

Abschlussbericht DBU-Förderprojekt  
**Verwendung seltener Ackerwildpflanzen zur Erhöhung der  
funktionalen Diversität von Agrarlandschaften**



gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



**Abschlussbericht 2021**  
AZ 34029/01

**Berichtszeitraum und -laufzeit:**

01.02.2018 – 30.06.2021; 40 Monate



**Aktenzeichen:**

34029/01

**Verfasser\*innen:**

1. Forschungsprojekt: Alina Twerski, Christina Fischer, Harald Albrecht
2. Akzeptanzanalyse: Anna Bühler, Katharina Schertler, Aline Stieglitz
3. Förderkulissen: Stefan Meyer

**Projektleitung:**

PD Dr. Harald Albrecht, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, Technische Universität München; Kontakt: [albrecht@wzw.tum.de](mailto:albrecht@wzw.tum.de)

Prof. Dr. Christina Fischer, Faunistik und Artenschutz, Hochschule Anhalt; Kontakt: [christina.fischer@hs-anhalt.de](mailto:christina.fischer@hs-anhalt.de)

**Projektbearbeiterin:**

Alina Twerski, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, Technische Universität München; Kontakt: [alina.twerski@tum.de](mailto:alina.twerski@tum.de)

**Kooperationspartner:**

- Dipl. Landschaftsökol. Katharina Schertler, MSc. Anna Bühler und MSc. Aline Stieglitz, Fachberatung Naturschutz, Biobauern Naturschutz Gesellschaft, Augsburg
- MSc Marion Lang, Bayerische KulturLandStiftung, München
- Dipl.-Ing. Karoline Brunner, Seidlhof- Stiftung, Gräfelfing
- Dr. Klaus Wiesinger, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Freising
- Dr. Stefan Meyer, Sangerhausen, meyer\_stefan@gmx.net
- Dr. Jochen Fründ, Abteilung für Biometrie und Umweltanalyse, Universität Freiburg

**Zitiervorschlag:** Twerski, A., Fischer, C., Meyer, S., Schertler, K., Bühler, A., Stieglitz, A., Albrecht, H. (2021): Verwendung seltener Ackerwildpflanzen zur Erhöhung der funktionalen Diversität von Agrarlandschaften. Abschlussbericht DBU-Projekt (AZ: 34029/01), Technische Universität München, Weihenstephan.

Wir bedanken uns bei den teilnehmenden Landwirten und der Seidlhof Stiftung für die zur Verfügung gestellten Flächen und die großartige Zusammenarbeit. Durch die Unterstützung von Projektpartner\*innen, den beteiligten Student\*innen, Praktikant\*innen und Kolleg\*innen des Lehrstuhls für Renaturierungsökologie wurde das Projekt erst ermöglicht! Wir bedanken uns bei den Studierenden Isabell Bablitschko, Veronika Gerwien, Anja Grünwald, Imke-Heide Herter, Juliane Matejka, Michaela Moosner, Karla Pintado, Martin Rader, Fabian Sauter und Simone Zimmermann für die Anfertigung ihrer Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten im Rahmen dieses Projektes. Vielen Dank an die Experten Róbert Gallé, Péter Császár und Klaus Mandery für die Artbestimmung der Spinnen, Laufkäfer und Wildbienen. Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Johannes Kollmann für die Bereitstellung der Logistik an seinem Lehrstuhl, die Unterstützung des Forschungsvorhabens und kritische Durchsicht des Abschlussberichts. Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die finanzielle Förderung dieses Projektes.

06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
AZ	<b>34029/01</b>	Referat	<b>33/0</b>	Fördersumme	<b>220.656 Euro</b>
<b>Antragstitel</b>		Verwendung seltener Ackerwildpflanzen zu Erhöhung der funktionalen Diversität von Agrarlandschaften			
<b>Stichworte</b>					
	Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)	
	<b>3 Jahre und 4 Monate</b>	<b>01.02.2018</b>	<b>30.06.2021</b>		
	Zwischenberichte	jährlich			
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Technische Universität München Lehrstuhl für Renaturierungsökologie PD Dr. Harald Albrecht Prof Dr. Christina Fischer  Emil-Ramann-Str. 6 85354 Freising			Tel (08161) 71-3717 Fax (08161) 71-4143 Projektleitung PD Dr. Harald Albrecht Prof. Dr. Christina Fischer Bearbeiterin Alina Twerski	
<b>Kooperationspartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dipl. Landschaftsökol. Katharina Schertler, MSc. Anna Bühler und MSc. Aline Stieglitz, Fachberatung Naturschutz, Bioland Erzeugerring Bayern e.V., Augsburg</li> <li>- MSc Marion Lang, Bayerische KulturLandStiftung, München</li> <li>- Dipl. Ing Karoline Brunner, Seidlhof- Stiftung, Gräfelfing</li> <li>- Dr. Klaus Wiesinger, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Freising</li> <li>- Dr. Stefan Meyer, Sangerhausen, meyer_stefan@gmx.net</li> <li>- Dr. Jochen Fründ, Abteilung für Biometrie und Umweltanalyse, Universität Freiburg</li> </ul>				
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
<p>Durch Intensivierung der Landnutzung ist die Biodiversität in Agrarlandschaften Europas stark rückläufig. Ackerwildkräuter, die als Primärproduzenten entscheidend zur biologischen Vielfalt beitragen, sind davon besonders betroffen. So stehen in Deutschland seit Jahrzehnten rund ein Drittel der typischen Ackerwildkräuter auf der Roten Liste gefährdeter Pflanzenarten. Diese Artenverarmung führte auch zu einer verringerten Stabilität von Nahrungsnetzen, zum Rückgang vieler assoziierter Tiergruppen und zur eingeschränkten Effektivität davon abhängiger Ökosystemfunktionen. Bislang gibt es aber kaum Studien, die die Funktionen gefährdeter Ackerwildkräuter und damit auch deren Nutzen oder Schadwirkung wissenschaftlich belegen. Das Ziel dieses Projektes war es deshalb, folgende Ökosystemfunktionen seltener Ackerwildkräuter näher zu erforschen: ihr Beitrag zur pflanzlichen Artenvielfalt, ihr Einfluss auf Blütenbesucher, Nützlinge und Schädlinge, sowie ihre Auswirkungen auf Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffverfügbarkeit, Landschaftsbild und landwirtschaftliche Produktivität.</p>					

## Methodik

In einem Parzellenversuch und auf Praxisbetrieben wurden Flächen mit und ohne Einsaat seltener Ackerwildkräuter verglichen. Ein Vergleich mit und ohne Einsaat von Kulturpflanzen sollte zeigen, inwieweit solche Maßnahmen in die reguläre Bewirtschaftung integriert werden können („land sharing“), oder ob die Trennung von Schutz- und Nutzflächen (ohne Einsaat von Kulturpflanzen; „land sparing“) größere Erfolge verspricht. Vor- und Nachteile der Einsaat von Ackerwildkräutern wurden zudem durch eine Gegenüberstellung mit kommerziellen Blütmischungen validiert. Das Versuchsdesign war so konzipiert, dass sich aus den Ergebnissen Handlungsempfehlungen zur Integration der Ökosystemfunktionen von (seltenen, konkurrenzschwachen) Ackerwildkräutern in der Naturschutzpraxis ableiten lassen. Geschlossene Interviews mit Landwirten sollten Aufschluss darüber geben, unter welchen Bedingungen die Einsaat seltener Ackerwildkräuter akzeptiert wird und wo noch Verbesserungsbedarf besteht. In Kooperation mit den Naturschutzbehörden verschiedener Bundesländer wurden Vorschläge erarbeitet, wie das Konzept in Agrarumweltprogramme integriert werden kann. Ziel war es, vor allem auf weniger produktiven Ackerstandorten eine Alternative zu den bestehenden Blühstreifen/ -flächen zu entwickeln und dabei die Unterstützung erwünschter Ökosystemfunktionen mit dem Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter zu verbinden. Da dieses Konzept sowohl auf extensiv bewirtschafteten Flächen konventioneller Betriebe als auch im Ökolandbau realisiert werden kann, waren in den Versuchen beide Bewirtschaftungssysteme vertreten.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Etablierung der Zielarten war artenspezifisch unterschiedlich, aber insgesamt erfolgreich. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Einsaat von Ackerwildkräutern ohne Kultur eine gute Alternative zur Einsaat von ein- oder mehrjährigen Blütmischungen auf mageren Böden sein kann. In dieser Studie konnte kein Biomasseverlust der Kulturpflanzen durch die Einsaaten seltener Arten nachgewiesen werden. Da die Einsaat gefährdeter Ackerwildkräuter zu keiner signifikanten Veränderung der Erträge und der gesamten Biomasse geführt hat, hatte diese Maßnahme auch keine signifikanten Auswirkungen auf Produktivitätsindikatoren wie den Kohlenstoff- und Stickstoffvorrat im Boden oder den Regenwurmbesatz. Bei der Interpretation der Ergebnisse zum Kulturpflanzenertrag muss allerdings berücksichtigt werden, dass die ungewöhnliche Trockenheit im Sommer 2018 und ein Hagelschlag im Juni 2019 diese Ergebnisse stark beeinträchtigt haben.

Die meisten blütenbesuchenden Wildbienen und Wildbienenarten wurden auf Parzellen mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur, auf ein- und mehrjährigen Blühflächen abgesammelt. Im Getreidebestand hatte die Einsaat seltenerer Ackerwildkräuter keinen signifikanten Effekt auf die Abundanz und Artenzahl blütenbesuchender Wildbienen. In unserer Studie wurden Pflanzen mit besonderen Blütenmerkmalen tendenziell von Wildbienenarten mit spezialisierten Präferenzen besucht: *Andrena bicolor* wurde fast ausschließlich auf *Legousia speculum-veneris* beobachtet, da die zweite Generation dieser Wildbiene eine Affinität zu Campanulaceae hat (Schmid-Egger und Scheuchl 1997). Da die Blüten von *Consolida regalis* einen sehr langen Sporn haben, wurde diese Pflanze meist von *Bombus hortorum*, einer Hummel mit sehr langer Zunge, besucht. Dies verdeutlicht, dass die Einsaat seltener Ackerwildkräuter die Nischenvielfalt für Wildbienen erhöhen kann.

Nach Barbosa et al. (2009) kann die Widerstandskraft von Kulturpflanzen gegenüber herbivoren Schädlingen durch die Begleitflora beeinflusst werden und demzufolge war zu erwarten, dass die Erhöhung der Phytodiversität durch die Einsaat seltener Ackerwildkräuter zu einer Reduktion der Blattläuse führt. In unserer Studie wurde Anzahl der Blattläuse, deren Parasitierungsraten und das Räuber-Beute Verhältnis jedoch nicht von der Einsaat seltener Ackerwildkräuter beeinflusst. Die Beobachtung, dass in den auch ohne Einsaat von seltenen Ackerwildkräutern artenreichen Beständen vergleichsweise wenige Blattläuse gefunden wurden, lässt vermuten, dass solche Ackerflächen generell für Schädlinge weniger günstige Habitate darstellen und die zusätzliche Einsaat der seltenen Arten keine verstärkenden Effekte mehr erzielen konnte.

Die mit seltenen Ackerwildkräutern eingesäte Flächen fanden bei einer Umfrage mehr Zuspruch als solche ohne Einsaat. Parzellen ohne Kulturpflanzen und mit seltenen Ackerwildkräutern wurden zudem als ästhetischer empfunden als ein- und mehrjährige Blühflächen. Des Weiteren wurden besonders die

bekanntem, großblütigen Ackerwildkrautarten als attraktiv eingestuft. Dies lässt vermuten, dass die Teilnehmer\*innen der Befragungen gerne Bekanntes als ästhetisch und dadurch auch schützenswert erachten, was wiederum den Aufklärungsbedarf hinsichtlich seltener Ackerwildkräuter betont.

Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse, dass die Einsaat seltener Ackerwildkräuter mit Kultur manche negativen Auswirkungen der aktuell praktizierten Landbewirtschaftung ausgleichen kann. Zusätzlich können seltene Ackerwildkräuter ohne Kultureinsaat Ökosystemfunktionen in demselben Umfang wie Blühflächen übernehmen. Allerdings muss beachtet werden, dass einige Ökosystemfunktionen gegenläufig sind und deshalb verschiedene Kompromisse (trade-offs) berücksichtigt werden müssen: Zum Beispiel kann die organische Substanz im Boden nicht erhöht werden, wenn kaum zusätzliche Biomasse produziert wird. So kommt es auch nicht zur Reduktion der Erträge, andererseits aber auch nicht zu einer Zunahme erwünschter Organismengruppen wie der Regenwürmer. Außerdem sind manche Ökosystemfunktion, wie z.B. Bestäubung oder biologische Schädlingsregulierung von mobilen Organismen abhängig und sollten deshalb in weiteren Studien in einem Landschaftskontext analysiert werden. In der Studie von Gaba et al. (2020) wurde bestätigt, dass die Artenzahl von Ackerwildkräutern sich positiv auf die Multifunktionalität von Agrarflächen auswirken kann. Unsere Untersuchungen zeigen, dass auch die seltenen Ackerwildkräuter zu solchen Effekten maßgeblich beitragen können.

### **Zusammenfassung des Projektteils *Motivation und Akzeptanz durch Landwirt\*innen***

Die Biobauern Naturschutz Gesellschaft führte im Rahmen des vorliegenden Projekts eine Analyse der Motivation und der Akzeptanz von Landwirt\*innen bezüglich Maßnahmen des Ackerwildkrautschutzes durch. Hierfür wurden (1) Befragungen auf zehn Projektbetrieben, die im Rahmen dieses Projektes Ackerwildkräuter wiederangesiedelt haben, durchgeführt. Wichtigstes Ziel war es, die Erfahrungen dieser Landwirt\*innen mit der praktischen Umsetzung von Wiederansiedlungsmaßnahmen und ihre Motivation für den Ackerwildkrautschutz zu analysieren und zu bewerten. Die (2) allgemeiner gehaltene Befragungen von 50 weiteren landwirtschaftlichen Betrieben sollte Informationen zum themenbezogenen Kenntnisstand der Landwirt\*innen und zur Akzeptanz von Artenschutzmaßnahmen für Ackerwildkräuter aufzeigen. Die Teilnehmer an Befragung 1 waren mit der Umsetzung des Projekts sehr zufrieden, ihre Motivation war insbesondere durch ihr Interesse am Naturschutz und an wissenschaftlicher Forschung sowie einem möglichen Imagegewinn für die Landwirtschaft begründet. Die zweite Analyse zeigte, dass mangelnde Kenntnisse zur Segetalflora und deren Bedeutung in der Kulturlandschaft ein ganz wesentlicher Grund für die oft geringe Aufmerksamkeit und die große Skepsis gegenüber Ackerwildkräutern sind. Sofern eine gute Beratung und Betreuung sichergestellt ist und keine finanziellen Nachteile entstehen, sind Landwirt\*innen, die sich mit der naturschutzfachlichen Bedeutung von Ackerwildkräutern auseinandersetzen, durchaus motiviert Förder- sowie Schutzmaßnahmen (z.B. Ackerrandstreifen) umzusetzen. Die im Projekt erzielten Ergebnisse zur Funktion seltener Ackerwildkräuter in Agrarökosystemen können eine wesentliche Grundlage einer noch gezielteren Beratung von Landwirt\*innen beim Schutz dieser Artengruppe werden.

### **Zusammenfassung des Projektteils *Umsetzungsmöglichkeiten***

Zur Erhöhung der Ökosystemfunktionen in Agrarlandschaften wird seit einigen Jahren das gezielte Ausbringen von seltenen und gefährdeten Arten der Segetalflora diskutiert. In der vorliegenden Studie werden zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Ausbringung solcher Arten in Agrarökosysteme präsentiert. Eine anschließende Recherche, inwieweit Arten der Segetalflora derzeit schon auf Ackerflächen ausgebracht wurden, zeigt, dass dies bisher nur im Rahmen spezieller Artenschutzprojekte oder wissenschaftlicher Studien erfolgte. Eine weitere Fragestellung bestand darin, wie solche Ansaaten zukünftig im Rahmen bestehender Förderinstrumente umgesetzt werden können. Dazu wurden aktuelle Förderprogramme in den drei exemplarisch ausgewählten Bundesländern Bayern, Thüringen und Niedersachsen evaluiert, zudem wurden Gespräche mit den dort zuständigen

Behördenvertretern durchgeführt. Deren Stellungnahmen unterschieden sich erheblich: Während der Freistaat Bayern zur Weiterentwicklung ein regional beschränktes Forschungs- und Entwicklungsprojekt befürwortet und auch die Behörden im Bundesland Thüringen prinzipiell daran Interesse zeigen, lehnen die zuständigen Fachbehörden in Niedersachsen die gezielte Ausbringung seltener und gefährdeter Arten derzeit ab.

Naturschutzfachliche und agronomische Kriterien für die Ausbringung seltener und gefährdeter Segetalarten:

1. Einer spontanen Entwicklung der Segetalflora aus der Diasporenbank sollte gegenüber einer gezielten Ansaat aus diversen Gründen (z.B. Florenverfälschung, Eintrag invasiver Arten durch Ansaat) immer der Vorrang gegeben werden, da sich bei ackerwildkrautfreundlicher Bewirtschaftung durchaus wieder diverse Ziel- und Leitarten einstellen können (Pape 2020). Die Ansaat von Segetalarten auf Ackerflächen sollte stets als „letztes Mittel“ in Betracht gezogen werden. Priorität muss immer die Erhaltung/Entwicklung bereits bestehender bzw. potentiell naturschutzfachlich wertvoller Äcker sein!
2. Die Ansaat gebietsfremder Wildpflanzen über – aktuell sogar noch förderfähige – Saatgutmischungen ist zu unterlassen. Exemplarisch vorbildlich und bundesweit übertragbar ist dagegen die von der Lang et al. (2020) und der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (2021) aufgezeigte Vorgehensweise bei der Ausbringung von autochthonem Saatgut.
3. Für die Aussaat seltener und gefährdeter Segetaltaxa sollte eine Dokumentationspflicht obligatorisch sein. Für den Freistaat Bayern kann dies beispielweise über das System FINVIEW und PC-ASK erfolgen.
4. Den Ergebnissen des Kooperationspartners *Biobauern Naturschutz Gesellschaft* haben gezeigt, dass die Kenntnisse der Landwirte zur Segetalflora und deren Schutz so gering sind, dass bei einer Ansaat eine und dauerhafte Begleitung / Betreuung der Landwirt\*innen erfolgen sollte.

## Inhalt

Projektkennblatt.....	5
Abbildungsverzeichnis .....	11
Tabellenverzeichnis.....	14
Verzeichnis der Anhänge .....	15
Verzeichnis der Abkürzungen .....	17
1. Einführung: Hintergrund und Zielsetzung.....	18
2. Forschungsprojekt .....	20
2.1 Untersuchungsgebiet .....	20
2.2 Zielarten und Blümmischungen.....	20
2.3 Versuchsaufbau.....	22
Parzellenversuch .....	22
Praxisbetriebe .....	26
2.4 Erfassung der Ökosystemfunktionen .....	27
Phytodiversität und Etablierungserfolg .....	27
Kultur- und Wildkrautbiomasse.....	28
Blütenbesuchende Wildbienen .....	29
Biologische Schädlingsregulierung.....	31
Fruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt des Bodens .....	32
Ästhetische Beurteilung blühender Ackerwildkräuter und der Behandlungsvarianten....	32
2.5 Statistische Analysen .....	33
2.6 Ergebnisse und Diskussion .....	33
Phytodiversität und Etablierungserfolg .....	33
Kultur- und Wildkrautbiomasse.....	38
Blütenbesuchende Wildbienen .....	40
Biologische Schädlingsregulierung.....	44
Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt im Boden .....	46
Ästhetische Beurteilung blühender Ackerwildkräuter und der Behandlungsvarianten....	50
2.7 Fazit und Ausblick .....	53
3. Praktische Umsetzung.....	55
3.1 Eine Analyse der Motivation und Akzeptanz von Landwirt*innen bezüglich Maßnahmen des Ackerwildkrautschutzes .....	55
Einleitung .....	55
Methodik.....	55
Ergebnisse .....	57
Diskussion.....	63
Fazit und Ausblick.....	67

3.2 Welche Optionen bieten die derzeitigen Förderkulissen und die Ausbringungsrichtlinien für Wildpflanzen für die Verwendung seltener Ackerwildkräuter zu Erhöhung der Ökosystemfunktionen von Agrarlandschaften? .....	69
Status Quo-Analyse .....	69
Potentielle Förderprogramme für die Ansaat seltener Ackerwildkräuter .....	73
3.3 Öffentlichkeitsarbeit .....	77
Wissenschaftliche Veröffentlichungen.....	77
Tagungsbeiträge .....	77
Studentische Arbeiten.....	78
Presseberichte .....	78
Sonstiges .....	79
Literaturverzeichnis .....	80
Anhang .....	86

