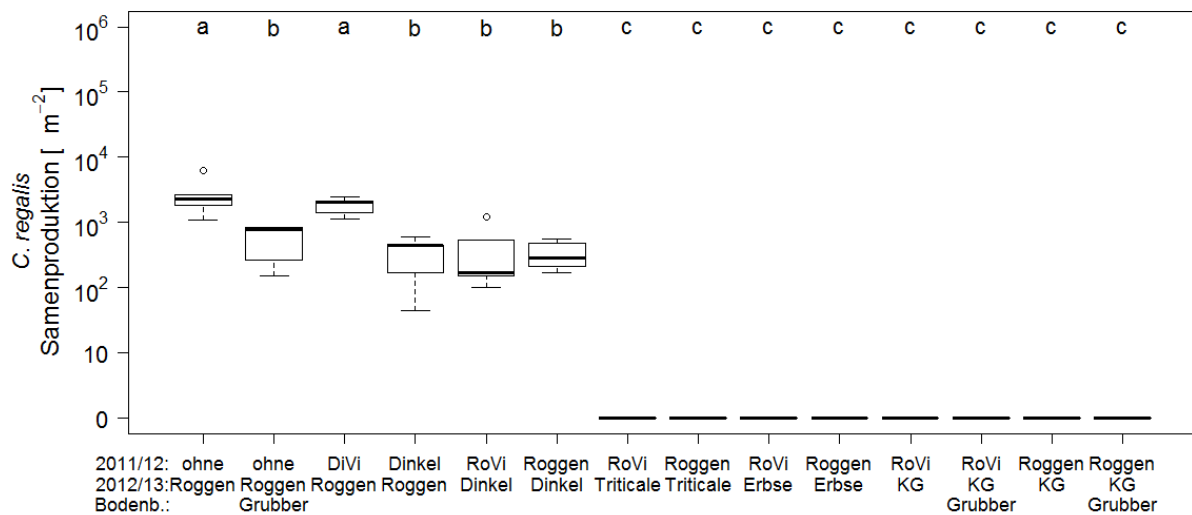
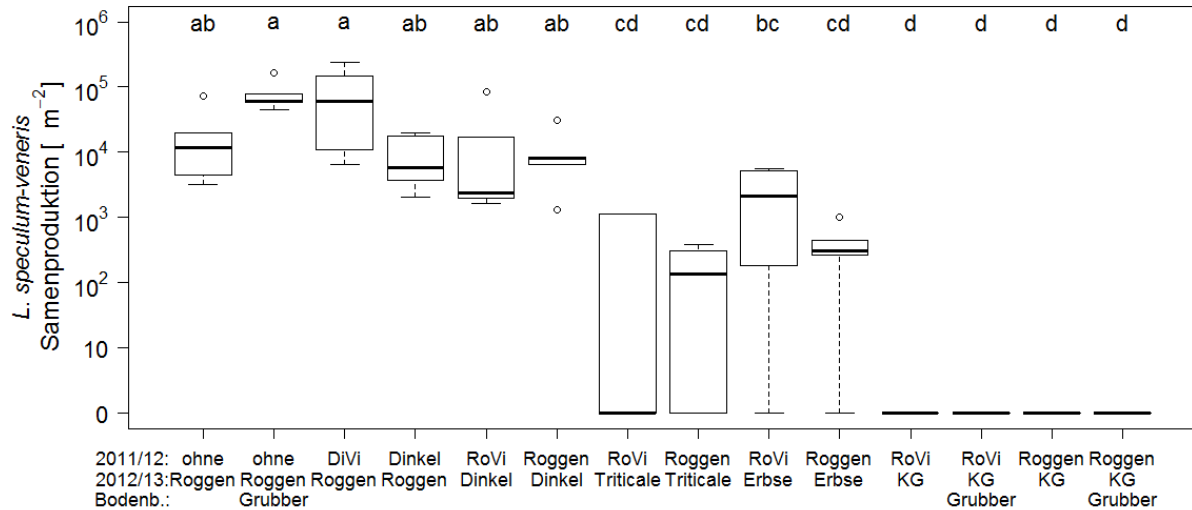


Anhang 9: Samenproduktion von *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* im zweiten (Sommer 2013) und dritten Jahr (Sommer 2014) nach der Ansaat in Abhängigkeit von Winterung (Dinkel), Sommerung (Triticale und Erbse) und Klee-Gras (KG) als Feldfrucht 2012/13. Feldfrucht 2013/14: Roggen. Verschiedene Feldfrüchte 2012/13 (vgl. Tab. 5, S. 28). Gestrichelte Linien markieren die ursprünglichen Aussaatmengen der drei Zielarten im Herbst 2011.