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** A) Hagelschaden des Winterroggens auf den Ackerwildkrautparzellen vom Landwirt 2. B) Hagelschaden des Winterweizens auf dem Acker von Landwirt 9. .... 20
- Abb. 2:** Blüten der Zielarten: A) *Silene noctiflora*, B) *Consolida regalis*, C) *Kickxia spuria*, D) *Lathyrus tuberosus* (Foto: Marion Lang), E) *Valerianella dentata*, F) *Papaver rhoeas*, G) *Sherardia arvensis*, H) *Legousia speculum-veneris*, I) *Buglossoides arvensis* und J) *Neslia paniculata*. .... 22
- Abb. 3:** A) Ackerparzellen und der Blühstreifen in Gräfelfing (BayernAtlas 2019). B) Parzellen im Sommer 2018 mit Hafer C) Parzellen mit Dinkel im Frühjahr 2019. D) Klee gras-Parzellen (Varianten 8, 9 und 10) nach der Mahd im Sommer im Sommer 2019. .... 24
- Abb. 4:** Aufbau des Parzellenversuches in Gräfelfing über die drei Versuchsjahre. Die Varianten lassen sich in drei Gruppen unterteilen: ohne und mit Einsaat von seltenen Ackerwildkräutern, sowie Einsaat von ein- und mehrjährigen Blühstreifen. Des Weiteren variiert die Aussaatstärke der Kultur zwischen reduziert und regulär. .... 25
- Abb. 5:** A) Anlage der Ackerwildkrautparzellen auf einem Praxisbetrieb im Frühjahr 2018. B) Parzelle einer einjährige Blühfläche auf einem Praxisbetrieb im Frühjahr 2018. .... 26
- Abb. 6:** Schematische Darstellung der fünf verschiedenen Varianten auf den Praxisbetrieben in den Jahren 2018 und 2019. Drei Varianten waren Kombinationen aus Ackerwildkraut- mit/ohne reduzierte Kultureinsaat. Die letzten beiden Varianten waren ein- und mehrjährige Blühmischungen. .... 27
- Abb. 7:** Parzellen unterschiedlicher Praxisbetriebe A) mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur im ersten Versuchsjahr, B) einjährige Blühfläche im ersten Versuchsjahr, C) mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur im zweiten Versuchsjahr, D) Samenbankproben des Parzellenversuchs in Keimschalen im Gewächshaus. .... 28
- Abb. 8:** A) Abgeerntete Parzelle auf einem Praxisbetrieb 2018. Drei Reihen wurden ebenerdig abgeschnitten. B) Geerntetes Haferbündel. .... 29
- Abb. 9:** A) Farbschalenfalle mit gelben, weißen und blauen Schalen, welche mit Wasser und einigen Tropfen Spülmittel gefüllt sind (Foto: Michaela Moosner). B) Beobachtung von Blütenbesuchern auf einem Sub-Plot (Foto: Michaela Moosner). C) Hummel auf *Consolida regalis* (Foto: Michaela Moosner). D) Schwebfliege auf *Valerianella dentata* (Foto: Simone Zimmermann). E) Wildbienen auf der Blüte einer *Legousia speculum-veneris* (Foto: Simone Zimmermann). F) Schwebfliege auf der Blüte von *Papaver rhoeas* (Foto: Simone Zimmermann). .... 30
- Abb. 10:** A) Becherfalle mit Dach und Drahtgitter (Foto: Fabian Sauter). B) Parasitierte Blattlaus auf einem Getreideblatt. .... 31
- Abb. 11:** A) Austreiben der Regenwürmer durch Flutung des Bodens mit einer 100 mg/l AITC-Lösung. B) Bodenprobe-Entnahme in der Mitte einer Parzelle. .... 32
- Abb. 12:** Boxplots der Phytodiversität (inklusive seltener Ackerwildkräuter) aller Versuchsjahre auf dem (A) Parzellenversuch und (B) den Praxisbetrieben. Kulap 1 = einjährige Blühfläche, Kulap 2 = mehrjährige Blühfläche. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Behandlungsvarianten. Analysen wurden mit *lmes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9. Die Behandlungsvariante Kulap 1 im zweiten Versuchsjahr wurde von diesen Analysen ausgeschlossen. .... 34
- Abb. 13:** Anzahl der seltenen Ackerwildkräuter auf dem Parzellenversuch und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Individuendichte pro  $m^2$  aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5. .... 37
- Abb. 14:** Bodensamenvorräte seltener Ackerwildkräuter pro  $m^2$  auf den Flächen des Parzellenversuchs und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante:  $n = 5$ . .... 38
- Abb. 15:** Boxplots der (A, C) Wildkraut- und (B, D) Kulturbiomasse auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die zwei Versuchsjahre wurden zusammen analysiert. Die Kleinbuchstaben stellen die

signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten dar. „n.s.“ bedeutet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchsvarianten gab. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9. Die Behandlungsvariante Kulap 1 im zweiten Versuchsjahr wurde von diesen Analysen ausgeschlossen. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert..... 39

- Abb. 16:** Boxplots der (A, B) Abundanz- und (C, D) Artenzahl der Wildbienen pro 1,0 m x 0,58 m auf dem (A, C) Parzellenversuch und den (B, D) Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre wurden zusammen analysiert, aber separat dargestellt. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kulap 1 und zweites Jahr Kultur nach Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9..... 41
- Abb. 17:** Boxplots der (A, D) Blattlausanzahl pro 100 Halme, (B, E) der Parasitierungsrate und (C, F) des Räuber-Beute Verhältnisses der in der Vegetation und auf dem Boden lebender Prädatoren auf dem (A, B, C) Parzellenversuch und den (D, E, F) Praxisbetrieben. Die Versuchsjahre wurden zusammen analysiert. „n.s.“ bedeutet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchsvarianten gab. Analysen wurden mit *Imes* durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK = 10; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten = 20..... 45
- Abb. 18:** Boxplots der (A, C) Individuendichte und (B, D) Biomasse der Regenwürmer pro m<sup>2</sup> auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert..... 47
- Abb. 19:** Boxplots der (A, C) organische Substanz und (B, D) des Gesamtstickstoffs auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. n.s. = nicht signifikant. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert..... 48
- Abb. 20:** Bewertung der Ästhetik der Behandlungsvarianten (1 = sehr ästhetisch und 5 = unästhetisch). Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Behandlungsvarianten. Analysen wurden mit *Imes* und Tukey Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße = 100 Personen. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019). ..... 51
- Abb. 21:** Gründe der Teilnehmer\*innen für den Schutz von Ackerwildkräutern. Dargestellt ist die Beantwortung der Frage „Finden Sie Ackerwildkräuter wichtig für das Landschaftsbild?“. Stichprobengröße = 99. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019). ..... 51
- Abb. 22:** Bewertung der Ackerwildkräuter (1 = sehr ästhetisch und 5 = unästhetisch). Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung. Abkürzungen siehe Anhang 5. Stichprobengröße = 100 Personen. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019)..... 52
- Abb. 23:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 2: "Was ist Ihre Motivation an dem Projekt teilzunehmen?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich..... 57
- Abb. 24:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 6: "Fragen zu Umsetzung des Projekts. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. .... 58
- Abb. 25:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu den Fragen 4+5: "Wie ist Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern vor bzw. nach dem Projekt? Hat sich Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern durch das Projekt geändert?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. .... 59

- Abb. 26:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 2: "Eigene Einschätzung zu Ihrem Wissensstand über Ackerwildkräuter" Fragebogen im Anhang 19). 50 Betriebe. .... 61
- Abb. 27:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 3: „Wie ist Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern?“ (Fragebogen im Anhang 19). 50 Betriebe. Mehrfachantworten waren möglich. .... 62

## Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1:** Liste der Zielarten, Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013), Entwicklungszyklus (Typ), Rote Liste Status Deutschlands (Metzing et al. 2018) und Bayerns (Scheuerer und Ahlmer 2003), Aussaatstärke und Konkurrenz-Index (Holzner und Glauninger 2005). Typ: W = winterannuell; S = sommerannuell; WS = winter- und sommerannuell. Konkurrenzkraft-Index: 1 = sehr gering; 5 = sehr hoch. 21

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Ökosystemfunktionen von seltenen Ackerwildkräutern. Links: Vergleich zwischen Nicht-Einsaat und Einsaat seltener Ackerwildkräuter (AWK) mit Kultur. Rechts: Vergleich zwischen Ackerwildkräutern ohne Kultureinsaat und Blühflächen..... 54

## Verzeichnis der Anhänge

- Anhang 1:** Liste der Pflanzenarten in der einjährigen (ein.) und mehrjährigen (mehr.) Blütmischung aus dem Kulturlandschaftsprogramm (Kulap) mit Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013), Anteil in der Mischung (in %) und Angaben zur Herkunft (Wild- vs. Kulturart). Kulap-Programme: B47 "Einjährige Kulap-Blütmischung" und B48 "Lebendiger Acker - trocken". *Cyanus segetum* wurde in diesem Projekt nicht ausgesät. .... 86
- Anhang 2:** Lage und Bewirtschaftungsmethoden der teilnehmenden Praxisbetriebe. Das Weiter sind noch die ausgesäten Feldfrüchte 2018 und 2019, ihr Sorten und die Aussaatstärken der Praxisbetriebe dargestellt. 88
- Anhang 3:** Fragebogen zum Blühaspekt (aus Grünwald 2019) ..... 89
- Anhang 4:** Fragebogen zur Attraktivität von 25 Ackerwildkrautarten (aus Grünwald 2019) ..... 90
- Anhang 5:** 25 Pflanzenarten (mit Abkürzungen) der Umfragen um die Ästhetik von seltenen und häufigen Ackerwildkrautarten. Artbezeichnungen nach The Plant List 2013. .... 91
- Anhang 6:** Liste der Pflanzenarten (inklusive seltener Ackerwildkräuter) auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben mit Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013). .... 92
- Anhang 7:** Ergebnisse der linearen, gemischten Modelle. Dargestellt sind die Effekte der Behandlungen und/oder Jahre auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben auf folgende Zielvariablen: Anzahl Blattläuse, Parasitierungsrate, Räuber-Beute-Verhältnis, Phytodiversität, Wildkraut- und Kulturbiomasse, Abundanz und Artenzahl von Wildbienen, Blütendeckung, Abundanz und Biomasse der Regenwürmer, organische Bodensubstanz, Gesamtstickstoff, pH-Werte und Phosphor. Für die Bodenparameter wurden die zwei Versuchsjahre separat analysiert. Bei allen anderen Zielvariablen wurden die beiden Versuchsjahre nicht separat verrechnet. Mit "-" gekennzeichnete Variablen wurden aus dem minimal adäquaten Modell entfernt. Dargestellt sind die Freiheitsgrade (numDF und denDF), F- und p-Werte aus den ANOVA-Tabellen ..... 95
- Anhang 8:** Anzahl der seltenen Ackerwildkrautarten auf dem Parzellenversuch und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Arten pro Parzelle aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5. .... 97
- Anhang 9:** Etablierungserfolg der eingesäten seltenen Ackerwildkräuter. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Individuendichte pro m<sup>2</sup> in verschiedenen Kulturdichten auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre und damit auch die Kulturart wurden nicht berücksichtigt ..... 98
- Anhang 10:** Individuendichte pro m<sup>2</sup> der eingesäten seltenen Ackerwildkräuter in der Samenbank. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Individuendichte in verschiedenen Kulturdichten auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre und damit auch die Kulturart wurden nicht berücksichtigt ..... 99
- Anhang 11:** Abundanz der Wildbienen auf dem Parzellenversuch (drei Versuchsjahre) und den Praxisbetrieben (zwei Versuchsjahre; Artbezeichnungen nach Scheuchl et al. 2020; Westrich et al. 2011) aus den Beobachtungen und den Farbschalen. Rote Liste Status Deutschlands (RL D; Westrich et al. 2011) und Bayerns (RL BY; Mandery et al. 2004): V = Vorwarnstufe, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet, (\*) = in RL BY nicht gelistet und deshalb als nicht gefährdet eingestuft, [\*] = in den RL wurde Synonym oder ein anderer Name verwendet, G = Gefährdung anzunehmen. Artbestimmung durch Klaus Mandery (KM), Michaela Moosner (MM), Juliane Matejka (JM), Simone Zimmermann (SZ) und Dieter Doczkal (DD). .... 100
- Anhang 12:** Anzahl der abgesammelten Wildbienen auf dem Parzellenversuch. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5. .... 104
- Anhang 13:** Anzahl der Pflanzenarten aufgeteilt nach Zugehörigkeit zu den Gruppen seltene und sonstige Ackerwildkräuter und Arten der Blühflächen und der Anteil der Wildbienenbesuche auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben in den beiden Versuchsjahren. Die Indizes *species strength*, *effective partners* und *d'* wurden mit der Funktion *specieslevel* des *bipartite* packages berechnet (Dormann 2011). Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen ..... 105
- Anhang 14:** Interaktionsnetzwerk der blütenbesuchenden Bienen auf dem Parzellenversuch im Jahr 2018. Bienenarten rechts, Pflanzenarten links. Die Höhe der Balken zeigt die Anzahl an Blütenbesuchen, die von

einer Bienenart bzw. auf einer Pflanzenart ausgeführt wurden. Seltene Ackerwildkräuter und deren Interaktionen mit Bienen sind rot eingefärbt. Daten, Auswertung und Abbildung aus Moosner (2019). Bienenarten wurden von Michaela Moosner bestimmt. ....	106
<b>Anhang 15:</b> Boxplots der pH-Werte auf dem (A) Parzellenversuch und den (B) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) der Versuchsvarianten. Analysen wurden mit Imes und Sidak Post-Hoc Test durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr. ....	107
<b>Anhang 16:</b> Angegebene A) positive und B) negative Gründe der befragten Teilnehmer*innen für die Bewertung der Ackerwildkräuter. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019). ....	108
<b>Anhang 17:</b> Karte Bayerns mit Standorten aller 60 befragten Betriebe: 25 konventionelle Betriebe, 25 ökologische Betriebe sowie zehn Projektbetriebe. ....	109
<b>Anhang 18:</b> Fragebogen für die Motivationsanalyse. Zehn Projektbetriebe. ....	110
<b>Anhang 19:</b> Fragebogen für die Akzeptanzanalyse. 50 Betriebe. ....	113
<b>Anhang 20:</b> Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 8: "Können Sie sich vorstellen weiterhin an Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich. ....	115
<b>Anhang 21:</b> Auswertung des Artenquiz. Die unterstrichenen Arten stellen die zehn Projektarten dar, die auf den Versuchspartellen der Projektbetriebe ausgesät wurden. Teilnahme von neun Projektbetrieben. ....	116
<b>Anhang 22:</b> Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 7: "Werden Sie in Zukunft versuchen die Ackerwildkräuter zu erhalten und den Schlag ackerwildkrautfreundlicher bewirtschaften?" (Fragebogen Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich. ....	117
<b>Anhang 23:</b> Ergebnis der Motivationsanalyse zu den Fragen 9+10: "Haben Sie/Würden Sie vor/nach dem Projekt an Agrarumwelt- bzw. Vertragsnaturschutzprogrammen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen/teilnehmen?" (Fragebogen Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. ....	118
<b>Anhang 24:</b> Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 11: „Wären Sie für die Umsetzung von Ausgleichmaßnahmen (unter Wahrung des Erhalts des Ackerstatus), sogenannter PiK-Maßnahmen, zur Förderung von Ackerwildkräutern bereit?“ (Fragebogen Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich. ....	119
<b>Anhang 25:</b> Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 4: "Haben Sie schon mal an einer Agrarumweltmaßnahme zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen. In Bayern gibt es das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP)?" (Fragebogen Anhang 19). 50 Betriebe, aufgeteilt in ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe. ....	120
<b>Anhang 26:</b> Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 4 in Bezug auf abgeschlossene Zusatzleistungen der VPN-Maßnahme H11. (Fragebogen Anhang 19). Elf Betriebe. ....	121
<b>Anhang 27:</b> Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 8: „Wären Sie bereit, an bestehenden oder neuen Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilzunehmen?“ (Fragebogen Anhang 19). 50 Betriebe, aufgeteilt in ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe. Mehrfachantworten waren möglich. ....	122
<b>Anhang 28:</b> Übersicht der aktuellen Ackerwildkraut- und Blühstreifenprogramme in den Bundesländern Bayern, Thüringen und Niedersachsen – Stand: 02/2021. ....	123
<b>Anhang 29:</b> Feldführung auf dem Gelände des Parzellenversuchs der Seidlhofstiftung. Veranstalter: Seidlhof Stiftung und Volkshochschule Würmtal am 06.05.2019 in Gräfelfing. ....	126

## Verzeichnis der Abkürzungen

AITC	Allylisoithiocyanat
AUM	Agrarumweltmaßnahme
AWK	Ackerwildkräuter
BBCH	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundessortenamt und chemische Industrie
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNG	Biobauern Naturschutz Gesellschaft
E+E	Erprobungs- und Entwicklungsprojekte
ELER-Verordnung	Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EMZ	Ertragsmesszahl
LNPR	Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinie
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der EU
iBALIS	integrierte Bayerische Landwirtschaftliche Informations-System
Kulap 1	Einjährige Blühmischung des Kulturlandschaftsprogramms
Kulap 2	Mehrjährige Blühmischung des Kulturlandschaftsprogramms
NALAP	Programm zur Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Thüringen
NiB-AUM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahme
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
PiK-Maßnahmen	Maßnahmen der produktionsintegrierten Kompensation
RL	Rote Liste
SD	Standardabweichung
StMELF	Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
StMUV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
TMUEN	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
VNP	Vertragsnaturschutzprogramm

## 1. Einführung: Hintergrund und Zielsetzung

Durch den raschen technischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte hat sich die Vielfalt der Ackerwildkräuter in Agrarlandschaften stark verringert (Albrecht 1995; Meyer et al. 2013b; Storkey et al. 2012). So stehen in Deutschland seit Jahrzehnten rund ein Drittel der typischen Ackerwildkräuter auf der Roten Liste gefährdeter Pflanzenarten (Korneck und Sukopp 1988). Von diesem Rückgang besonders betroffen sind eng an bestimmte Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen angepasste Arten (Fried et al. 2016). Übrig bleiben artenarme Restbestände mit Sippen, die durch ihre weite ökologische Amplitude ungünstigen Bewirtschaftungseinflüssen entgehen können und deshalb oft schwer kontrollierbar sind (Brütting et al. 2012; Hofmeister und Garve 2006). Diese Artenverarmung führte auch zu einer verringerten Stabilität von Nahrungsnetzen, zum Rückgang vieler assoziierter Tiergruppen (Tylianakis et al. 2008) und zur eingeschränkten Effektivität davon abhängiger Ökosystemfunktionen (Bretagnolle und Gaba 2015). Als Primärproduzenten in Agrarökosystemen dienen viele Ackerwildkräuter blütenbesuchenden Insekten als Pollen- und Nektarquelle (Wratten et al. 2012). Weiterhin nutzen Vögel, Laufkäfer und Kleinsäuger ihre Samen als Nahrung (Fischer et al. 2011; Westerman et al. 2003). Indirekt profitieren auch seltene Insektenarten, Nützlinge und Feldvögel von einer artenreichen Vegetation durch eine erhöhte Nahrungsverfügbarkeit (Hyvönen und Huusela-Veistola 2008; Marshall et al. 2003). Auch abiotische Merkmale wie die Bodenfruchtbarkeit, Wasserqualität und die Nährstoffkreisläufe hängen eng mit der Vielfalt der Blütenpflanzen zusammen (Wratten et al. 2012). Darüber hinaus können Ackerwildkräuter durch ihren Blühaspekt auch zur Bereicherung des Landschaftsbildes beitragen und somit wichtige „kulturelle Dienstleistungen“ erbringen (Hofmeister und Garve 2006; Meyer et al. 2013b). Inwieweit gerade die seltenen, stärker spezialisierten Ackerwildkräuter zu diesen Ökosystemfunktionen beitragen, ist bisher allerdings kaum bekannt.

Um die Vielfalt von Ackerwildkräutern zu erhalten und die Agrobiodiversität zu fördern wurden in den letzten Jahren Schutzkonzepte entwickelt, die sich grundsätzlich in 'land sharing'- und 'land sparing'-Strategien unterteilen lassen. Während man beim 'land sharing' versucht, Artenschutz und Bewirtschaftung auf einer Fläche zu vereinen, erfolgt der Artenschutz beim 'land sparing' auf gesonderten, aus der regulären Nutzung ausgegliederten Flächen (Phalan et al. 2011). Als eine temporäre Variante des 'land sparing' kann man die Einsaat von Blühflächen ansehen. Leider hat sich bei mehrjährigen Blühmischungen gezeigt, dass sich mit fortschreitender Entwicklungsdauer vermehrt ausdauernde Problemunkräuter und -gräser wie *Rumex* spp., *Elymus repens* oder *Cisium arvense* etablieren können (Bohren et al. 2007). Außerdem haben Blühflächen für seltene Ackerwildkräuter durch Flächen- und Fördermittelkonkurrenz eher negative Folgen (van Elsen und Loritz 2013). Werden seltene und konkurrenzschwache Ackerwildkräuter in Kulturpflanzenbestände auf nährstoffarmen Böden eingesät, könnten solche Probleme deutlich vermindert werden und es können im Sinne des 'land sharing' auch noch landwirtschaftliche Erträge erzielt werden. Außerdem könnten solche Maßnahmen die Bestandssituation seltener Ackerwildkräuter deutlich verbessern.

Ziel dieses Projektes war es, in einem Parzellenversuch und auf Praxisbetrieben zu untersuchen, welche Ökosystemfunktionen konkurrenzschwache, seltene und für die Bewirtschaftung unproblematische Ackerwildkräuter erbringen. Des Weiteren wurde untersucht, ob vor allem auf nährstoffarmen Standorten eine Alternative zu den herkömmlichen Blühflächen geschaffen werden kann. Dazu wurde die Einsaat verschiedener seltener Ackerwildkräuter mit ein- und mehrjährigen Blühmischungen des Kulturlandschaftsprogramms (Kulap) verglichen ('land sparing'). Weiterhin wurde untersucht, ob die Einsaat seltener Ackerwildkräuter im Sinne des 'land sharing' in die reguläre Produktion

integriert werden kann. Zum Vergleich dienten Parzellen mit Kultur aber ohne Ackerwildkräuter. Auf dieser Grundlage können Anbaustrategien entwickelt werden, die die Förderung der Ackerwildkräuter mit möglichst vielen Ökosystemfunktionen zu einem multifunktionalen Nutzungskonzept verbinden. Folgende fünf Fragen wurden im Projekt detailliert untersucht:

1. Welchen Effekt hat die Einsaat seltener Ackerwildkräuter im Vergleich zu Flächen ohne deren Einsaat (nur mit den spontan aufkommenden Ackerwildkräutern) und zu ein- bzw. mehrjährigen Blühmischungen auf folgende Ökosystemfunktionen (angegeben sind die Ökosystemfunktionen und die jeweils untersuchten Indikatoren)?
  - Regulation und Unterstützung:
    - Artenvielfalt, Lebensräume: Artenzahl von Ackerwildkräutern (Phyto Diversität) und deren Etablierungserfolg;
    - Bestäubung: Abundanz/Artenzahl von blütenbesuchenden Wildbienen und Schwebfliegen;
    - Nützlinge und Schädlinge: Blattläuse und Blattlausprädatoren (biologische Schädlingsregulierung);
    - Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt: Biomasse/Abundanz von Regenwürmern, organische Bodensubstanz, Gesamtstickstoff, pH-Wert und Phosphorgehalt des Bodens,
  - Produktivität: Kulturpflanzenertrag, Biomasseproduktion,
  - Kulturelle Ökosystemdienstleistungen: Landschaftsbild.
2. Wie beeinflusst die Einsaatdichte der Kulturpflanzen die Ökosystemfunktionen von Ackerwildkräutern (reguläre Saatstärke, reduzierte Saatstärke, keine Einsaat der Kultur)
3. Welchen Effekt haben Kulturen mit ungünstigen Entwicklungsbedingungen (z.B. Klee gras) auf die Zielarten?
4. Unter welchen Bedingungen werden Einsaaten von seltenen Ackerwildkräutern von Landwirt\*innen akzeptieren und wo besteht noch Optimierungsbedarf?
5. Welche Optionen bieten die derzeitige Förderkulisse und die Ausbringungsrichtlinien für Wildpflanzen für die Verwendung seltener Ackerwildkräuter zur Erhöhung der Ökosystemfunktionen in Agrarlandschaften?

## 2. Forschungsprojekt

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Die Studie wurde in der Naturraum-Untereinheit Münchner Schotterebene durchgeführt und war in zwei Teile unterteilt: ein Parzellenversuch in Gräfelfing südwestlich von München (48°07'42"N, 11°24'58"E) und zehn Praxisbetriebe in der Münchner Schotterebene. Die Untersuchungen auf dem Parzellenversuch liefen über drei Jahre (2018–2020), die auf den Praxisbetrieben über zwei Jahre (2018–2019).

Das Ausgangsgestein der ca. 1800 km<sup>2</sup> großen Münchner Schotterebene besteht aus kalkhaltigem Kies aus dem späten Pleistozän. Das Gebiet zeichnet sich durch flachgründige, nährstoffarme Leptosole mit hohen Kiesanteilen im Oberboden, geringe Feldkapazität und hohe pH-Werte aus (Fetzer et al. 1986). Die häufigsten Ackerkulturen des Gebietes sind Gerste, Roggen, Raps und Kartoffeln (Bayerisches Landesamt für Statistik 2016). Die durchschnittliche jährliche Temperatur beträgt 9,2 °C und der durchschnittliche jährliche Niederschlag liegt bei 757 mm im Jahr (Station: München Flughafen ID: 1262, DWD 1993-2019). Die ersten beiden Vegetationsperioden wurden durch Extremwetterereignisse stark beeinflusst. 2018 war von einer mit 10,2 °C überdurchschnittlich hohen Jahrestemperatur geprägt (DWD 2018), im Sommer dieses Jahres kam es zudem zu einer länger andauernden Trockenperiode, die einen starken Wassermangel zur Folge hatte (DWD 2019b). Des Weiteren, kam es am 10. Juni 2019 im Untersuchungsgebiet zu schweren Schäden durch einen starken Hagelschlag (Abb. 1; DWD 2019a).



**Abb. 1:** A) Hagelschaden des Winterroggens auf den Ackerwildkrautparzellen vom Landwirt 2. B) Hagelschaden des Winterweizens auf dem Acker von Landwirt 9.

### 2.2 Zielarten und Blühmischungen

Um zu prüfen, welche Ökosystemfunktionen seltene Ackerwildkräuter im Vergleich zum vorhandenen Ackerwildpflanzenbestand erfüllen, wurden Varianten mit und ohne Einsaat von Rote-Liste-Arten verglichen (Abb. 2 und Tabelle 1). Die insgesamt zehn ausgewählten Arten umfassten drei winterannuelle, vier sommerannuelle und drei Arten ohne klare Bindung an winter- bzw. sommerannuelle Feldfrüchte. Auswahlkriterien für die hier verwendeten Zielarten waren ihre Gefährdung, die Zugehörigkeit zu verschiedenen Pflanzenfamilien, ihre geringe Konkurrenzkraft (Holzner und Glauning 2005) und die Verfügbarkeit von autochthonem Saatgut aus der Münchner Schotterebene. Das Saatgut der Zielarten stammte vom lokalen

Vermehrungsbetrieb Johann Krimmer in Pulling. Die Aussaatstärken der Zielarten variierten von 100 bis 300 Samen pro m<sup>2</sup>. Die seltenen Ackerwildkräuter wurden auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben nur einmal, zu Beginn des Versuches im März und April 2018, gleichzeitig mit der Kultur in Breitsaat gesät. Deshalb waren die Untersuchungen des zweiten und dritten Versuchsjahres stark von der erfolgreichen Etablierung nach Versuchsbeginn abhängig.

**Tabelle 1:** Liste der Zielarten, Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013), Entwicklungszyklus (Typ), Rote Liste Status Deutschlands (Metzing et al. 2018) und Bayerns (Scheuerer und Ahlmer 2003), Aussaatstärke und Konkurrenz-Index (Holzner und Glauning 2005). Typ: W = winterannuell; S = sommerannuell; WS = winter- und sommerannuell. Konkurrenzkraft-Index: 1 = sehr gering; 5 = sehr hoch.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Familie	Typ	Rote Liste		Aussaatstärke (Samen/m <sup>2</sup> )	Konkurrenz-Index
				D	B		
<i>Consolida regalis</i> Gray	Acker-Rittersporn	Ranunculaceae	W	3	3	150	1-2
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst.	Acker-Steinsame	Boraginaceae	W	V	3	100	2
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	Gezählter Feldsalat	Caprifoliaceae	W	V	*	150	1
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Durande ex Vill.	Echter Frauenspiegel	Campanulaceae	WS	2	3	150	2
<i>Silene noctiflora</i> L.	Nacht-Lichtnelke	Caryophyllaceae	WS	3	V	100	2
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Klatsch-Mohn	Papaveraceae	WS	*	*	150	3
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Acker-Platterbse	Fabaceae	S	*	*	50	-
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Finkensame	Brassicaceae	S	3	3	150	2
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	Eiblättriges Tännelkraut	Plantaginaceae	S	3	3	300	-
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Acker-Röte	Rubiaceae	S	V	V	100	1

Da die Einsaat von Ackerwildkräutern durch eine Gegenüberstellung mit handelsüblichen Blümmischungen validiert werden sollte, wurden zusätzlich zwei Varianten mit annuellen und mehrjährigen Blümmischungen eingesät (Anhang 1). Dabei wurden die Saatmischungen des Kulturlandschaftsprogramms B47 ‚Einjährige Kulap-Blümmischung‘ und die mehrjährige B48 ‚Lebendiger Acker - trocken‘ verwendet. *Cyanus segetum* wurde nicht mit ausgesät, da diese Art auf ökologisch bewirtschafteten Flächen zu Verunkrautungsproblemen führen kann. Die Einsaat der Blühstreifen erfolgte zum gleichen Zeitpunkt wie die Kultur- und Ackerwildkrauteinsaat im März 2018. Die einjährige Blümmischung wurde nach der ersten Vegetationsperiode, im Herbst 2018, umgebrochen und wieder in die reguläre Bewirtschaftung der Landwirte eingegliedert. Diese Parzellen wurden 2019 weiter untersucht. Dadurch konnten Aussagen über den Einfluss einjähriger Blümmischungen auf das Folgejahr getroffen werden. Die mehrjährige Blümmischung wurde nach dem zweiten Versuchsjahr umgebrochen.



**Abb. 2:** Blüten der Zielarten: A) *Silene noctiflora*, B) *Consolida regalis*, C) *Kickxia spuria*, D) *Lathyrus tuberosus* (Foto: Marion Lang), E) *Valerianella dentata*, F) *Papaver rhoeas*, G) *Sherardia arvensis*, H) *Legousia speculum-veneris*, I) *Buglossoides arvensis* und J) *Neslia paniculata*.

## 2.3 Versuchsaufbau

### Parzellenversuch

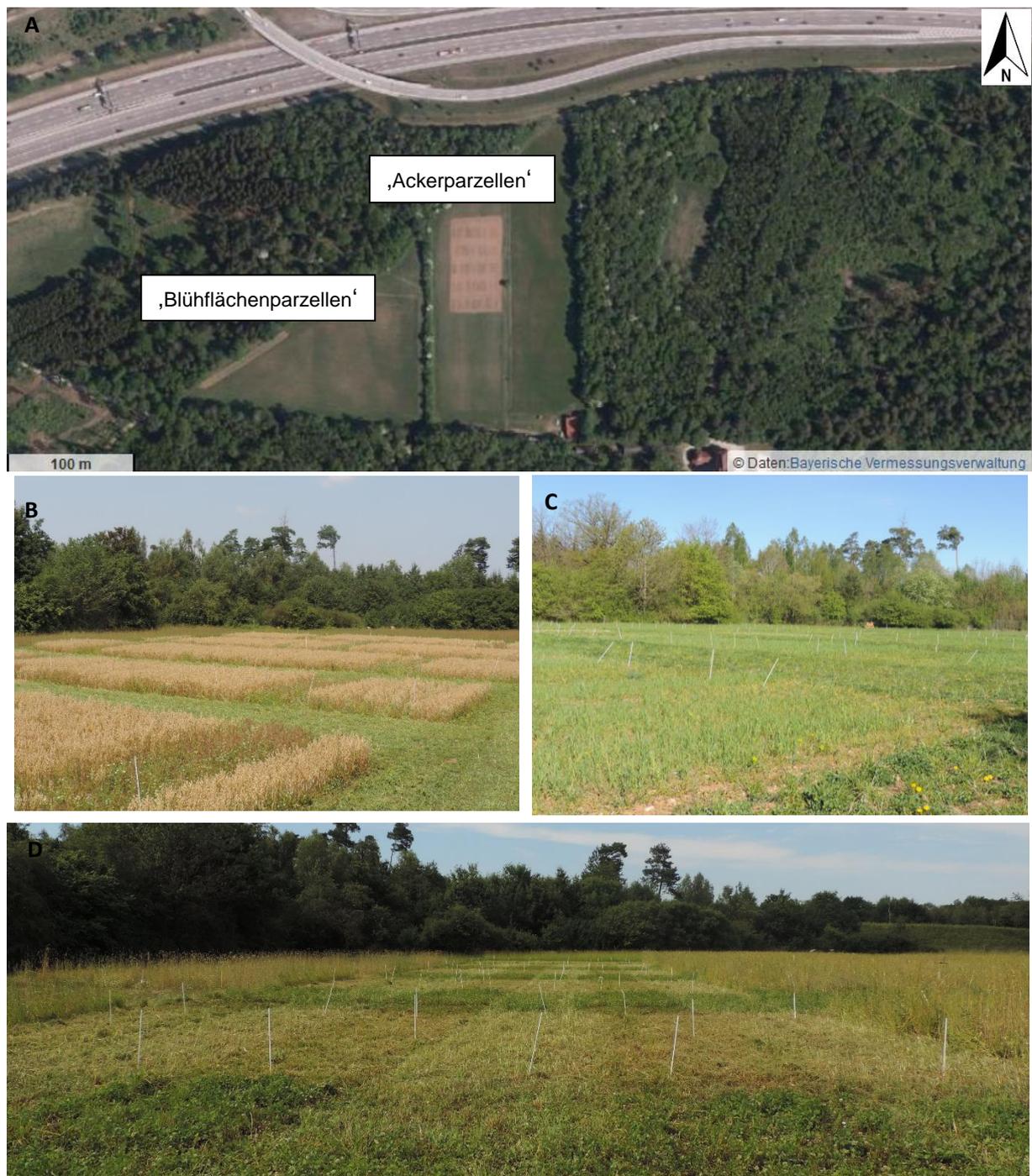
Insgesamt wurden zwölf verschiedene Varianten auf zwei ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen der Seidlhof Stiftung in Gräfelfing etabliert und drei Jahre lang untersucht (Abb. 3, Abb. 4 und Anhang 17). Dabei variierten folgende Faktoren:

- Einsaatdichte der Kulturpflanzen (reguläre Saatstärke vs. reduzierte Saatstärke [doppelter Reihenabstand] vs. keine Kultureinsaat)
- Einsaat seltener Ackerwildkräuter (mit vs. ohne Ackerwildkrauteinsaat)
- Einsaat von ein- oder mehrjährigen Blühflächen
- Klee-graseinsaat nach einjährigem Kulturanbau vs. mehrjähriger Kulturanbau

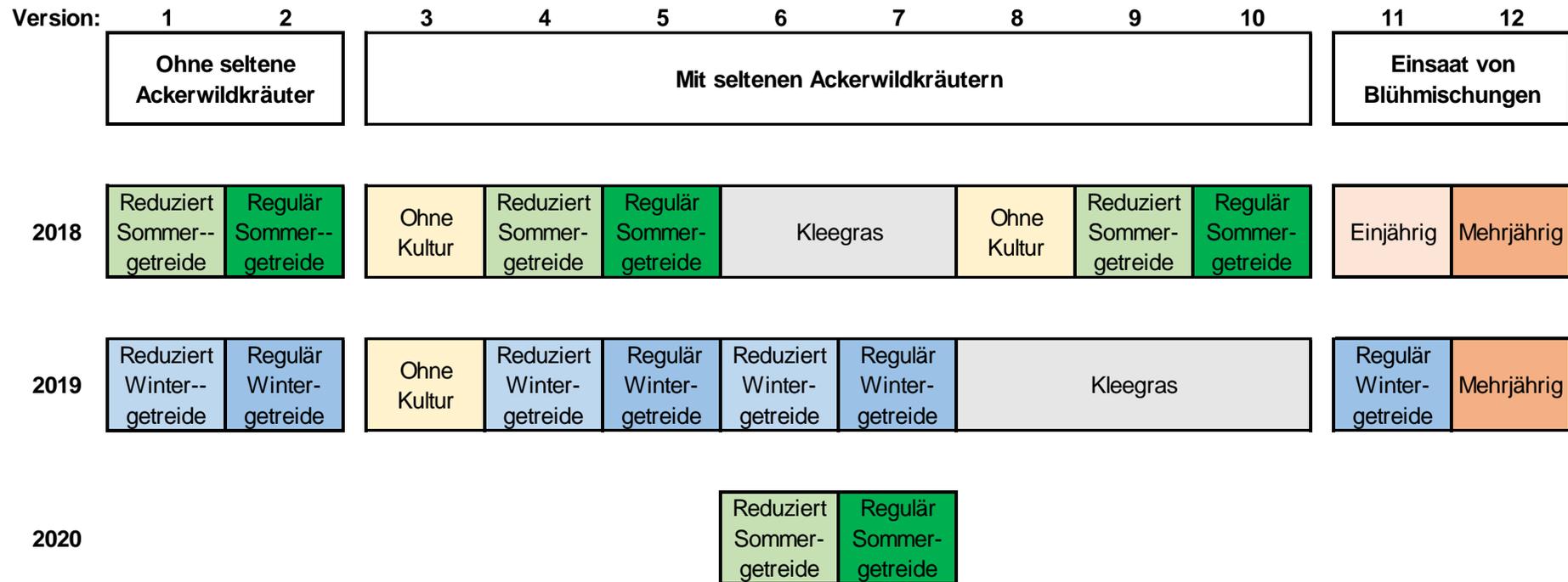
Diese Faktoren wurden auf zwei verschiedenen Äckern getestet, einer mit 50 Ackerparzellen (‚Ackerparzellen‘) und ein weiterer mit zehn Blühflächenparzellen (‚Blühflächenparzellen‘; Abb. 3A). Der Versuch mit und ohne Einsaat seltener Ackerwildkräuter umfasste zehn Behandlungsvarianten (‚Ackerparzellen‘; Abb. 4, linke Seite), was bei fünf Wiederholungen 50 Versuchspartellen entspricht. Die Partellen waren auf fünf Blöcke verteilt, die jeweils 10 m voneinander entfernt lagen. In der randomisierten Blockanlage war jede Behandlung in jedem Block einmal vertreten. Auf einem weiteren Acker wurden zwei weitere Behandlungsvarianten, einjährige und mehrjährige Blühmischung (‚Blühflächenparzellen‘ in Abb. 3A) angelegt. Auch hier wurde jede Variante fünf Mal wiederholt; die Größe aller Partellen betrug 2,3 m x 6 m.

Auf den Ackerparzellen wurden 2018 acht, 2019 zehn und 2020 zwei Varianten untersucht. Der reguläre Abstand der Saatzeihen der Kulturpflanzen betrug 11 cm, der reduzierte dementsprechend 22 cm. Im Frühjahr 2018 wurde als Sommergetreide Hafer der Sorte ‚Saul‘ (reguläre Aussaatstärke: 140 kg/ha) ausgesät, im Herbst 2018 erfolgte dann die Einsaat der winterannuellen Dinkelsorte ‚Oberkulmer Rotkorn‘ (reguläre Aussaatstärke: 190 kg/ha; Abb. 3). Im Frühjahr 2020 wurde erneut Hafer der Sorte ‚Saul‘ (reguläre Aussaatstärke: 140 kg/ha) gesät. Zwischen den Kultureinsaaten wurden die Partellen auf 5 cm Tiefe mit der Kreiselegge bearbeitet. Auf den Varianten mit Kleegrasesaat nach dem einjährigen Kulturanbau (Varianten 8, 9 und 10 vgl. Abb. 4) erfolgte nach der Haferernte im August 2018 die Aussaat eines Kleegrasgemisches (10 % *Festuca pratensis*, 34 % *Lolium multiflorum*, 15 % *Lolium perenne*, 34 % *Trifolium pratense* und 7 % *Trifolium repens*) bei einer Aussaatstärke von 30 kg/ha. Die Kleegrasvarianten wurden am 3. Juli 2019 gemulcht.

Um eine Ausdünnung (‚*dilution effect*‘) z.B. der Blütenbesucher in den Partellen mit und ohne Ackerwildkräutereinsaat durch direkt angrenzende Blühflächen zu vermeiden (Kovács-Hostyánszki et al. 2013), wurden die Varianten mit der ein- und mehrjährigen Blühmischungen nicht in unmittelbarer Nähe zu Ackerparzellen angelegt (Gathmann und Tschardtke 2002). Diese Partellen befanden sich auf einem benachbarten Flurstück (‚Blühflächenparzellen‘ in Abb. 3; ca. 200 m Entfernung zu den Ackerparzellen), welches ebenfalls von der Seidlhof Stiftung ökologisch bewirtschaftet wurde (Abb. 3).



**Abb. 3:** A) Ackerparzellen und der Blühstreifen in Gräfelfing (BayernAtlas 2019). B) Parzellen im Sommer 2018 mit Hafer C) Parzellen mit Dinkel im Frühjahr 2019. D) Klee gras-Parzellen (Varianten 8, 9 und 10) nach der Mahd im Sommer im Sommer 2019.

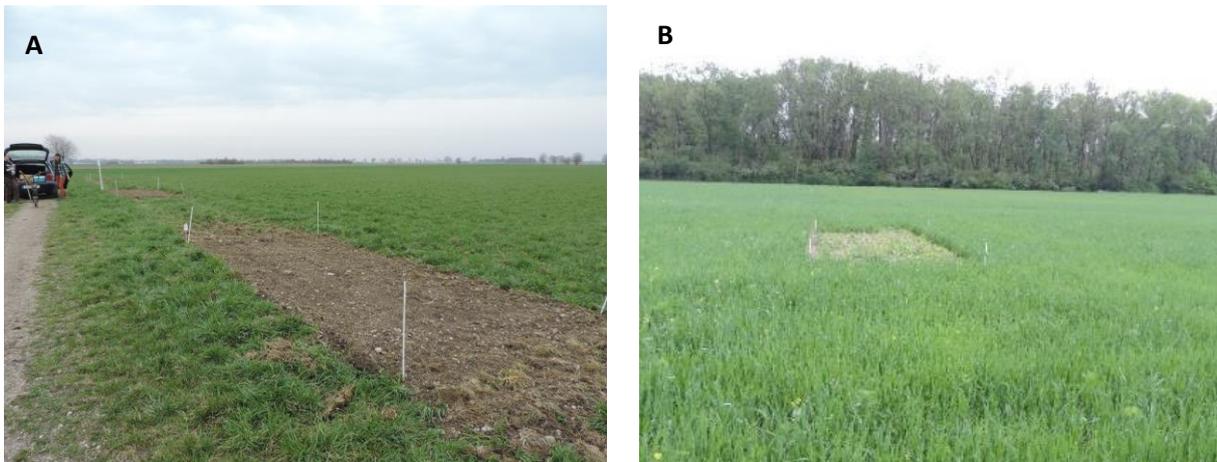


**Abb. 4:** Aufbau des Parzellenversuches in Gräfelfing über die drei Versuchsjahre. Die Varianten lassen sich in drei Gruppen unterteilen: ohne und mit Einsatz von seltenen Ackerwildkräutern, sowie Einsatz von ein- und mehrjährigen Blühstreifen. Des Weiteren variiert die Aussaatstärke der Kultur zwischen reduziert und regulär.