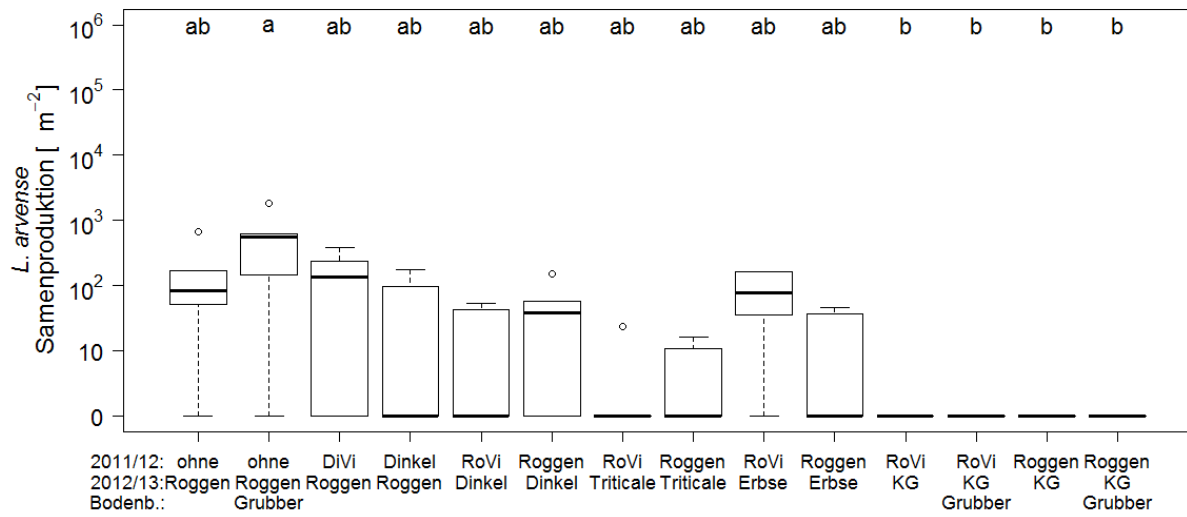




Anhang 10: Samenproduktion der Zielarten der Wiederansiedlung von Ackerwildpflanzen, *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense*, im zweiten Jahr (Sommer 2013) nach der Ansaat in Abhängigkeit von verschiedenen Fruchtfolgen. Feldfrüchte 2011/12: ohne Deckfrucht (ohne), Dinkel reduzierte Saatstärke (DiVi), Dinkel normale Saatstärke (Dinkel), Roggen reduzierte Saatstärke (RoVi), Roggen normale Saatstärke (Roggen); Feldfrüchte 2012/13: Roggen, Dinkel, Triticale, Erbse, Klee-Gras (KG), jeweils in normaler Saatstärke; Bodenbearbeitung mit Pflug, nach der Ernte 2012 variantenspezifisch mit Grubber. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ), nach Kruskal-Wallis-Test und anschließend paarweisen Rangsummentest nach Wilcoxon mit Bonferroni-Korrektur bzw. nach ANOVA und anschließend Tukey-HSD-Test.