### Praxisbetriebe

Um den Einfluss unterschiedlicher Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen zu untersuchen, wurden zusätzlich zum Parzellenversuch auf zehn Praxisbetrieben in der Münchner Schotterebene jeweils fünf verschiedene Parzellen angelegt (Kultur 50 % Aussatstärke ohne Ackerwildkräuter (AKW), Kultur 0 % + AKW, Kultur 50 % + AKW, einjährige und mehrjährige Blühfläche; Abb. 5, Abb. 6 und Anhang 17). Zwei der Betriebe wirtschaften konventionell und acht Betriebe ökologisch (Anhang 2). Die Parzellen mit Kultur und Ackerwildkräutern wurden direkt am Feldrand angelegt und hatten aufgrund der unterschiedlichen Saatbreiten der Landwirte verschiedene Größen (2,5 m x 5,0 m oder 3,0 m x 5,0 m). Jede dieser Parzellen hatte einen Abstand von 10 m zueinander. Die beiden Blühflächen-Parzellen wurden in größerer Entfernung von den Ackerwildkrauteinsaaten (min. 300 m) im Abstand von mindestens 100 m zueinander etabliert. Da in der näheren Umgebung des Landwirtes 4 in Neufahrn vom Landkreis bereits Blühflächen existierten, wurden dort keine neuen Blühflächen angelegt. Auf den Praxisbetrieben wurde die Kultur immer mit reduzierter Aussaatstärke ausgebracht. Die ausgesäten Kulturen (Sommergetreide im ersten- und Wintergetreide im zweiten Versuchsjahr) und ihre genauen Aussaatstärken variierten auf den Praxisbetrieben (Anhang 2). Die Bodenbearbeitung vor dem Anbau der Feldfrucht im Herbst 2018 war nicht-wendend und maximal 5 cm tief (Kreiselegge und Grubber). Insgesamt wurden so auf allen Praxisbetrieben 48 Parzellen im Jahre 2018 eingerichtet. 2019 wurden nur noch 47 Parzellen untersucht, da Landwirt 3 versehentlich den mehrjährigen Blühstreifen gepflügt hatte.

Bei Landwirt 5 wurden im Herbst 2018 mit der Kulturaussaat auch seltene Ackerwildkräuter nachgesät. Dies war nötig, weil die Versuchsfläche zwischen den Versuchsjahren versehentlich gepflügt und dadurch das Saatgut der seltenen Ackerwildkräuter oberflächenfern vergraben wurde.



**Abb. 5:** A) Anlage der Ackerwildkrautparzellen auf einem Praxisbetrieb im Frühjahr 2018. B) Parzelle einer einjährige Blühfläche auf einem Praxisbetrieb im Frühjahr 2018.



**Abb. 6:** Schematische Darstellung der fünf verschiedenen Varianten auf den Praxisbetrieben in den Jahren 2018 und 2019. Drei Varianten waren Kombinationen aus Ackerwildkraut- mit/ohne reduzierte Kultureinsaat. Die letzten beiden Varianten waren ein- und mehrjährige Blütmischungen.

## 2.4 Erfassung der Ökosystemfunktionen

### Phytodiversität und Etablierungserfolg

Im Juli der drei Versuchsjahre wurde auf allen Parzellen in Gräfelfing und auf den Praxisbetrieben Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Dafür wurden alle auf der gesamten Parzelle vorkommenden Pflanzenarten und deren prozentuale Deckung erfasst. Des Weiteren wurde die Gesamtdeckung der Kultur, der Zielarten und der Segetalvegetation geschätzt (Abb. 7). Auf den Parzellen mit Kleegraseinsaat nach dem einjährigen Kulturanbau (Varianten 8, 9 und 10 vgl. Abb. 4) wurden 2019 nur die Etablierungszählungen und Vegetationsaufnahmen durchgeführt und keine weiteren Daten erhoben.

Der Etablierungserfolg der Zielarten wurde jährlich durch Auszählung der Individuendichte kurz vor der Kultur-Ernte im Juli erfasst. Dafür wurde in jeder Parzelle vier zufällig ausgewählte Flächen von 0,5 m x 0,5 m (nur jene mit Einsaat von Ackerwildkräutern) ausgezählt.

Auf dem Parzellenversuch in Gräfelfing wurde der Etablierungserfolg der seltenen Ackerwildkräuter durch Samenbankproben, die nach der ein- bzw. zweijährigen Getreidephase gezogen wurden, evaluiert. Hierfür wurden nach der Getreideernte 2018 auf den Varianten mit Kleegraseinsaat nach dem einjährigen Kulturanbau (Varianten 8,9 und 10 in Abb. 4) und 2019 (alle Varianten) Bodenproben gezogen. Die dafür verwendeten Bohrstöcke hatten einen Durchmesser von 3,4 cm. Jede Mischprobe bestand aus 20 Einstichen (0 bis 10 cm Beprobungstiefe). Im TUM-Laborzentrum Dürnast wurden die Proben in Keimschalen auf Filz ausgebreitet (Abb. 7) und regelmäßig bewässert. Über ein Jahr hinweg, wurden ca. alle zwei Wochen alle auflaufenden Individuen der ausgesäten Zielarten bestimmt, gezählt und danach entfernt. Um möglichst viele Samen zur Keimung anzuregen wurde der Boden drei Mal im Jahr durchmischt und gewendet. Anschließend wurde pro Pflanzenart die Zahl keimfähiger Samen pro m<sup>2</sup> berechnet (Anzahl der Individuen pro Schale / 1,7 [Radius des Bohrstocks]<sup>2</sup> \* Pi \* 20 [Anzahl Einstiche] / 10 [cm Tiefe]<sup>4</sup>).



**Abb. 7:** Parzellen unterschiedlicher Praxisbetriebe A) mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur im ersten Versuchsjahr, B) einjährige Blühfläche im ersten Versuchsjahr, C) mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur im zweiten Versuchsjahr, D) Samenbankproben des Parzellenversuchs in Keimschalen im Gewächshaus.

### Kultur- und Wildkrautbiomasse

Im Juli 2018 und 2019 wurden Biomasseproben der Kultur und der Wildkräuter entnommen. Die Biomasse der Wildkräuter wurde auf drei zufällig ausgewählten Fläche 0,5 m x 0,5 m pro Parzelle ebenerdig abgeschnitten. Hierbei wurde nicht zwischen seltenen und anderen Ackerwildkräutern unterschieden. Die Proben wurden mindestens 48 Stunden bei 65 °C im Trockenschrank getrocknet und gewogen. Zur Ermittlung der Kulturbiomasse wurden drei Getreidereihen pro Plot, also insgesamt 15 m auf den Praxisbetrieben und 18 m auf dem Parzellenversuch, geerntet, bei 35 °C eine Woche getrocknet und anschließend gewogen (Abb. 8). Sowohl die Kultur- als auch die Wildkrautbiomasse wurden auf g/m<sup>2</sup> hochgerechnet. Auf den einjährigen Blühflächen im zweiten Versuchsjahr wurde weder die Kultur- noch die Wildkrautbiomasse beprobt. Im zweiten Versuchsjahr war bei Landwirt 10 keine repräsentative Ertragsermittlung möglich: die gekeimte Kultur wurde im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 stark vom Wild verbissen und zertreten.



**Abb. 8:** A) Abgeerntete Parzelle auf einem Praxisbetrieb 2018. Drei Reihen wurden ebenerdig abgeschnitten. B) Geerntetes Haferbündel.

### Blütenbesuchende Wildbienen

Die Abundanz und Artenzahl der blütenbesuchenden Wildbienen und Schwebfliegen auf Ackerwildkräutern wurde in zwei Durchgängen pro Versuchsjahr im Juni und Juni erfasst. Neben den Blütenbesuchern wurde auf denselben Sub-Plots möglichst zeitgleich auch das Blühangebot erfasst. Die Blütenbesucher wurden nur bei günstigen Witterungsbedingungen beprobt (min. 17 °C, kein/sehr wenig Wind, kein Niederschlag und trockene Vegetation).

Während einer fünfminütigen Beobachtungsdauer wurden alle Blütenbesucher (Insekten die sich auf einer Blüte aufhalten) auf dem gesamten Sub-Plot abgesammelt (Abb. 9). Die Blütenbesucher, die direkt im Gelände bestimmt werden konnten, wurden wieder freigelassen, alle anderen wurden zur späteren Artbestimmung in 70%igen Ethanol überführt. Das Absammeln wurde zu zwei unterschiedlichen Tageszeiten (morgens von 9–13 Uhr und nachmittags von 14–18 Uhr) je Durchgang durchgeführt. Die Anzahl und Artenzahl der Blütenbesucher wurde für die beiden Sub-Plots pro Parzelle aufsummiert.

Nach den Blütenbesuchern auf Ackerwildkräutern wurde auch die gesamte Bestäuberlebensgemeinschaft mithilfe von Farbschalen erfasst (Abb. 9). Auf dem Parzellenversuch in Gräfelfing wurden pro Wiederholungsblock in 2018 drei, in 2019 vier und in 2020 zwei Sätze gelber, weißer und blauer Farbschalen aufgestellt. Zusätzlich wurden noch fünf Farbschalensätze bei den Blühstreifen-Parzellen aufgebaut. Pro Praxisbetrieb wurden in beiden Versuchsjahren 2018 und 2019 insgesamt vier Sätze Farbschalen ausgebracht: jeweils ein Satz in jeder Parzelle mit Blühmischungen und zwei (mit dem größtmöglichen Abstand zueinander) in den Ackerwildkraut-Parzellen.

Die Farbschalen wurden mit ca. 300 ml Wasser und einem Tropfen Spülmittel gefüllt und für 48 Stunden aktiviert. Die damit gefangenen Blütenbesucher wurden nach dem Einsammeln in 70%igen Ethanol überführt. Alle gefangenen Wildbienen und Schwebfliegen wurden soweit wie möglich auf Artebene bestimmt, wobei die Bestimmung von seltenen und schwer zu bestimmenden Arten von Experten (Wildbienen: Klaus Mandery) validiert wurde. Leider konnten aufgrund von Krankheit die Schwebfliegen bislang nicht bestimmt werden.



**Abb. 9:** A) Farbschalenfalle mit gelben, weißen und blauen Schalen, welche mit Wasser und einigen Tropfen Spülmittel gefüllt sind (Foto: Michaela Moosner). B) Beobachtung von Blütenbesuchern auf einem Sub-Plot (Foto: Michaela Moosner). C) Hummel auf *Consolida regalis* (Foto: Michaela Moosner). D) Schwebfliege auf *Valerianella dentata* (Foto: Simone Zimmermann). E) Wildbienen auf der Blüte einer *Legousia speculum-veneris* (Foto: Simone Zimmermann). F) Schwebfliege auf der Blüte von *Papaver rhoeas* (Foto: Simone Zimmermann).

### Biologische Schädlingsregulierung

Zur Abschätzung des Potentials der biologischen Schädlingskontrolle wurden Blattläuse, Exuvien (parasitierte Blattläuse; Abb. 10) und sich in der Vegetation aufhaltende Prädatoren (Schwebfliegen-, Florfliegen- und Marienkäferlarven und -imagines) an 100 Getreidehalmen pro Parzelle erfasst. Dafür wurden die Blattläuse und ihre Prädatoren auf zwei Getreidereihen an der Längsseite der Parzellen ausgezählt. Um Randeffekte zu minimieren, wurden die Getreidereihen direkt am Feldrand und auch die letzten 50 cm an den Stirnseiten der Parzelle nicht ausgezählt. Somit hatten die Transekte eine Länge von 5 m im Parzellenversuch und 4 m auf den Praxisbetrieben. Das Auszählen der Blattläuse wurde zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten, nämlich zur Getreideblüte (BBCH 61) und zur Milchreife des Getreides (BBCH 75) im Juni und Juli pro Versuchsjahr durchgeführt. Aufgrund des Wildverbisses konnten beim Landwirt 10 im Jahre 2019 keine Schädlinge und in der Vegetation lebende Nützlinge untersucht werden.

Nach jeder der zwei Blattlaus-Zählungen wurde in die Mitte jeder Parzelle eine Becherfalle mit einem Volumen von 500 ml und einem Durchmesser von 90 mm ebenerdig eingegraben um auch die bodenbewohnenden Prädatoren zu erfassen (Lange et al. 2011). Die Becherfalle wurde mit ca. 150 ml einer Lösung aus Ethylenglykol und Wasser (1:1) befüllt und für sieben Tage aktiviert. Um das Überlaufen der Becherfallen durch Regen zu verhindern, wurde ein Dach über die Becherfalle gesteckt (Abb. 10). Des Weiteren wurde ein Drahtgitter mit der Maschenweite 1,5 cm x 1,5 cm über die Becheröffnung gelegt. Dies sollte verhindern, dass Mäuse in die Becherfalle fallen und verenden. Nach sieben Tagen wurden die Becherfallen eingesammelt und deren Inhalt in 70%igen Ethanol überführt. Bei der Überführung in Ethanol wurden alle Nacktschnecken und Regenwürmer ausgezählt und entsorgt. Da die Gruppen Araneae (Webspinnen) und Carabidae (Laufkäfer) wichtige Blattlaus-Prädatoren sind, wurden diese zur Bestimmung auf Artebene an externe Experten (Róbert Gallé und Péter Császár) verschickt.

Als Maß für die biologische Schädlingsregulierung wurde die Parasitierungsrate (Verhältnis von parasitierten Blattläusen zu allen Blattläusen; Thies et al. 2011) und das Räuber-Beute-Verhältnis (Summe der in der Vegetation und am Boden lebender Prädatoren geteilt durch die Summe der Blattläuse) errechnet.



**Abb. 10:** A) Becherfalle mit Dach und Drahtgitter (Foto: Fabian Sauter). B) Parasitierte Blattlaus auf einem Getreideblatt.

### Fruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt des Bodens

Zur Untersuchung des Nährstoffhaushaltes des Bodens wurden vor der Einsaat der Parzellen und am Ende des Versuches, Bodenproben genommen. Hierfür wurden ca. 1 kg Boden (0 bis 20 cm Tiefe) aus der Mitte jeder Parzelle entnommen (Abb. 11) und zur standardisierten Analyse von pH-Wert, P- und K-Konzentration sowie des C/N-Verhältnisses an das Untersuchungslabor AGROLAB verschickt.

Als weiterer Indikator für die Bodenfruchtbarkeit wurde im Frühjahr und im Herbst jedes Versuchsjahres die Regenwurmabundanz und -biomasse auf jeder Parzelle untersucht (Abb. 11). Dafür wurde eine Fläche von 30 cm x 30 cm am Rande jeder Parzelle zunächst mit zwei Litern einer 100 mg/l AITC-Lösung geflutet (Zaborski 2003). In einem Intervall von 5 min wurden alle ausgetriebenen Regenwürmer abgesammelt und der gesamte Vorgang wurde auf derselben Fläche ein zweites Mal wiederholt. Auf dem Parzellenversuch in Gräfelfing wurde nach dem Austreiben der Regenwürmer dieselbe Fläche 20 cm tief ausgegraben und 30 min lang von Hand durchsucht (Pelosi et al. 2009). Die ausgetriebenen und ausgegrabenen Regenwürmer wurden mit Wasser abgespült, abgetrocknet, gezählt, gewogen und danach freigelassen. Die Beprobung wurde jedes Jahr auf einer anderen Fläche innerhalb der Parzelle durchgeführt. Zusätzlich wurden die Individuen in ökologische Gruppen eingeteilt: Epigäische (Streubewohner), endogäische (flachgrabende) und anezische (tiefgrabende) Arten.



**Abb. 11:** A) Austreiben der Regenwürmer durch Flutung des Bodens mit einer 100 mg/l AITC-Lösung. B) Bodenprobe-Entnahme in der Mitte einer Parzelle.

### Ästhetische Beurteilung blühender Ackerwildkräuter und der Behandlungsvarianten

Zur visuellen Bewertung blühender Ackerwildkräuter und des gesamten Blütenaspektes der Untersuchungsflächen wurden zwei verschiedenen Fragebögen erstellt. Der erste Fragebogen stellte die fünf verschiedenen Aussaatvarianten der Praxisbetriebe dar (100 Teilnehmer\*innen; Anhang 3). Auf dem zweiten Fragebogen sind 25 verschiedene (seltene und häufig vorkommende) Ackerwildkrautarten auf Fotos dargestellt (100 Teilnehmer\*innen; Anhang 4 und Anhang 5). Die Teilnehmer (mit und ohne Vorkenntnisse von Ackerwildkräutern und aus verschiedenen Berufsfeldern) wurden aufgefordert, die verschiedenen Arten und Behandlungsvarianten nach ihrer Ästhetik in fünf Stufen („gefällt mir sehr gut“ bis „gefällt mir nicht“) zu bewerten.

## 2.5 Statistische Analysen

Alle statistischen Analysen wurden mit dem Statistik-Programm R, Version 4.0.3 (R Core Team 2020) durchgeführt. Die Ergebnisse des Parzellenversuches und der Praxisbetriebe wurden separat ausgewertet. Der Effekt der verschiedenen Behandlungsvarianten auf die Zielvariablen (Pflanzendiversität, Kultur- und Wildkrautbiomasse, blütenbesuchende Wildbienen, Anzahl der Blattläuse, Parasitierungsrate und Räuber-Beute-Verhältnis) wurde mit linearen gemischten Modellen analysiert (*lme*; library *nlme* version 3.1-150, Pinheiro et al. 2020).

Durch die zu erwartende zeitliche Verzögerung der Effekte der unterschiedlichen Varianten, wurden bei folgenden Zielvariablen die Jahre separat analysiert: Anzahl und Biomasse von Regenwürmern, organische Bodensubstanz, Gesamtstickstoff im Boden, pH-Wert. Bei diesen Modellen waren „Variante“, „Jahr“ und deren Interaktion („Variante\*Jahr“) die erklärenden Variablen. Im Gegensatz dazu, wurden bei folgenden Zielvariablen die Jahre nicht getrennt analysiert: Pflanzendiversität, Kultur- und Wildkrautbiomasse, blütenbesuchende Wildbienen, Anzahl der Blattläuse, Parasitierungsrate und Räuber-Beute-Verhältnis. Bei diesen Modellen war nur „Variante“ die erklärende Variable.

Um die räumliche und zeitliche Autokorrelation in den Modellen zu berücksichtigen, wurde für den Parzellenversuch „Feld“ (n = 2; Standort der Ackerwildkraut-Parzellen und separater Standort der Blühstreifen) und „Wiederholung“ (n = 5) und für die Praxisbetriebe „Landwirt“ (n = 10; insgesamt zehn Landwirte) als *random effect* einbezogen. Um Heteroskedastizität zu vermeiden, wurden die Varianzfunktionen (*varIdent*) „Jahr“, „Kulturpflanzeneinsaat“ oder „Jahr und Kulturpflanzeneinsaat“ (*varComb*) verwendet (Zuur et al. 2009). Wenn mehrere Varianzfunktionen angewendet wurden, wurde das Modell mit dem niedrigsten AIC-Wert (Akaike Information Criterion) gewählt (Zuur et al. 2009). Falls nötig, wurden die Zielvariablen log- oder log+1-transformiert, um die Annahme auf Normalverteilung zu erfüllen. Modellvereinfachung wurde anhand des niedrigsten AIC-Wertes schrittweise durchgeführt (*stepAIC*; library *MASS* Version 7.3-53, Pinheiro et al. 2020). Die Unterschiede zwischen den Varianten wurden mit Sidak Post-Hoc Tests ermittelt (*clt*; library *emmeans* version 1.5.2-1; Lenth et al. 2020). Im Text werden Mittelwerte  $\pm$  SD dargestellt (*ddply*; library *plyr* version 1.8.6, Wickham 2011).

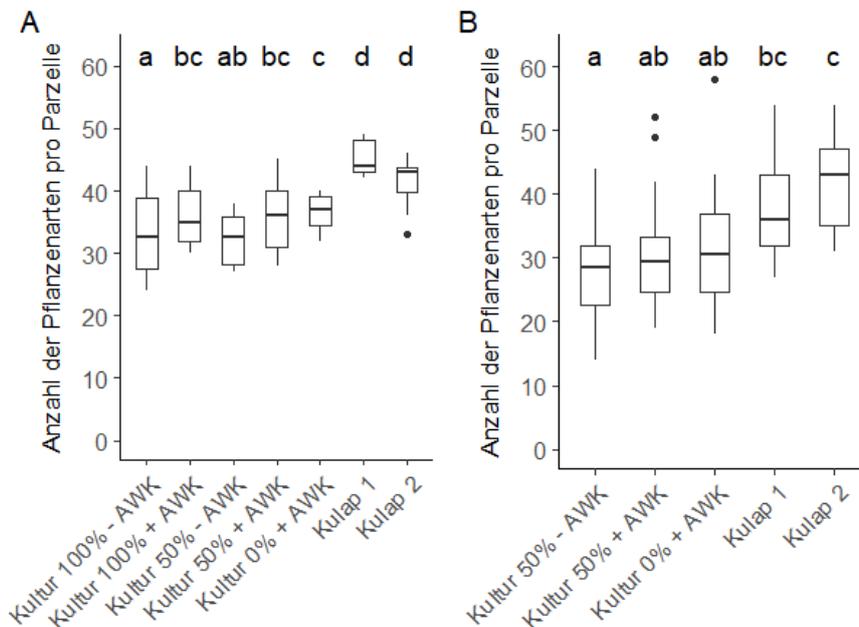
Die Pflanzen-Bestäuber-Netzwerke wurden mit dem R-Package (Dormann et al. 2009) analysiert. In die Berechnungen flossen die beiden Versuchsjahre 2018 und 2019 ein. Alle Interaktionen wurden durch die Anzahl der Parzellen, in denen die jeweilige Pflanzenart geblüht hatte, geteilt. Folgende Netzwerk-Indices wurden pro Pflanzenart berechnet: *species strength* (Verbundenheit der Arten; Bascompte et al. 2006), *effective partners* (Vielfalt der Partner; Bersier et al. 2002) und *d'* (Spezialisierungsindex; Brütting et al. 2012). Die Pflanzenarten wurden in drei Gruppen eingeteilt: seltenen Ackerwildkräuter, Arten der Blühflächen und sonstige Ackerwildkräuter. Um die Unterschiede zwischen den Pflanzengruppen zu analysieren wurden abschließend Kruskal-Wallis-Tests durchgeführt.

## 2.6 Ergebnisse und Diskussion

### Phytodiversität und Etablierungserfolg

Im Parzellenversuch war die Anzahl aller Pflanzenarten auf Parzellen mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter höher als auf Parzellen ohne Einsaat (Abb. 12, Anhang 6 und Anhang 7). Auf den Praxisbetrieben war die Phytodiversität auf Parzellen mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ebenfalls höher, jedoch nicht signifikant (Abb. 12 und Anhang 7). Die Aussaatdichte der Kulturpflanzen hatte keinen Einfluss auf die pflanzliche Artenvielfalt. Sowohl

im Parzellenversuch als auch auf den Praxisbetrieben war die Phytodiversität in den beiden Blühflächen am höchsten. Dabei gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den ein- und mehrjährigen Blühflächen.



**Abb. 12:** Boxplots der Phytodiversität (inklusive seltener Ackerwildkräuter) aller Versuchsjahre auf dem (A) Parzellenversuch und (B) den Praxisbetrieben. Kulap 1 = einjährige Blühfläche, Kulap 2 = mehrjährige Blühfläche. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Behandlungsvarianten. Analysen wurden mit *lme*s und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuch) der Varianten Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9. Die Behandlungsvariante Kulap 1 im zweiten Versuchsjahr wurde von diesen Analysen ausgeschlossen.

In unserem Versuch führte die Aussaat seltener Ackerwildkräuter und der Blühflächen zu einer erhöhten Phytodiversität. Trotzdem müssen diese Blühmischungen anders bewertet werden, da sie normalerweise nach Ende der Förderung dieser Agrarumweltmaßnahme umgebrochen werden und im Gegensatz zu Ackerwildkräutern keine Samenbanken aufbauen und somit nur temporär wirken. Durch den Umbruch verlieren viele der durch die Maßnahme zunächst geförderten Blütenbesucher und Nützlinge ihre Lebensgrundlage. Da Organismen wie die Wildbienen dauerhafte Ressourcen benötigen (Schmid-Egger und Witt 2014), sind derartige Maßnahmen nicht nachhaltig. Im Gegensatz dazu kann, bei sorgfältiger Flächenauswahl, die Wirkung der Einsaat seltener Ackerwildkräuter über den Aufbau von Samenbanken nachhaltiger als ein- oder mehrjährige Blühflächen sein. So können sich eingesäte Ackerwildkräuter an geeigneten Standorten immer wieder von selbst regenerieren und die oft teure Nachsaat der Blühmischungen überflüssig machen. Des Weiteren setzen sich vor allem einjährige Blühflächen hauptsächlich aus Kulturarten und Gräsern zusammen. Blütenressourcen von Wildarten sind aber für z.B. Wildbienen unersetzlich (Rollin et al. 2013). Generell sollten Blühmischungen nicht als Fördermittel- und Standortkonkurrenz zu Ackerwildkrautschutz stehen: auf nährstoffarmen, weniger produktiven Standorten und Grenzertragsböden sollte der Ackerwildkrautschutz Vorrang haben (van Elsen und Loritz 2013).

In unserer Studie kam es generell zur erfolgreichen Etablierung der seltenen Ackerwildkräuter, sowohl im Parzellenversuch, als auch auf den Praxisbetrieben (Abb. 13). Die mittlere Individuendichte der seltenen Arten auf dem Parzellenversuch war im Wintergetreide ( $228,8 \pm 81,2$  Individuen pro  $m^2$ ) höher als im Sommergetreide ( $96,8 \pm 41,6$  Individuen pro  $m^2$ ). Dass das Wintergetreide erst im zweiten Jahr angebaut wurde, belegt, wie erfolgreich solche Einsaaten sein können. Auf den Praxisbetrieben war die Individuendichte im Sommergetreide ( $92,2 \pm 43,1$  Individuen pro  $m^2$ ) geringfügig höher als im Wintergetreide ( $83,9 \pm 70,4$  Individuen pro  $m^2$ ). Die Anzahl der seltenen Ackerwildkrautarten zeigte eine vergleichbare Tendenz (Anhang 8): Auf dem Parzellenversuch war die Artenzahl im Wintergetreide ( $7,6 \pm 0,9$  Arten pro  $m^2$ ) höher als im Sommergetreide ( $7,2 \pm 1,3$  Arten pro  $m^2$ ), wohingegen auf den Praxisbetrieben die Anzahl der Arten seltener Ackerwildkräuter im Sommergetreide ( $7,2 \pm 1,2$  Arten pro  $m^2$ ) höher war als im Wintergetreide ( $6,2 \pm 1,5$  Arten pro  $m^2$ ). Die reduzierte Kulturdichte wirkte sich positiv auf die Individuendichte und die Anzahl der seltenen Ackerwildkrautarten aus. Parzellen ohne Kulturpflanzeneinsaat hatten auf dem Parzellenversuch und auf den Praxisbetrieben nur im Wintergetreide eine höhere Individuendichte als Parzellen mit Kultureinsaat (Abb. 13). Im Gegensatz dazu war die Anzahl der selteneren Ackerwildkrautarten auf den Parzellen ohne Kultureinsaat im ersten Versuchsjahr höher als im zweiten Versuchsjahr (Anhang 8). Der Etablierungserfolg war artspezifisch (Anhang 9): Auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben wiesen, bis auf *Sherardia arvensis*, vor allem die sommerannuellen Arten schlechte Etablierungserfolge auf. Sowohl auf dem Parzellenversuch als auch auf den Praxisbetrieben etablierten sich die Arten *Sherardia arvensis*, *Legousia speculum-veneris*, *Valerianella dentata* und *Consolida regalis* am besten. Die Reduktion der Kulturdichte hatte unterschiedliche Effekte auf die Arten: Interessanterweise sank bei fast allen seltenen Ackerwildkräutern (außer *C. regalis*) die Individuendichte auf Parzellen ohne Kultureinsaat, aber nur auf dem Parzellenversuch. Auf den Praxisbetrieben zeigten fast alle Arten (außer *S. arvensis*) dagegen erhöhte Individuendichten wenn keine Kultur ausgesät wurde.

Die Ergebnisse der Samenbankproben ergaben, dass das Samenpotential seltener Ackerwildkräuter auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben in Parzelle ohne Kultur am höchsten was (Abb. 14). Nach einjährigem Anbau von Sommergetreide auf den Parzellenversuchsflächen wurden weniger keimfähige Samen in den Samenbanken gefunden als auf denselben Parzellen nach einem weiteren Versuchsjahr in dem Klee gras angebaut wurde. Insgesamt war die Anzahl der keimfähigen Samen auf den Praxisbetrieben geringer als im Parzellenversuch. Genauso wie bereits bei den gezählten Individuendichten war das Samenpotenzial artspezifisch sehr unterschiedlich (Anhang 10).

Der potenzielle Erfolg der Wiederansiedlung seltener Ackerwildkräuter durch Ansaaten ausgewählter Arten wurde inzwischen mehrfach wissenschaftlich belegt (Albrecht et al. 2016; Lang et al. 2018; Lang et al. 2016; van Elsen und Hotze 2008; Wagner et al. 2017). Diese Renaturierungsmaßnahme von Äckern könnte deshalb eine ideale Ergänzung zu Schutzvorhaben wie z.B. dem Programm „100 Äcker für die Vielfalt“, das zwar sehr erfolgreich zur Sicherung der artenschutzfachlich wertvollsten Äcker Deutschlands beiträgt, aber nur relativ wenige Standorte und kleine Flächen abdeckt, darstellen (Meyer und Leuschner 2015). Die Reduktion der Kulturdichte wirkte sich positiv auf den Etablierungserfolg der seltenen Ackerwildkräuter aus. Dies wurde bereits in vorherigen Studien beschrieben (Hotze et al. 2009; Wagner et al. 2017) und könnte auf fehlende Konkurrenz zurückzuführen sein: Nutzpflanzen und Ackerwildkräuter konkurrieren um oberirdische (z. B. Licht und Raum) und unterirdische (z. B. Wasser und Bodennährstoffe) Ressourcen. Die Verringerung der Konkurrenz durch eine Reduktion der Kulturdichte begünstigt den Etablierungserfolg von Ackerwildkräutern. Interessanterweise war die Individuendichte der seltenen Ackerwildkräuter auf den Parzellen ohne Kultureinsaat im ersten Versuchsjahr am geringsten. Das ersten Versuchsjahr wies eine

höhere mittlere Temperatur auf (DWD 2018). Dadurch könnte sich die reduzierte Kultureinsaat positiv auf die seltenen Ackerwildkräuter ausgewirkt haben, da eine erhöhte Pflanzendeckung die Transpiration der Böden verringert und sich dadurch positiv auf den Wasserhaushalt auswirkt. Außerdem reduziert die Kultur den Konkurrenzdruck durch andere, konkurrenzstarke Unkräuter, wie z.B. die auf dem Parzellenversuch in hoher Deckung vorkommende Art *Anthemis arvensis*.

Der artspezifische Etablierungserfolg unserer Studie wurde bereits von Lang et al. (2018) beschrieben. Auch dort etablierten sich *Legousia speculum-veneris* und *Consolida regalis* besser als *Buglossoides arvensis*. Ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Etablierung ist die Fähigkeit der Arten schnell stabile Populationen aufzubauen. Bei *C. regalis* und *L. speculum-veneris* war das Samenpotential in den Samenbanken nach zwei Jahren viel höher als die anfängliche Aussaatmenge der Arten. So wurden beispielsweise 150 Samen pro m<sup>2</sup> jeweils von *C. regalis* und *L. speculum-veneris* ausgesät und 771,0 ± 949,3 *C. regalis*-Samen pro m<sup>2</sup> und 699,4 ± 952,1 *L. speculum-veneris*-Samen pro m<sup>2</sup> in den Samenbankproben gezählt. Auch *Sherardia arvensis*, *Papaver rhoeas* und *Valerianella dentata* hatten über die zwei Jahre hinweg eine stabile Population aufgebaut. Dies könnte daran liegen, dass kleine Samen eine höhere Wahrscheinlichkeit haben persistente Samenbanken aufzubauen (Gaba et al. 2017; Thompson et al. 1993). An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass *V. dentata* auf dem Parzellenversuch bereits bodenständig war und sich *L. speculum-veneris*, *C. regalis* und *B. arvensis* aus Vorversuchen auf dem Parzellenversuch erfolgreich etabliert hatten, was zu einer „Kontamination“ durch diese Arten führte. Im Vergleich zu den nach Versuchsbeginn erfassten Samen- und Individuenzahlen waren deren Beitrag allerdings gering. Andere Arten wie *Lathyrus tuberosus*, *Neslia paniculata* und *Kickxia spuria* konnten sich nicht erfolgreich etablieren. Dies hatte wahrscheinlich unterschiedliche Gründe: *K. spuria* z.B. ist eine spät blühende und dementsprechend spät samende Art. Für eine erfolgreiche Etablierung braucht sie einen späten Stoppelumbruch. In unserem Versuch wurden die Stoppel im frühen September umgebrochen und durch den trockenen Sommer 2018 keimten die seltenen Ackerwildkräuter verspätet. Dadurch hatte *K. spuria* im September noch nicht ausgesamt. *L. tuberosus* und *N. paniculata* hatten eine generell schlechte Etablierung. Dies könnte v.a. bei *L. tuberosus* an den großen Samen und der Trockenheit im ersten Versuchsjahr gelegen haben. Da diese Art wie viele Fabaceae eine sehr feste Samenschale hat und ausreichend Feuchtigkeit zur Keimung braucht, könnte die Trockenheit im Untersuchungszeitraum die Keimung der Samen beeinträchtigt haben. Außerdem sind die Samen von *L. tuberosus* groß und nährstoffreich und könnten durch Samenprädation verschleppt worden sein.

Da das Hauptziel der Studie die Ökosystemfunktionen der seltenen Ackerwildkräuter war und deren Etablierungserfolg in jüngster Zeit durch mehrere andere Untersuchungen beschrieben wurde (Lang et al. 2020; Lang et al. 2018; Lang et al. 2016), wird der Etablierungserfolg hier nicht weiter diskutiert. .

Version	3	4	5	6	7	8	9	10	Praxisbetriebe	
2018	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Kleegras	Kleegras	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide
	56,2 ± 18,9	88,4 ± 31,1	64,4 ± 19,2			100,0 ± 16,6	113,2 ± 30,6	101,0 ± 16,1	93,9 ± 43,7	90,5 ± 44,9
2019	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide
	169,0 ± 53,0	110,8 ± 33,9	68,6 ± 17,2	184,4 ± 53,7	167,4 ± 27,5	25,4 ± 6,9	31,8 ± 11,5	21,2 ± 6,1	104,7 ± 83,0	63,1 ± 51,2
2020				Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide					
				306,6 ± 74,6	256,8 ± 79,8					

**Abb. 13:** Anzahl der seltenen Ackerwildkräuter auf dem Parzellenversuch und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte ± Standardabweichung der Individuendichte pro m<sup>2</sup> aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5.

Version	3	4	5	8	9	10	Praxisbetriebe	
2018	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide
				1057,4 ± 502,3	176,2 ± 90,5	242,3 ± 181,0		
2019	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Kleegrass	Kleegrass	Kleegrass	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide
	8293,7 ± 1578,2	6983,0 ± 1736,0	4284,5 ± 1126,9	4240,5 ± 789,5	2742,5 ± 746,4	2114,7 ± 885,1	7654,9 ± 7042,4	3486,0 ± 2363,9

**Abb. 14:** Bodensamenvorräte seltener Ackerwildkräuter pro m<sup>2</sup> auf den Flächen des Parzellenversuchs und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte ± Standardabweichung aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante: n = 5.

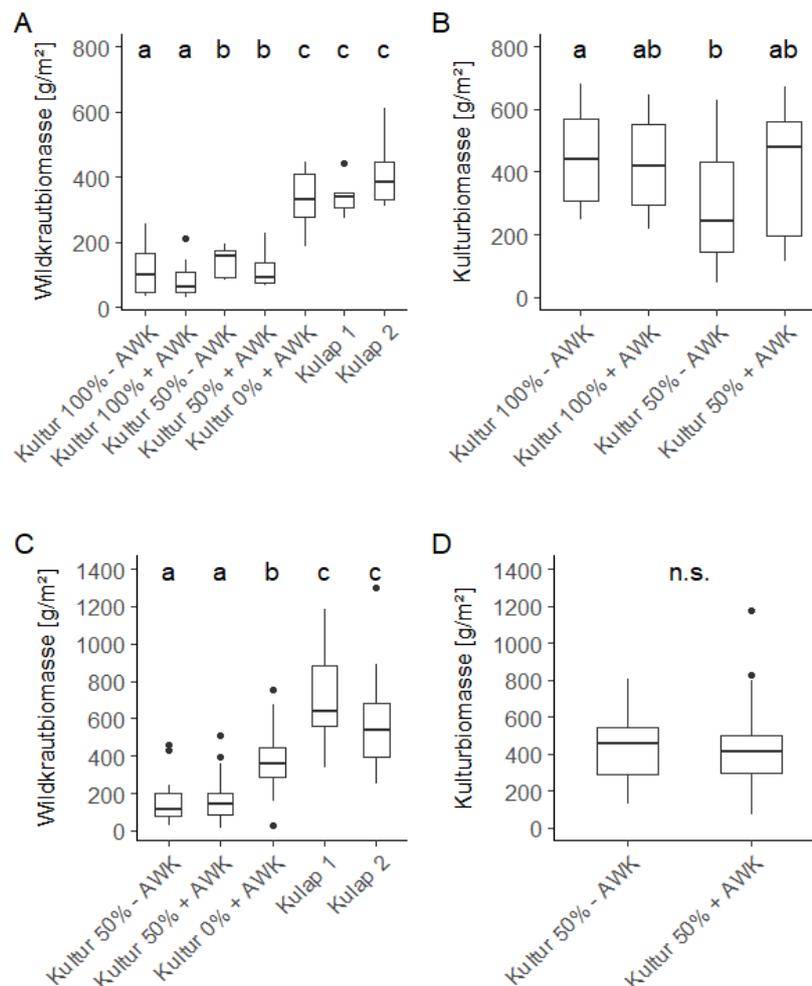
### Kultur- und Wildkrautbiomasse

Auf dem Parzellenversuch war die Wildkrautbiomasse auf den beiden Blühflächen (einjährige: 342,6 ± 63,7 g/m<sup>2</sup> und mehrjährige: 408,7 ± 101,2 g/m<sup>2</sup>) und auf den Parzellen ohne Kulturpflanzeneinsaat (333,7 ± 87,9 g/m<sup>2</sup>) am höchsten, gefolgt von Parzellen mit reduzierter (mit Ackerwildkräutern: 113,0 ± 51,7 g/m<sup>2</sup>; ohne Ackerwildkräuter: 139,5 ± 44,1 g/m<sup>2</sup>) und danach regulärer Kultureinsaatdichte (ohne Ackerwildkräuter: 114,4 ± 78,8 g/m<sup>2</sup>; mit Ackerwildkräutern: 80,1 ± 51,9 g/m<sup>2</sup>; Abb. 15 und Anhang 7). Blühflächen enthalten oft schnellwüchsige und konkurrenzstarke Wildkraut- und Kulturarten, die einen schnellen Bestandsschluss gewährleisten und die potenzielle Massenentwicklung von Schadpflanzen verhindern sollen (Ghasemi und Volz 2019; Schmidt und Volz 2013). Außerdem werden manche Blühflächen auch zur Biogasproduktion angelegt (Schmidt und Volz 2013), was auch für eine Auswahl konkurrenzstarker Arten spricht.

Auch auf den Praxisbetrieben war die Wildkrautbiomasse auf den Blühflächen (Einjährige: 713,4 ± 240,7 g/m<sup>2</sup>; Mehrjährige: 593,6 ± 259,2 g/m<sup>2</sup>) am höchsten, gefolgt von Parzellen ohne Kultureinsaat (376,1 ± 165,9 g/m<sup>2</sup>) und danach von Parzellen mit Kultureinsaat (mit Ackerwildkräutern: 170,6 ± 126,9 g/m<sup>2</sup>; ohne Ackerwildkräuter: 148,9 ± 119,9 g/m<sup>2</sup>; Abb. 15 und Anhang 7). Auch hier hatte die Einsaat seltener Ackerwildkräuter keinen signifikanten Effekt auf die gesamte Wildkrautbiomasse. Auf dem Parzellenversuch beeinflusste die Kulturaussaatdichte die Wildkrautbiomasse. Mehrere Studien zeigten, dass seltene Ackerwildkräuter empfindlich auf Konkurrenz mit Kulturpflanzen und/oder dominante Schadunkräutern reagieren können (Epperlein et al. 2014; Kleijn und van der Voort 1997; Rotchés-Ribalta et al. 2020). Daher ist es nachvollziehbar, dass die Wildkrautbiomasse nicht durch die Einsaat seltener Ackerwildkräuter beeinflusst wurde.

Auf dem Parzellenversuch war die Kulturbiomasse auf Parzellen mit reduzierter Kultureinsaat und ohne Einsaat seltener Ackerwildkräuter am geringsten (Abb. 15). Sowohl auf den Praxisbetrieben, als auch auf dem Parzellenversuch gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Parzellen mit und ohne eingesäte seltene Ackerwildkräuter (Abb. 15 und Anhang 7). Diese deutet darauf hin, dass die Einsaat seltener Ackerpflanzen aufgrund ihrer geringen Konkurrenzfähigkeit (Holzner und Glauning 2005) nur geringen Einfluss auf die Kulturpflanzenproduktivität hat. In der Studie von Lang et al. (2018) wurden Ertragsverluste von ~10 % dokumentiert, wenn zu der Kultur 410 Samen pro m<sup>2</sup> der konkurrenzschwachen

Ackerwildkräuter *Legousia speculum-veneris*, *Consolida regalis* und *Buglossoides arvensis* gesät wurden. In unserem Versuch wurden hingegen 1400 Samen pro m<sup>2</sup> gesät und keine messbaren Kulturbiomassenverluste gemessen. Dies entspricht den Ergebnissen von Epperlein et al. (2014), in deren Untersuchungen die höchsten Getreideerträge erzielt wurden, wenn Weizen in Kombination mit *L. speculum-veneris* und in geringer Aussaatdichte des Ackerwildkrautes *Stellaria media* ausgesät wurde, verglichen mit Varianten, in denen nur eine der beiden Ackerwildkräuter gesät wurde. Diese Ergebnisse könnten ihren Ursprung in sogenannten Facilitation-Effekten (positive Interaktion zwischen mehrerer Arten) zurückzuführen sein und darauf hindeuten, dass Ackerwildkräuter Ressourcen nutzen, welche für Kulturpflanzen nicht zur Verfügung stehen und dadurch die Gesamtbiomassenproduktion erhöhen (Storkey und Westbury 2007). Bei der Diskussion der Biomasseanalysen muss angemerkt werden, dass der Hagelschlag im Sommer 2019 große Schäden an den Kulturen und an der Segetalvegetation angerichtet hat. Die Ertragsausfälle waren von Standort zu Standort unterschiedlich und reichten von keinem Hagelschaden bis zu 90% Ertragsverlust (Abb. 1).