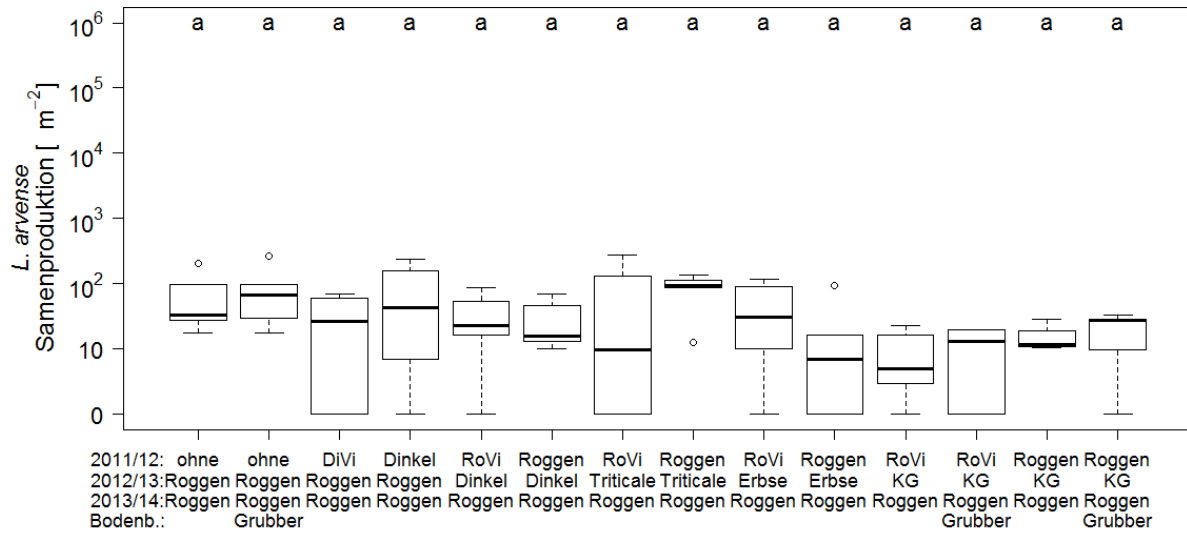


Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben





Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben



Naturschutzleistungen des Ökologischen Landbaus: Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildpflanzen regionaler Herkünfte auf Ökobetrieben

Anhang 12: Samenproduktion und Bodensamenvorrat von *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Lithospermum arvense* in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Pflug vs. Grubber nach der Ernte 2012). Feldfrucht 2011/12: ohne Deckfrucht (ohne), reduzierter Roggen (RoVi), Roggen (Ro); Feldfrüchte 2012/13: Roggen, Klee-Gras (KG); Feldfrucht 2013/14: Roggen. Angegeben sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) nach t-Test bzw. Wilcox-Test.

| Fruchtfolge | Bodenbearbeitung nach Ernte 2012 | Samenproduktion 2013 im Roggen [m <sup>-2</sup> ] |                                    |                 |
|-------------|----------------------------------|---|------------------------------------|-----------------|
|             |                                  | <i>Leg</i>  | <i>Con</i>                         | <i>Lit</i>      |
| ohne/Ro/Ro  | Pflug                            | 22.523 $\pm$ 13.111 a                             | <b>2803 <math>\pm</math> 886 a</b> | 195 $\pm$ 124 a |
| ohne/Ro/Ro  | Grubber                          | 81.695 $\pm$ 22.038 a                             | <b>578 <math>\pm</math> 153 b</b>  | 636 $\pm$ 327 a |
| RoVi/KG/Ro  | Pflug                            | 0   | 0                                  | 0               |
| RoVi/KG/Ro  | Grubber                          | 0   | 0                                  | 0               |
| Ro/KG/Ro    | Pflug                            | 0   | 0                                  | 0               |
| Ro/KG/Ro    | Grubber                          | 0   | 0                                  | 0               |

|            |         | Samenproduktion 2014 im Roggen [m <sup>-2</sup> ] |                  |               |
|------------|---------|---|------------------|---------------|
|            |         | <i>Leg</i>  | <i>Con</i>       | <i>Lit</i>    |
|            |         |   | 5516 $\pm$       |               |
| ohne/Ro/Ro | Pflug   | 66.052 $\pm$ 29.257 a                             | 1856 a           | 75 $\pm$ 36 a |
| ohne/Ro/Ro | Grubber | 23.367 $\pm$ 4.941 a                              | 3013 $\pm$ 949 a | 94 $\pm$ 45 a |
| RoVi/KG/Ro | Pflug   | 27.103 $\pm$ 8.732 a                              | 968 $\pm$ 375 a  | 9 $\pm$ 4 a   |
| RoVi/KG/Ro | Grubber | 35.854 $\pm$ 2.887 a                              | 589 $\pm$ 186 a  | 10 $\pm$ 4 a  |
| Ro/KG/Ro   | Pflug   | 10.426 $\pm$ 4.381 a                              | 155 $\pm$ 75 a   | 15 $\pm$ 3 a  |
| Ro/KG/Ro   | Grubber | 11.194 $\pm$ 3.105 a                              | 231 $\pm$ 105 a  | 19 $\pm$ 6 a  |

|            |         | Bodensamenvorrat Herbst 2014 [m <sup>-2</sup> ] |                  |                |
|------------|---------|---|------------------|----------------|
|            |         | <i>Leg</i>                                      | <i>Con</i>       | <i>Lit</i>     |
| ohne/Ro/Ro | Pflug   | 14.479 $\pm$ 6.206 a                            | 1556 $\pm$ 284 a | 61 $\pm$ 28 a  |
| ohne/Ro/Ro | Grubber | 18.525 $\pm$ 4.486 a                            | 919 $\pm$ 185 a  | 113 $\pm$ 46 a |
| RoVi/KG/Ro | Pflug   | 2.503 $\pm$ 531                                 | 101 $\pm$ 33     | 8 $\pm$ 5      |
| RoVi/KG/Ro | Grubber | NA  | NA               | NA             |
| Ro/KG/Ro   | Pflug   | 871 $\pm$ 402                                   | 12 $\pm$ 8       | 4 $\pm$ 4      |
| Ro/KG/Ro   | Grubber | NA  | NA               | NA             |