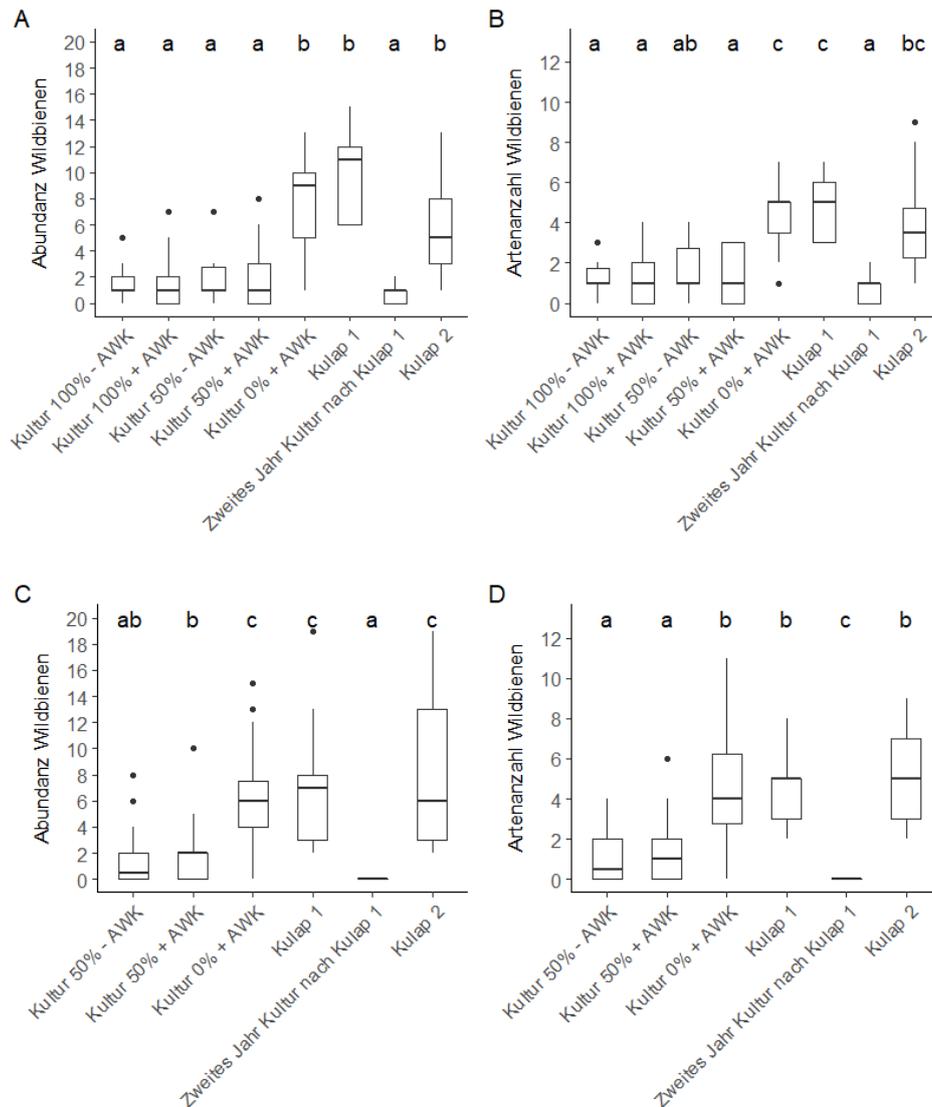


**Abb. 15:** Boxplots der (A, C) Wildkraut- und (B, D) Kulturbiomasse auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die zwei Versuchsjahre wurden zusammen analysiert. Die Kleinbuchstaben stellen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten dar. „n.s.“ bedeutet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchsvarianten gab. Analysen wurden mit *lmes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9. Die Behandlungsvariante Kulap 1 im zweiten Versuchsjahr wurde von diesen Analysen ausgeschlossen. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert.

### Blütenbesuchende Wildbienen

Insgesamt wurden über den Untersuchungszeitraum von drei Jahren auf dem Parzellenversuch und zwei Jahren auf den Praxisbetrieben 763 blütenbesuchende Wildbienen aus 72 Arten beobachtet (auf dem Parzellenversuch 348 Individuen aus 41 Arten und auf den Praxisbetrieben 415 Individuen aus 55 Arten; Anhang 11). Auf dem Parzellenversuch war *Lasioglossum pauxillum* mit 80 Individuen die am häufigsten beobachtete Art, gefolgt von *Bombus hortorum* (75 Individuen) und *B. pascuorum* (47 Individuen). Die am häufigsten beobachtete Arten auf den Praxisbetrieben waren *L. pauxillum* (87 Individuen), *B. lapidarius* (34 Individuen) und *B. terrestris* (26 Individuen). Von den gesammelten Wildbienen sind 14 Arten in Deutschland und/oder Bayern auf der Roten Liste (Anhang 11). Auf der Roten Liste Deutschlands ist eine dieser Arten stark gefährdet (*Andrena floricola*), sieben Arten sind gefährdet und sechs Arten sind auf der Vorwarnstufe. In der Roten Liste Bayerns sind drei Arten stark gefährdet (*A. floricola*, *Lasioglossum aeratum*, *L. quadrinotatum*), vier Arten gefährdet, fünf Arten stehen auf der Vorwarnstufe und bei einer Art (*Andrena alfkenella*) ist eine Gefährdung anzunehmen (Anhang 11). Insgesamt wurden über den Untersuchungszeitraum von drei Jahren auf dem Parzellenversuch und zwei Jahren auf den Praxisbetrieben 309 blütenbesuchende Honigbienen (*Apis mellifera*) beobachtet (auf dem Parzellenversuch 76 Individuen und auf den Praxisbetrieben 233 Individuen). Auf den Praxisbetrieben wurden die meisten Honigbienen auf den mehrjährigen Blühflächen (92 Individuen), gefolgt von einjährigen Blühflächen (nur 2018; 54 Individuen) und Parzellen mit Ackerwildkräutern, aber ohne Kultureinsaat (42 Individuen) erfasst. Weil auf dem Parzellenversuch Honigbienenenvölker neben den Ackerparzellen gehalten wurden, wurden die meisten Honigbienen auf den Ackerparzellen (63 Individuen) und nicht auf den Blühflächenparzellen (13 Individuen) erfasst.

Sowohl auf dem Parzellenversuch, als auch auf den Praxisbetrieben wurden die meisten blütenbesuchenden Wildbienen und Wildbienenarten auf Parzellen mit Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur, einjährigen Blühflächen im ersten Jahr und auf mehrjährigen Blühflächen abgesammelt (Abb. 16, Anhang 12 und Anhang 7). Die Einsaat seltenerer Ackerwildkräuter hatte keinen signifikanten Effekt auf die Abundanz und Artenzahl blütenbesuchender Wildbienen, weder auf dem Parzellenversuch, noch auf den Praxisbetrieben. Auf dem Parzellenversuch hatte die reduzierte Kulturaussaatstärke keinen Einfluss auf Wildbienen. Nachdem die einjährige Blühmischung im zweiten Versuchsjahr wieder in die reguläre Bewirtschaftung überging, wurden dort signifikant weniger blütenbesuchende Wildbienen und weniger Arten als im Vorjahr gefunden.



**Abb. 16:** Boxplots der (A, B) Abundanz- und (C, D) Artenzahl der Wildbienen pro 1,0 m × 0,58 m auf dem (A, C) Parzellenversuch und den (B, D) Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre wurden zusammen analysiert, aber separat dargestellt. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. Analysen wurden mit *lme*s und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kultur 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) der Varianten Kulap 1 und zweites Jahr Kultur nach Kulap 1 = 5; Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK, Kulap 2 = 10; Kultur 0 % + AWK = 15; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) Kultur 50 % - AWK, Kultur 50 % + AWK, Kultur 0 % + AWK = 20; Kulap 2 = 17; Kulap 1 = 9.

Unsere Studie belegt das die Einsatz seltener Ackerwildkräuter ohne Kulturpflanzeneinsatz dieselbe Abundanz und Artenzahl blütenbesuchender Wildbienen anzieht wie einjährige oder mehrjährige Blühflächen. Die Wiederansiedelung von seltenen Ackerwildkräutern kann also Wildbienengesellschaften begünstigen. Ein wichtiger Vorteil von Ackerwildkräutern gegenüber Blühflächen besteht darin, dass Arten der Blühmischungen nach der Beendigung der Agrarumweltmaßnahme in der Regel verschwinden, da Landwirt\*innen zur üblichen Bewirtschaftung zurückkehren. Die auf Blühflächen eingesäten Arten bilden keine persistenten Samenbanken aus und können dadurch keine nachhaltigen Blütenressourcen für Wildbienen bereitstellen. Im Gegensatz dazu können Ackerwildkräuter langlebige Samenbanken aufbauen (Bakker et al. 1996) und sind so in der Lage, ungünstige Phasen zu überdauern bis

geeignete Keimungsbedingungen auftreten. Auch wenn seltene Ackerwildkräuter oft nur relativ kleine Samenbanken ausbilden und ohne Samennachlieferung nicht unbeschränkt überdauern (Albrecht 1994), kann dies bei gelegentlicher Reproduktion in extensiv bewirtschafteten Äckern für eine erfolgreiche Etablierung und die Bereitstellung nachhaltiger Blütenressourcen für Wildbienen reichen. Dies führt wiederum dazu, dass regelmäßige Nachsaaten überflüssig werden. Deshalb erweisen sich Blühflächen eher als effiziente Maßnahmen zur Unterstützung der Wildbienengesellschaft für kurze Zeiträume, im Vergleich zur Aussaat von seltenen Ackerwildkräutern sind sie allerdings weniger nachhaltig. Seltene Ackerwildkräuter sind an nährstoffarme Standorte angepasst und die Etablierung seltener Arten an solchen Standorten kann Wildbienen fördern. Auf nährstoffreichen Böden sollten zur Förderung von Wildbienen wegen der geringen Konkurrenzkraft der meisten seltenen Ackerwildkräuter eher Blühflächen angelegt werden. Diese Strategie könnte Standortkonkurrenz zwischen Ackerwildkräutern und Blühflächen vermindern.

In unserer Studie hatte die Einsaat seltener Ackerwildkräuter mit Kultur keinen signifikanten Effekt auf die Artenzahl und Abundanz der Wildbienen. Im Gegensatz zu Blühflächen und der Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur könnten seltene Ackerwildkräuter, die in die Kultur eingesät werden, eine Doppel-Nutzung der Fläche („land-sharing“) ermöglichen: einerseits könnten Erträge erzielt werden und andererseits potentiell die Blütenressourcen für Wildbienen auf einer größeren räumlichen Skala erhöht werden. Dies wiederum könnte über einen längeren Zeitraum die Qualität der Lebensräume verbessern. Der Naturschutz sollte beide Ansätze berücksichtigen: Die Einsaat seltener Ackerwildkräuter ohne Kulturpflanzen, sowie konventionelle Blühflächen können Wildbienen neue Lebensräume zur Verfügung stellen, während die Einsaat seltener Ackerwildkräuter mit Kulturpflanzen Blütenressourcen in einem großen räumlichen Maßstab bereitstellt.

Die Berechnungen der Pflanzen-Bestäuber-Netzwerke beider Jahre zeigen, dass nachdem jede Pflanzenart mit der Anzahl der Parzellen, in denen sie geblüht hatte, korrigiert wurde, auf seltenen Ackerwildkräutern (12,5 % auf dem Parzellenversuch und 14,0 % auf den Praxisbetrieben) weniger Wildbienen als auf Arten von Blühflächen (37,0 % auf dem Parzellenversuch und 34,4 % auf den Praxisbetrieben) nachgewiesen wurden (Anhang 13). Die sonstigen Ackerwildkräuter lockten 37,0 % der Wildbienen auf dem Parzellenversuch und 34,4 % auf den Praxisbetrieben an. Die drei Indizes zur Beschreibung der Abhängigkeit von Pflanzenarten und Blütenbesuchern, *species strength* (Parzellenversuch:  $\chi^2 = 2,0$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,37$ ; Praxisbetriebe:  $\chi^2 = 5,2$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,07$ ), *effective partners* (Parzellenversuch:  $\chi^2 = 1,2$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,54$ ; Praxisbetriebe:  $\chi^2 = 2,7$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,26$ ), und *d'* (Parzellenversuch:  $\chi^2 = 0,5$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,77$ ; Praxisbetriebe:  $\chi^2 = 1,7$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,42$ ) unterschieden sich weder auf dem Parzellenversuch noch bei der Praxisbetriebe signifikant zwischen den Pflanzengruppen seltene und sonstige Ackerwildkräuter und Arten der Blühflächen. Allerdings war die *species strength* der Wildbienen ( $1,8 \pm 1,3$ ) und die Anzahl der Interaktionspartner (*effective partners*  $3,0 \pm 1,4$ ) auf dem Parzellenversuch am höchsten bei seltenen im Vergleich zu sonstigen Ackerwildkräutern (*species strength*:  $1,1 \pm 1,5$ ; *effective partners*:  $2,8 \pm 2,3$ ) und Arten der Blühflächen (*species strength*:  $1,3 \pm 1,3$ ; *effective partners*:  $2,4 \pm 1,9$ ). Auch auf den Praxisbetrieben waren die *effective partners* der Wildbienen am höchsten bei selten ( $4,3 \pm 3,5$ ) im Vergleich zu sonstigen ( $2,6 \pm 2,0$ ) Ackerwildkräutern und Arten der Blühflächen ( $3,6 \pm 3,5$ ; Anhang 13).

In unserer Studie wurden Pflanzen mit besonderen Blütenmerkmalen (*Legousia speculum-veneris* und *Consolida regalis*) tendenziell von Wildbienenarten mit bestimmten Präferenzen

besucht (Teilergebnisse aus dem Parzellenversuch im Anhang 14): *Andrena bicolor* wurde fast ausschließlich auf *L. speculum-veneris* beobachtet, da die zweite Generation dieser Wildbiene eine Affinität zu Campanulaceae hat (Schmid-Egger und Scheuchl 1997). Arten dieser Pflanzenfamilie sind auf Ackerflächen normalerweise nur selten zu finden, weshalb deren Einsaat eine wichtige Ausweitung des Blütenangebots bedeutet. Da die Blüten von *C. regalis* einen sehr langen Sporn haben, wurde diese Pflanze meist von *Bombus hortorum*, einer Hummel mit sehr langer Zunge, besucht. In unserem Untersuchungsgebiet waren die sonstigen Ackerwildkräuter weniger attraktiv für Wildbienen, da sie hauptsächlich kleine radiale und weiße (*Aethusa cyanapium* L., *Achillea millefolium*, etc.) oder gelbe (*Anthemis arvensis*) Blüten bildeten. Zwar gibt es im Gebiet auch häufigere, blaublütige Ackerwildkräuter (*Veronica* spp.), deren Blüten sind aber in der Regel klein und sehr blass. Neben den seltenen Ackerwildkräutern lockten auch Pflanzenarten der Blühstreifen erfolgreich Wildbienen an (Bsp. *Phacelia tanacetifolia* Benth.). Da die Pflanzen der Blühflächen oft aus gebietsfremden Gattungen stammen, die in gärtnerischer Kultur vermehrt werden, müssen diese anders bewertet werden als heimische Wildpflanzen, da laut Rollin et al. (2013) die heimische Flora unersetzliche Blütenressourcen für Wildbienen bietet.

Die meisten der gesammelten Wildbienen sind häufige, generalistische Arten. Dies bestätigt die Studie von Haaland et al. (2011), die untersuchten, dass Blühflächen vor allem die häufigen Insekten begünstigen. Des Weiteren zeigten Rollin et al. (2016), dass die meisten Ackerpflanzen mit generalistischen Bestäubern assoziiert sind. Auch Gibson et al. (2006) zeigte, dass sich seltene Ackerwildkräuter ihre Blütenbesucher mit anderen Pflanzenarten teilen. Es ist evolutionär sinnvoll, dass seltene Ackerwildkräuter nicht ausschließlich von seltene Wildbienenarten besucht werden, da dann beide Gruppen in Agrarlandschaften kaum Überlebenschancen hätten.

Zusammengefasst zeigen unsere Ergebnisse der abgesammelten Wildbienen, dass die Aussaat seltener Ackerwildkräuter die Nischenvielfalt der Blütenressourcen für blütenbesuchende Wildbienen erhöht. Dies wiederum kann zu einer Stabilisierung der Wildbienengemeinschaft führen. Ebeling et al. (2008) erklärten den positiven Effekt einer hohen Phytodiversität auf Bestäuber durch die erhöhte Heterogenität von Blütenressourcen. Dies unterstützt unsere Ergebnisse, da die Aussaat seltener Ackerwildkräuter durch das Hinzufügen von Blüten mit unterschiedlichen Merkmalen, wie Blütenbedeckung, Größe und Form, die Blütenressourcen erhöht. Die Erhaltung von Wildbienen in Agrarlandschaften muss eine hohe Phytodiversität mit nicht nur seltenen, sondern auch häufigen Ackerpflanzenarten berücksichtigen. In der Praxis kann die Aussaat von konkurrenzschwachen seltenen Ackerwildkräutern ein vielversprechendes Mittel zur Förderung von Blütenbesuchern in Agrarlandschaften sein, vorausgesetzt die Samenbank enthält keine Schadunkräuter.

Insgesamt kamen auf den Blüten und in den Farbschalen 18 Wildbienenarten sowohl im Parzellenversuch als auch auf den Praxisbetrieben vor. Innerhalb von drei Jahren wurden auf dem Parzellenversuch in den Farbschalen 630 Wildbienen aus 51 Arten gefangen (Anhang 11). 26 dieser Arten (51 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 559 Individuen) wurden auch beim Blütenbesuchen abgesammelt: *Andrena alfkenella*, *A. bicolor*, *A. flavipes*, *A. minutula*, *A. minutuloides*, *Bombus hortorum*, *B. lapidarius*, *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. soroensis*, *Halictus rubicundus*, *Halictus simplex* agg., *Halictus tumulorum*, *Hylaeus brevicornis*, *Hylaeus communis*, *Hylaeus hyalinatus*, *Lasioglossum calceatum*, *L. laticeps*, *L. minutissimum*, *L. morio*, *L. pauxillum*, *L. villosulum*, *L. zonulum*, *Osmia spinulosa*, *O. truncorum* und *Stelis breviscula*. Dahingegen wurden 15 Arten (29 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 28

Individuen) nur beim Blütenbesuchen beobachtet und 25 Arten (49 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 71 Individuen) nur in den Farbschalen nachgewiesen. Auf dem Parzellenversuch konnten durch die Farbschalen noch folgende Rote Liste Arten nachgewiesen werden: *Bombus jonellus* (3 Individuen), *Bombus ruderarius* (4 Individuen), *Halictus eurygnathus* (3 Individuen), *Hylaeus pectoralis* (1 Individuum), *Lasioglossum aeratum* (1 Individuum), *Megachile ligniseca* (1 Individuum) und *Megachile pilidens* (1 Individuum). Folgende Rote Liste Arten wurden auf dem Parzellenversuch abgesammelt, aber nicht in den Farbschalen erfasst: *Andrena floricola* (1 Individuum), *Anthidiellum strigatum* (1 Individuum), *Bombus sylvarum* (1 Individuum), *Colletes similis* (2 Individuen) und *Lasioglossum lativentre* (1 Individuum).

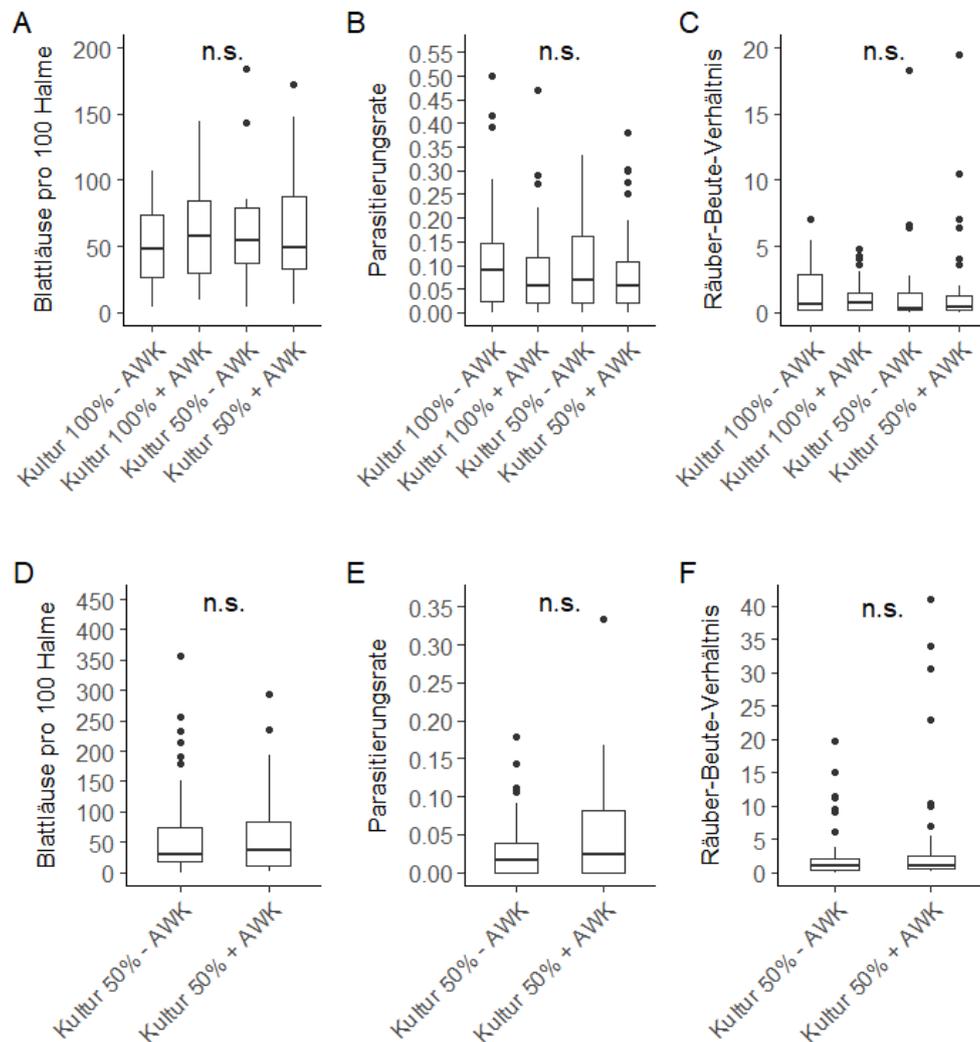
Auf den Praxisbetrieben wurden innerhalb von zwei Jahren in den Farbschalen 1520 Wildbienen aus 65 Arten gefangen (Anhang 11). 40 dieser Arten (62 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 1361 Individuen) wurden auch beim Blütenbesuchen abgesammelt. Dahingegen wurden 15 Arten (23 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 36 Individuen) nur beim Blütenbesuchen beobachtet und 25 Arten (39 % aller Wildbienenarten in Farbschalen; 159 Individuen) nur in den Farbschalen nachgewiesen. Auf den Praxisbetrieben konnten durch die Farbschalen noch folgende Rote Liste Arten (entweder RL Bayern und/oder RL Deutschland) nachgewiesen werden: *Halictus sexcinctus* (2 Individuen), *Lasioglossum minutulum* (3 Individuen), *Lasioglossum sabulosum* (1 Individuum) und *Megachile centuncularis* (1 Individuum). Folgende Rote Liste Arten wurden auf den Praxisbetrieben abgesammelt, aber nicht in den Farbschalen erfasst: *Bombus humilis* (1 Individuum), *Bombus veteranus* (14 Individuen), *Lasioglossum aeratum* (1 Individuum), *Lasioglossum interruptum* (1 Individuum),

Sowohl auf dem Parzellenversuch, als auch auf den Praxisbetrieben konnte die Mehrzahl der abgesammelten Wildbienenarten auch in den Farbschalen nachgewiesen werden. Dies weist darauf hin, dass die beobachteten Wildbienen die Wildbienengesellschaft der Standorte gut repräsentieren. Auch sind die Arten, die in den Farbschalen und beim Absammeln erfasst wurden eher häufige und meist nicht bedrohte Arten. Des Weiteren wurden auf den Praxisbetrieben mehr Wildbienenarten und –Individuen als auf dem Parzellenversuch nachgewiesen. Dies zeigt, dass vor allem mobile Organismen, wie Wildbienen, immer im Landschaftskontext zu sehen sind. Zukünftige Studien sollten den Effekt der Einsaat seltener Ackerwildkräuter großflächig untersuchen.

### Biologische Schädlingsregulierung

Insgesamt wurden 8300 Blattlausindividuen auf dem Parzellenversuch (4103 in 2018, 2296 in 2019 und 1901 Individuen in 2020) und 4915 auf den Praxisbetrieben (4151 in 2018 und 764 Individuen in 2019) erfasst. Die Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter hatte weder auf dem Parzellenversuch (Abb. 17) noch auf den Praxisbetrieben (Abb. 17) einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Blattläuse. Auch die reduzierte Kulturpflanzeneinsaat hatte keinen Einfluss auf die Blattlausdichte auf dem Parzellenversuch (Abb. 17). Die Blattlausdichte betrug zur Getreideblüte  $82,0 \pm 35,7$  auf dem Parzellenversuch und  $60,8 \pm 70,9$  Blattläuse pro 100 Halme auf den Praxisbetrieben. Zur Milchreife des Getreides betrug die Blattlausdichte  $36,7 \pm 25,8$  auf dem Parzellenversuch und  $68,6 \pm 82,3$  Blattläuse pro 100 Halme auf den Praxisbetrieben. Insgesamt wurden 639 Blattlausmumien auf dem Parzellenversuch und 161 auf den Praxisbetrieben erfasst. Die Einsaat der Ackerwildkräuter hatte weder auf dem Parzellenversuch (Abb. 17B), noch auf den Praxisbetrieben (Abb. 17) einen signifikanten Einfluss auf die Parasitierungsrate. Die Parasitierungsrate betrug zur Getreideblüte  $0,038 \pm 0,035$  auf dem Parzellenversuch und  $0,03 \pm 0,06$  auf den Praxisbetrieben. Zur Milchreife des

Getreides stieg die Parasitierungsrate auf  $0,15 \pm 0,12$  auf dem Parzellenversuch und  $0,06 \pm 0,07$  auf den Praxisbetrieben. Auch das Räuber-Beute Verhältnis wurde weder auf dem Parzellenversuch, noch auf den Praxisbetrieben von der Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter oder der Kulturdichte signifikant beeinflusst. Jedoch wiesen auf den Praxisbetrieben Parzellen mit eingesäten Ackerwildkräutern ( $5,0 \pm 10,0$  Prädatoren/Läuse) ein höheres Räuber-Beute-Verhältnis auf als Parzellen ohne Ackerwildkrauteinsaat ( $2,9 \pm 4,7$  Prädatoren/Läuse).



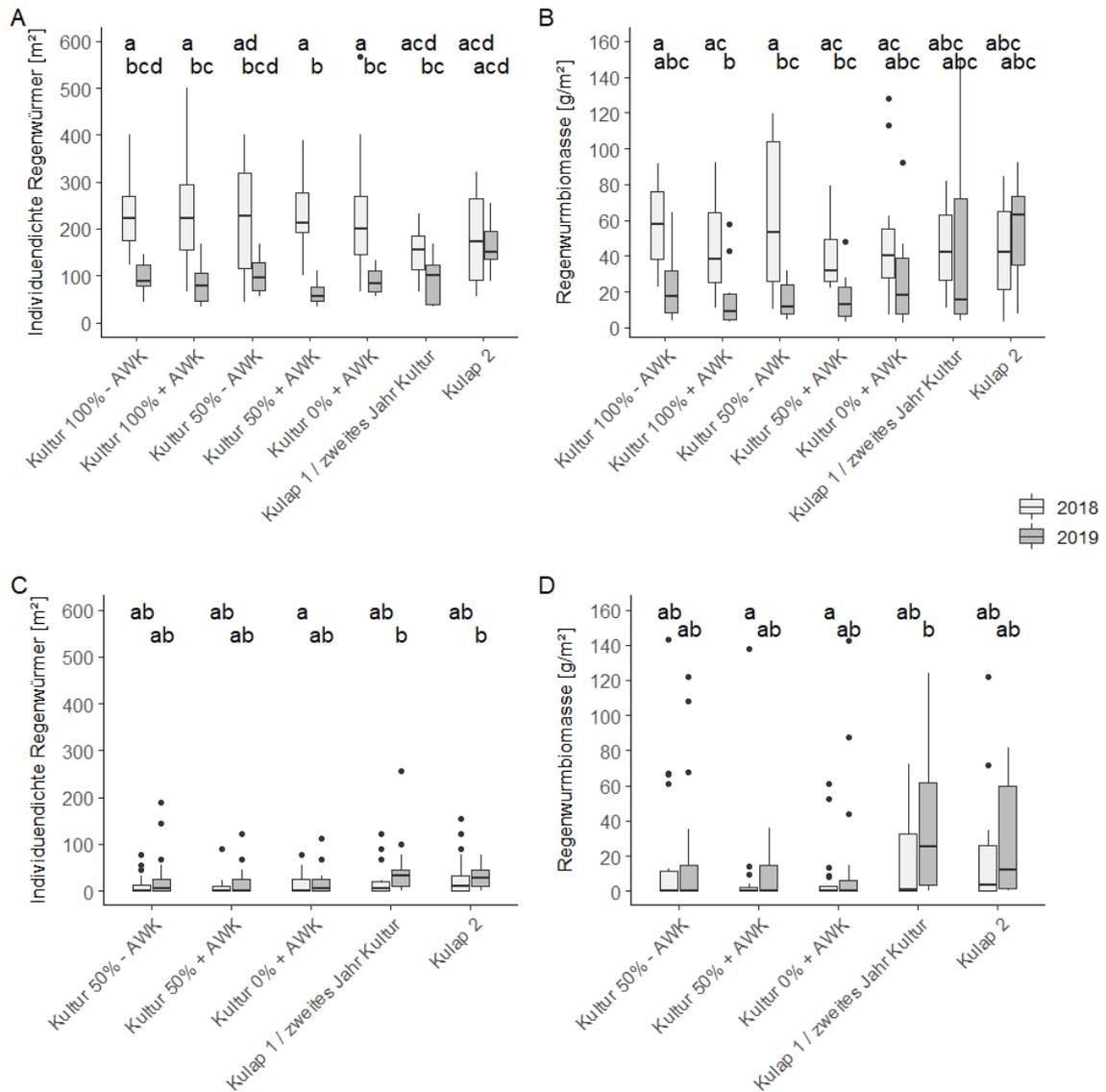
**Abb. 17:** Boxplots der (A, D) Blattlausanzahl pro 100 Halme, (B, E) der Parasitierungsrate und (C, F) des Räuber-Beute Verhältnisses der in der Vegetation und auf dem Boden lebender Prädatoren auf dem (A, B, C) Parzellenversuch und den (D, E, F) Praxisbetrieben. Die Versuchsjahre wurden zusammen analysiert. „n.s.“ bedeutet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchsvarianten gab. Analysen wurden mit *lme*s durchgeführt. Stichprobengröße (Parzellenversuchs) der Varianten Kultur 100 % - AWK, Kultur 50 % - AWK = 10; Kultur 100 % + AWK, Kultur 50 % + AWK = 20. Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten = 20

Nach Barbosa et al. (2009) kann die Widerstandskraft von Kulturpflanzen gegenüber herbivoren Schädlingen durch die Begleitflora beeinflusst werden. Demzufolge war zu erwarten, dass die Erhöhung der Phytodiversität durch die Einsaat seltener Ackerwildkräuter zu einer Reduktion der Blattläuse führt. In unserer Studie wurde die Anzahl der Blattläuse, deren Parasitierungsraten und das Räuber-Beute Verhältnis jedoch nicht von der Einsaat der Ackerwildkräuter beeinflusst. Die Mechanismen hinter diesen Prozessen sind divers. So kann

z.B. eine Erhöhung der Beikräuter eine erhöhte Dichte der Prädatoren mit sich bringen (Letourneau et al. 2011). Auch dies konnte in unserer Studie nicht belegt werden, da die Einsaat der Ackerwildkräuter weder die Parasitierungsrate noch das Räuber-Beute Verhältnis beeinflusst hat. Generell sind für die biologische Schädlingsregulierung vor allem folgende drei Ressourcen entscheidend: Anzahl der Blattläuse/Beute (Verfügbarkeit der Nahrung für Prädatoren), Blütenressourcen (da für viele Prädatoren auch Nektar eine wichtige Nahrungsressource ist) und grasdominierte Standorte zum Überwintern (Ramsden et al. 2015). Die generelle Blattlausdichte auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben war im Vergleich zu anderen Studien repräsentativ bis eher gering (Schmidt et al. 2003; Thies et al. 2011). Was die Blütenressourcen betrifft, zeigte Ramsden et al. (2015) in ihrer Studie, dass die Einsaat von Blühflächen um Getreideäcker die Abundanz von Blattlausprädatoren positiv beeinflusste. Hier hatte die Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter und damit eine Erhöhung der Blütenressourcen keinen Einfluss auf die Blattlausprädatoren, obwohl das Blütenangebot durch die Einsaat erhöht wurde. Laufkäfer, Spinnen, Schwebfliegen und Marienkäfer sind mobile Organismen und die Einsaat der Ackerwildkräuter hat das Blütenangebot auf der gesamten Fläche verbessert, was wiederum dazu geführt haben könnte, dass sich diese Taxa auf der gesamten Fläche verteilt haben. Außerdem sind in die Samenbank auf dem Parzellenversuch viele großblütige Pflanzenarten, sodass das Blütenangebot in Parzellen ohne Einsaat seltener Ackerwildkräuter auch recht hoch war. Des Weiteren ist der bereits sehr diverse Acker des Parzellenversuches kein günstigen Habitat für Massenparasiten wie Blattläuse, da die Fläche seit 1974 ökologisch bewirtschaftet wird, weshalb es wahrscheinlich bereits vor unseren Versuchen recht stabile und diverse Prädatorengesellschaften gab, vor allem weil der Schlag von Hecken, also semi-natürlichen Habitaten umgeben ist, was sich wiederum positiv auf die Schädlingsregulierung auswirkt (Bianchi et al. 2006).

#### Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt im Boden

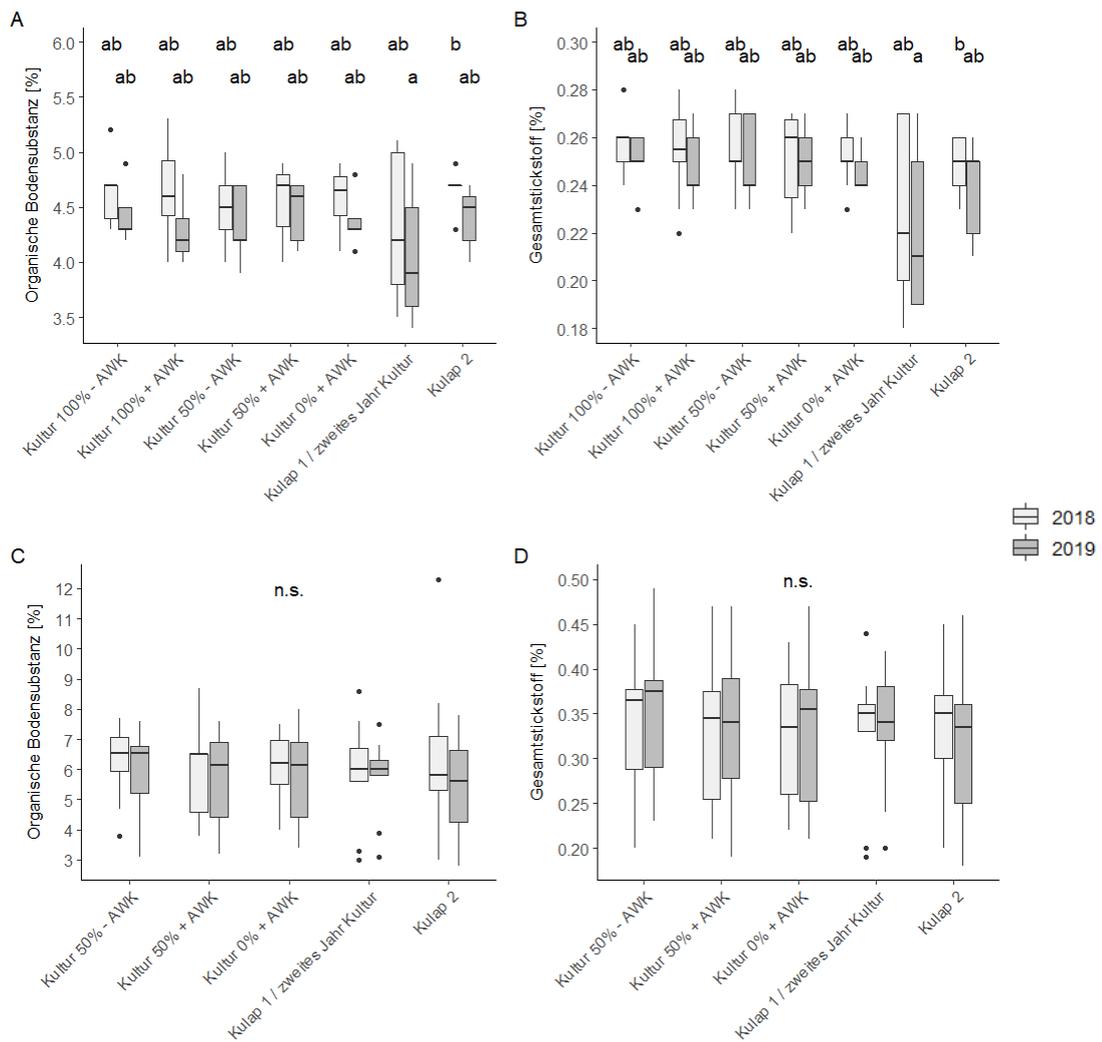
Die Regenwurmabundanz und -biomasse auf dem Parzellenversuch wurde weder von der Einsaat seltener Ackerwildkräuter oder durch die Blühflächen, noch von den unterschiedlichen Kulturdichten beeinflusst (Abb. 18 und Anhang 7). Jedoch nahm die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer vom ersten zum zweiten Versuchsjahr ab (Abundanz:  $216,2 \pm 102,7$  im ersten und  $98,1 \pm 48,7$  Individuen pro  $m^2$  im zweiten Versuchsjahr; Biomasse:  $46,3 \pm 27,1$  im ersten und  $27,9 \pm 28,9$   $g/m^2$  im zweiten Versuchsjahr). Auf den Praxisbetrieben wurde die Regenwurmabundanz und -biomasse nicht von den verschiedenen Behandlungsvarianten, sondern nur teilweise von den Studienjahren beeinflusst (Abundanz:  $18,2 \pm 31,8$  im ersten und  $28,5 \pm 42,6$  Individuen pro  $m^2$  im zweiten Versuchsjahr; Biomasse:  $13,6 \pm 30,0$  im ersten und  $20,8 \pm 33,2$   $g/m^2$  im zweiten Versuchsjahr). Die stark unterschiedliche Bewirtschaftung der teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe führte zu einer großen Varianz der Regenwurmbestände bei den Praxisbetrieben. Generell war die Regenwurmabundanz und -biomasse auf den Praxisbetrieben erheblich geringer als auf dem Parzellenversuch.



**Abb. 18:** Boxplots der (A, C) Individuendichte und (B, D) Biomasse der Regenwürmer pro m<sup>2</sup> auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. Analysen wurden mit *lmes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert.

Die organische Substanz und der Gesamtstickstoff im Boden wurde auf dem Parzellenversuch nicht von der Einsaat seltener Ackerwildkräuter, Blühflächen oder unterschiedlichen Kulturdichten beeinflusst (Abb. 19 und Anhang 7). Die organische Substanz nahm in allen Behandlungen vom ersten ( $4,6 \pm 0,4$  %) zum zweiten ( $4,3 \pm 0,4$  %) Versuchsjahr ab, jedoch nicht signifikant. Auf den Praxisbetrieben wurde die organische Bodensubstanz und der Gesamtstickstoff weder von den verschiedenen Behandlungsvarianten, noch von den beiden Studienjahren beeinflusst. Die pH-Werte im Boden unterschieden sich auf dem Parzellenversuch zwischen den Blühflächen ( $6,5 \pm 0,3$ ) und den Ackerwildkraut-Parzellen ( $7,0 \pm 0,2$ ; Anhang 15). Die Einsaat der seltener Ackerwildkräuter hatte weder auf dem

Parzellenversuch, noch auf den Praxisbetrieben einen signifikanten Einfluss auf die pH-Werte des Bodens (Anhang 15 und Anhang 7). Die pH-Werte stiegen vom ersten zum zweiten Versuchsjahr auf den Praxisbetrieben ( $7,3 \pm 0,2$  im ersten und  $7,4 \pm 0,2$  im zweiten Versuchsjahr) signifikant. Der Phosphorgehalt im Boden ( $P_2O_5$ ) wurde auf dem Parzellenversuch weder von den Behandlungen, noch von den Versuchsjahren beeinflusst (Anhang 7). Im Gegensatz dazu, wurde der Phosphor auf den Praxisbetrieben von den unterschiedlichen Behandlungsvarianten, nicht aber von den Versuchsjahren, beeinflusst (Anhang 7): Wenn seltenen Ackerwildkräuter mit Kultur eingesät wurde, war der Phosphorgehalt geringer ( $31,4 \pm 18,8$  mg/100g), als ohne Einsaat der seltenen Arten ( $9,0 \pm 20,1$  mg/100g).



**Abb. 19:** Boxplots der (A, C) organische Substanz und (B, D) des Gesamtstickstoffs auf dem (A, B) Parzellenversuch und den (C, D) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Versuchsvarianten. n.s. = nicht signifikant. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr. Abb. aus Twerski et al. (2021) verändert.

Die Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit (Regenwurmabundanz und –biomasse) und die Bodennährstoffe (organische Bodensubstanz, Gesamtstickstoff, pH-Wert und Phosphor) nahmen im Laufe des Versuches auf den Parzellenversuch ab. Die Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter hatte aber weder auf dem Parzellenversuch, noch auf den Praxisbetrieben einen Einfluss auf Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffhaushalt. Vor Projektbeginn wurde auf dem Parzellenversuch über zwei Jahre hinweg Klee gras angebaut. Ein darauffolgender zweijähriger Getreideanbau könnte der Hauptgrund für den Rückgang der Regenwurmabundanz und -biomasse und der Nährstoffe im Boden während des Untersuchungszeitraums sein: Während des Klee gras-Anbaus akkumulierte sich organische Bodensubstanz, welche in der zweijährigen Getreideanbauphase verbraucht wurde, was wiederum einen negativen Effekt auf Regenwurmabundanz und –biomasse gehabt haben könnte. Zusätzlich wurde das Getreide und Stroh nach dem ersten Versuchsjahr von der Fläche entfernt, was den Verlust an organischer Substanz verstärkt haben könnte. Außerdem könnte die zweijährige Bodenruhe während des Klee gras-Anbaus die erhöhte Abundanz und Biomasse der Regenwürmer zum Beginn des Versuches begünstigt haben. In dem Paper von van Groenigen et al. (2014) wird diskutiert, dass Regenwürmer Pflanzenwachstum durch eine erhöhte Stickstoffmineralisierung fördern. Besonders in nährstoffarmen und stickstofflimitierten Systemen ist es wichtig Ernterückstände zu vermulchen und in den Oberboden einzuarbeiten, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen und dadurch Nahrungsressourcen für Regenwürmer zur Verfügung zu stellen. Die flachgründigen Böden in unserem Untersuchungsgebiet sind von Natur aus eher nährstoffarm und zusätzlich ist das Ausbringen von Mineraldüngern in der ökologischen Landwirtschaft verboten. Dadurch hatte das Ausbringen von Leguminosen in der Klee grasmischung einen größeren Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit als die Aussaat seltener Ackerwildkräuter.

Ein wichtiger und ungenügend erforschter Aspekt ist, ob die Phytodiversität die Regenwurmaktivität positiv beeinflussen kann. Für Grünland konnte bereits ein positiver Einfluss der Phytodiversität auf die Regenwürmer gezeigt werden (Spehn et al. 2000). Allerdings diskutieren Milcu et al. (2006), dass sich nicht Quantität der Pflanzenarten per se, sondern eher die Qualität der Phytodiversität, also die Artenzusammensetzung, auf Regenwürmer positiv auswirken kann. Auch Eisenhauer et al. (2009) zeigten in ihrer Grünland-Studie, dass Leguminosen einen positiven Effekt auf Regenwürmer haben können. In unserer Studie wurde nur eine seltene Ackerwildkrautart aus der Familie der Fabaceae ausgesät, nämlich *Lathyrus tuberosus*. Diese Art hatte einen sehr schlechten Etablierungserfolg, da die Keimung im ersten Versuchsjahr aufgrund der hohen Temperaturen und des mangelnden Wasserangebots gering war. Dies könnte dazu beigetragen haben, dass in unserer Studie die Einsaat seltener Ackerwildkräuter keinen signifikanten Effekt auf die Regenwurmabundanz und –biomasse hatte. Dadurch, dass Leguminosen mit Rote Liste-Status generell wenig zu Anzahl und Biomasse seltener Ackerwildkräuter auf mitteleuropäischen Äckern beitragen (Metzing et al. 2018), könnte ihre Funktion als Stickstoffquelle für Regenwürmer von geringer Bedeutung sein. Außerdem wurde in der Studie von Milcu et al. (2006) die Bedeutung der Meso- und Makrofauna Interaktionen beschrieben. Hier wurden solche Interaktionen nicht analysiert, was in zukünftigen Studien berücksichtigt werden sollte.

Nach Walter und Burmeister (2017) ist eine mittlere Besiedlungsdichte von Regenwürmern auf Äckern bei 60 bis 170 Individuen pro m<sup>2</sup>. Unsere Untersuchungen zeigten auf den Praxisbetrieben eine geringe (< 60 Individuen pro m<sup>2</sup>) und auf dem Parzellenversuch im ersten Versuchsjahr eine hohe Besiedlungsdichte (> 170 Individuen pro m<sup>2</sup>). In der Studie von Wagner und Volz (2014) wurden Regenwürmern auf mehrjährigen Blühflächen nach zwei Jahren und auf Äckern beprobt und miteinander verglichen. In deren Studie war die Biomasse und Individuendichte auf mehrjährigen Blühflächen nach zwei Jahren drei Mal höher als in Äckern. In unserer Studie stieg der Mittelwert der Regenwurmbiomasse im zweiten Versuchsjahr an,

jedoch nicht signifikant. Die Steigung der Regenwurmbiomasse und –Individuendichte auf mehrjährigen Blühflächen wurde wahrscheinlich von der reduzierten Bodenbearbeitung und der erhöhten Vegetationsdeckung, die das Transpirieren des Bodens vermindert, verursacht (Wagner und Volz 2014).

Auf den Praxisbetrieben unterschieden sich die Behandlungsvarianten nicht, sondern nur teilweise die verschiedenen Untersuchungsjahre hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit und der Nährstoffverfügbarkeit. Die in unserem Projekt teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe unterschieden sich stark hinsichtlich der Bewirtschaftungsart (ökologisch und konventionell), der Bewirtschaftungsintensität und der Bodeneigenschaften (hoher oder niedriger Anteil von Schotter). Daher waren wahrscheinlich die Unterschiede zwischen den Betrieben in ihrer Bewirtschaftungsart und -Häufigkeit zu groß, um signifikante Effekte der Einsaat seltener Ackerwildkräuter auf die Regenwurmbiomasse und -biomasse zu erfassen.

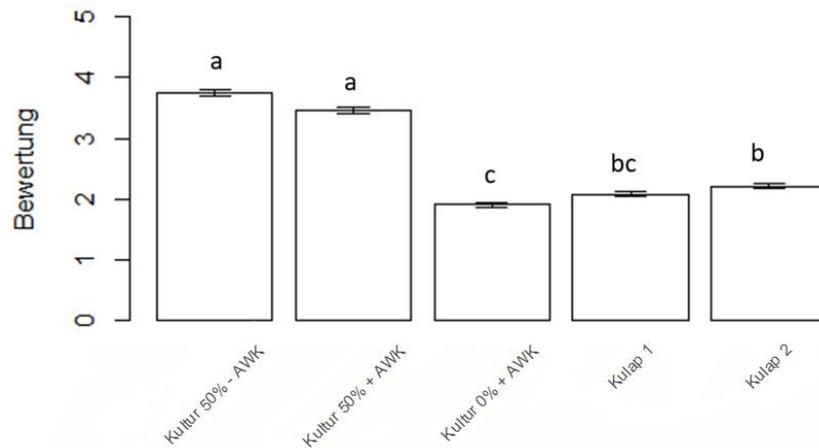
### Ästhetische Beurteilung blühender Ackerwildkräuter und der Behandlungsvarianten

Die Umfragen zur Ästhetik der Behandlungsvarianten wurden von den Teilnehmer\*innen unterschiedlich bewertet (

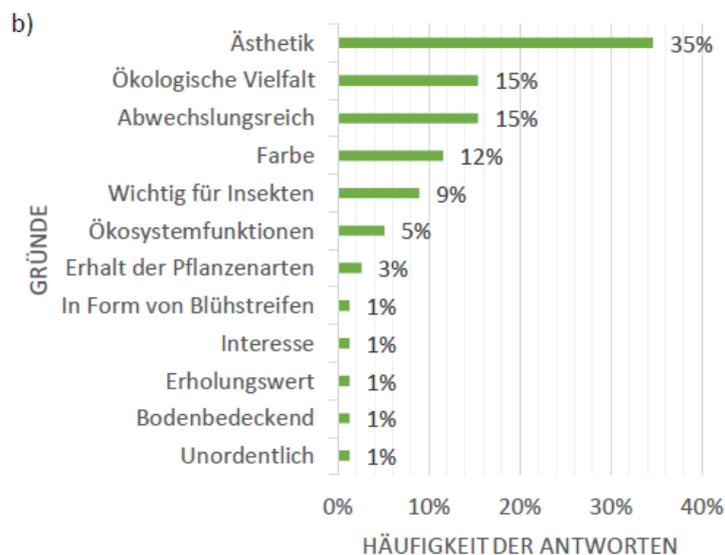
Abb. 20). Dabei wurden die beiden Varianten mit Kultureinsaat, unabhängig davon ob Ackerwildkräuter eingesät ( $3,5 \pm 1,1$ ) wurden oder nicht ( $3,7 \pm 1,1$ ), als am wenigsten ästhetisch bewertet. Parzellen mit Einsaat von seltener Ackerwildkräuter ohne Kultur ( $1,9 \pm 0,9$ ) wurden am besten bewertet, gefolgt von den einjährigen ( $2,1 \pm 1,0$ ) und den mehrjährigen Blühflächen ( $2,2 \pm 1,0$ ; Daten und Auswertung aus Grünwald 2019).

Die Frage, ob Ackerwildkräuter für das Landschaftsbild von Bedeutung sind, bejahten 88 % der Teilnehmer\*innen. Insgesamt wurden 12 verschiedene Gründe für die Wichtigkeit von Ackerwildkräutern für das Landschaftsbild genannt (Abb. 21). Dabei wurde als wichtigster Grund der ästhetische Aspekt genannt (35 %), gefolgt von der „Ökologischen Vielfalt“ und dem „Abwechslungsreichtum“ (jeweils 15 %). 12 % der befragten nannten den Farbaspekt und 9 % die Relevanz der Ackerwildkräuter für Insekten als Hauptgrund für die Wichtigkeit von Ackerwildkräutern. Nur 5 % der Teilnehmer\*innen nannten die Ökosystemfunktionen und sogar nur 3 % den Artenschutz als Grund für den Wert von Ackerwildkräutern (Daten und Auswertung aus Grünwald 2019).

Hinsicht der Landschaftsästhetik wurden Parzellen ohne Kultureinsaat favorisiert, wobei die Behandlungsvariante mit nur Ackerwildkräutern am ästhetischen bewertet wurde. Als Hauptgrund für die positive Bewertung der Parzellen ohne Kultur wurde „Ästhetik“ genannt, was wahrscheinlich einerseits an der hohen Blütendeckung und Blütenvielfalt, andererseits an den unterschiedlichen Blütenfarben gelegen haben könnte. Des Weiteren könnte die positive Bewertung kulturfreier Parzellen nach Junge et al. (2015) von der als besonders ästhetisch bewerteten vertikalen Strukturvielfalt abgeleitet werden: In diesen Behandlungsvarianten wuchsen verschieden hohe Pflanzenarten, welche im Vergleich zu Parzellen mit homogen wachsenden Kulturpflanzen als strukturreich gewirkt haben könnten.



**Abb. 20:** Bewertung der Ästhetik der Behandlungsvarianten (1 = sehr ästhetisch und 5 = unästhetisch). Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Behandlungsvarianten. Analysen wurden mit *Imes* und Tukey Post-Hoc Tests durchgeführt. Stichprobengröße = 100 Personen. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019).

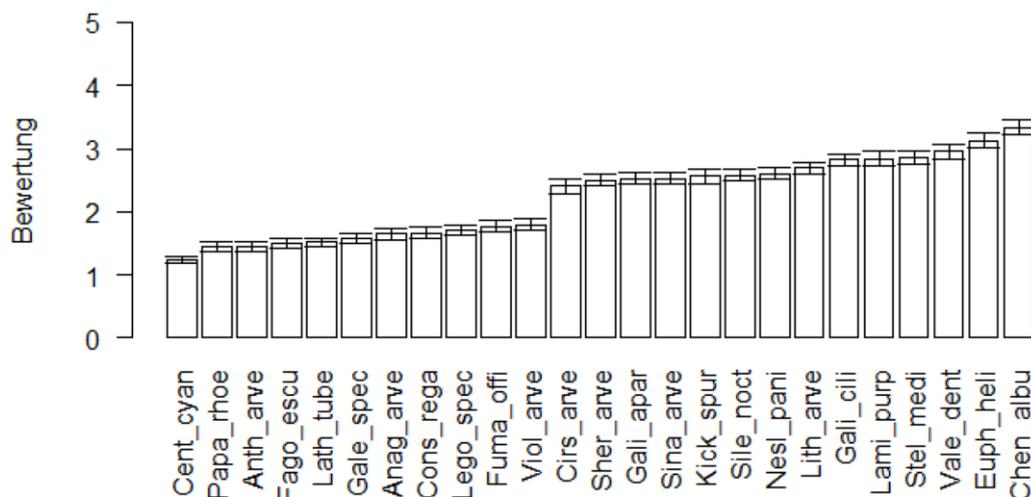


**Abb. 21:** Gründe der Teilnehmer\*innen für den Schutz von Ackerwildkräutern. Dargestellt ist die Beantwortung der Frage „Finden Sie Ackerwildkräuter wichtig für das Landschaftsbild?“. Stichprobengröße = 99. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019).

Die Proband\*innen bewerteten die 25 Ackerwildkrautarten als sehr unterschiedlich. Dabei wurde *Cyanus segetum* ( $1,2 \pm 0,5$ ), *Papaver rhoeas* ( $1,4 \pm 0,8$ ) und *Anthemis arvensis* ( $1,5 \pm 0,8$ ) als sehr ästhetisch und *Valerianella dentata* ( $3,0 \pm 1,1$ ), *Euphorbia helioscopia* ( $3,1 \pm 1,1$ ) und *Chenopodium album* ( $3,3 \pm 1,1$ ) als besonders unästhetisch bewertet (Abb. 22). Die seltenen Ackerwildkräuter wurden unterschiedlich empfunden: Sie belegten in der Umfrage die Ränge 2, 5, 8, 9, 13, 16, 17, 18, 19 und 23 (Rang 1 = sehr ästhetisch). Die am häufigsten genannten Gründe für die Bewertung der Ackerwildkräuter als ästhetisch waren die Blütenform (23 %), Blütenfarbe (20 %), Blütengröße (14%), Blütenanzahl (14 %) und Blütenstand (10 %; Abb. 22 und Anhang 16). Die häufigste Begründung für das Einstufen von Ackerwildkräutern

als unästhetisch war „Unscheinbarkeit“ (48 %; Anhang 16; Daten und Auswertung aus Grünwald 2019).

In der Studie Hůla und Flegr (2016) wurden blaue Blüten als am ästhetischsten und gelbe Blüten als am wenigsten ästhetisch bewerte. Auch bei der Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter wurden zwei blau/lila blühende Pflanzenarten gut bewertet, nämlich *Consolida regalis* und *Legousia speculum-veneris*, welche damit entscheidend zur Ästhetik dieser Parzellen beigetragen haben. Die blau blühende Art *Cyanus segetum*, die wegen potentieller Verunkrautungsprobleme nicht in die Parzellen eingesät wurde, wurde als am ästhetischsten bewertet. In Deutschland ist nach blau die zweit-beliebteste Farbe rot (YouGov 2015), welche durch *Papaver rhoeas* in der Einsaat der seltenen Ackerwildkräuter vertreten war und als zweitästhetischste Art genannt wurde. In der Gesamtbewertung der Schönheit war in der Studie von Hůla und Flegr (2016) die Blütenform wichtiger als die Blütenfarbe: radiärsymmetrische Blüten mit einer geringen Komplexität wurden als am schönsten bewertet. Manche Studien weisen darauf hin, dass Menschen generell Formen mit mehreren Symmetrieachsen (Tinio und Leder 2009) und runden Konturen favorisieren (Westerman et al. 2012). Dies spiegelt sich auch in unteren Ergebnissen wieder, da die drei ästhetischsten Arten (*Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas* und *Anthemis arvensis*) radiärsymmetrische Blüten bilden. In unserer Studie wurden Ackerwildkräuter mit kleinen und weißen oder grünen Blüten als unästhetisch bewertet, da diese zwar teilweise radiärsymmetrisch waren, aber doch recht unauffällige Blüten bilden und ungefärbte Blüten als weniger ästhetisch gewertet werden (Hůla und Flegr 2016).



**Abb. 22:** Bewertung der Ackerwildkräuter (1 = sehr ästhetisch und 5 = unästhetisch). Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung. Abkürzungen siehe Anhang 5. Stichprobengröße = 100 Personen. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019).

Der Blühaspekt von Ackerwildkräutern hat auf die meisten Menschen eine positive Wirkung: Äcker mit blühenden Ackerwildkräutern werden als ästhetisch beschrieben und sind mit Identität und Heimatverbundenheit assoziiert. Interessanterweise sind die drei als am ästhetischsten bewerteten Ackerwildkräuter in unserem Versuch, nämlich *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas* und *Anthemis arvensis*, typische Vertreter der Segetalflora. Diese Arten können als „Klassiker“ der Ackerwildkräuter bezeichnet werden und dadurch den Aspekt der

kulturellen Identität, welcher einen Teil der kulturellen Ökosystemdienstleistungen darstellt, unterstützen. Diese repräsentativen Arten haben einen Symbolcharakter für Ackerwildkräuter und könnten dazu beitragen die Akzeptanz der Schutzbemühungen um Ackerwildkräuter zu erhöhen und zu fördern, da oft nur Bekanntes und Vertrautes als schützenswert erkannt wird. Generell können Ackerwildkräuter die gewünschten strukturellen Aspekte der Biodiversität erfüllen (Noack et al. 2018), ein abwechslungsreiches Erscheinungsbild der Landschaft schaffen und auch als Zeugnisse der mitteleuropäischen Kulturlandschaft und damit deren Geschichte sichern. Ein Problem bei der Nutzung seltener Ackerwildkräuter für „kulturelle Ökodienstleistungen“ ist, dass kleinblütige Arten kaum wahrgenommen werden und nicht positiv empfunden werden. Sie sind klein und konkurrenzschwach und verursachen auf Ackerflächen kaum Verunkrautungsprobleme. Die drei beliebtesten, großblütigen Arten *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas* und *Anthemis arvensis* bilden gelegentlich Massenbestände und können den Kulturpflanzenertrag empfindlich beeinträchtigen.

## 2.7 Fazit und Ausblick

Agrarumweltmaßnahmen dienen dem Ziel, negative Auswirkungen der intensiven Landwirtschaft auszugleichen. Viele Programme (z. B. ökologischer Landbau oder Einsaat von Blühflächen) zielen im Allgemeinen darauf ab, die floristische und faunistische Diversität zu fördern, da Artenvielfalt entscheidend zu Ökosystemfunktionen und dadurch auch zu Ökosystemleistungen beiträgt (Cardinale et al. 2012). Leider streben nur wenige Programme speziell den Erhalt und die Förderung seltener Ackerwildkräuter an. Die Aussaat seltener Ackerwildkräuter ist ein wichtiges und geeignetes Instrument um diese Arten auf nährstoffarmen und geeigneten Standorten zu erhalten (Lang et al. 2018; Lang et al. 2016). Unsere Studie demonstriert, dass die Renaturierung von Agrarökosystemen durch die Einsaat von seltenen Ackerwildkräutern die Ökosystemfunktionen verbessern kann (Tabelle 2). In unsere Studie führte die Aussaat seltener Ackerwildkräuter zu einer höheren Pytiodiversität und dadurch, dass Pflanzen in der Regel Lebensräume für andere Organismen (z. B. Bestäuber oder Nützlinge) bieten, können solche Maßnahmen generell die Biodiversität in der Agrarlandschaft erhöhen (Bretagnolle und Gaba 2015; Marshall et al. 2003). Allerdings muss beachtet werden, dass einige Ökosystemfunktionen gegenläufig sind und deshalb verschiedene Kompromisse berücksichtigt werden müssen: Zum Beispiel kann die organische Bodensubstanz nicht erhöht werden, wenn keine zusätzliche Biomasse produziert wird, was wiederum nicht die Regenwurmmaktivitäten verbessern kann. Die optimale Bewirtschaftung auf nährstoffarmen Böden könnte Ackerwildkrautschutz und eine damit einhergehende Verbesserung der Ökosystemfunktionen von Agrarökosystemen mit der Nahrungsmittelproduktion verbinden. Gaba et al. (2020) zeigten, dass die Artenzahl von Ackerwildkräutern sich positiv auf die Multifunktionalität von Agrarflächen auswirken kann. Storkey und Westbury (2007) und Storkey (2006) betonen die Notwendigkeit dafür, dass man nützliche Ackerwildkräuter definiert und diese auf Flächen mit Getreideanbau effizient managet („land-sharing“). Dadurch könnte nachhaltige Landwirtschaft durch eine Bereitstellung von verschiedenen Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen multifunktional genutzt werden. Weitere Studien sollten flächenübergreifende Ökosystemfunktionen, wie Bestäubung und biologische Schädlingsregulierung von seltenen Ackerwildkräutern unter Einbeziehung der umgebenden Landschaft untersuchen. Außerdem müssen Langzeitstudien durchgeführt werden, damit auch der Einfluss von Ackerwildkräutern auf langwierige Prozesse, wie z.B. Mineralisierung und Bodenbildung, besser verstanden werden kann.

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Ökosystemfunktionen von seltenen Ackerwildkräutern. Links: Vergleich zwischen Nicht-Einsaat und Einsaat seltener Ackerwildkräuter (AWK) mit Kultur. Rechts: Vergleich zwischen Ackerwildkräutern ohne Kultureinsaat und Blühflächen.

Ökosystemfunktion	Kultur - AWK	vs.	Kultur + AWK	Nur AWK	vs.	Blüh- flächen
Phytodiversität	-		+	-		+
Etablierungserfolg	-		+	+		-
Wildbienen		=			=	
Biologische Schädlingsregulierung		=			<b>NA</b>	
Regenwürmer		=			=	
Bodennährstoffe		=			=	
Kulturpflanzenenertrag		=			<b>NA</b>	
Biomasseproduktion		=			=	
Landschaftsbild	-		+	+		-

### 3. Praktische Umsetzung

#### 3.1 Eine Analyse der Motivation und Akzeptanz von Landwirt\*innen bezüglich Maßnahmen des Ackerwildkrautschutzes

Abschlussbericht der Projektpartner Biobauern Naturschutz Gesellschaft

*Autorinnen: Anna Bühler, Katharina Schertler, Aline Stieglitz*

##### Einleitung

Um den besonderen Ansprüchen der Segetalflora gerecht zu werden, stehen die Wiederansiedlung von seltenen Arten sowie eine extensivere Bewirtschaftung im Fokus von Wissenschaft und Praxis. Die Samenbanken auf Ackerflächen sind auf Grund der langfristigen intensiven Bewirtschaftung und die dadurch verhinderte Nachlieferung von Samen erschöpft (Bischoff und Mahn 2000), sodass die Re-Etablierung von Populationen vor Ort immer unwahrscheinlicher wird und die Wiederansiedlung somit seit etwa einem Jahrzehnt verstärkt an Bedeutung gewinnt (Meyer und Gottwald 2020). Mit der Wiederansiedlung von Segetalarten, aber auch der grundsätzlichen Förderung von bereits vorhanden Ackerwildkräutern, geht eine extensivere Bewirtschaftung der Ackerflächen einher. Hierzu zählen etwa der Verzicht auf Pestizide, eine deutlich schonendere mechanische Unkrautregulierung, ein vermehrter Anbau von Winterfrüchten, eine geringere Düngung oder lichtere Kulturbestände (Meyer et al. 2013a).

Hier wird die scheinbare Diskrepanz zwischen dem agronomischen „Erfolg“ des Rückgangs von Ackerwildkräutern und ihrem gleichzeitigen naturschutzfachlichen Wert deutlich: Da aber nur etwa zwanzig Segetalarten (<10 %) zu den Problemunkräutern zählen, führt der Ackerwildkrautschutz nicht zwangsläufig zu Ertragseinbußen (Meyer et al. 2013a; Twerski et al. 2021). Es sollte das Kernziel sein, eine möglichst vielfältige Segetalflora ohne einzelne, dominierende „Unkräuter“ zu erhalten bzw. zu entwickeln (Ulber et al. 2018). Lang et al. (2016) haben gezeigt, dass sich schon bei weniger als 10 % Ertragsverlust seltene Segetalarten erfolgreich etabliert werden können. Bei Twerski et al. (2021) gelang dies ganz ohne Ertragseinbußen. Trotzdem sind Ackerwildkrautschutzmaßnahmen keine gängige Praxis.

Das Ziel der vorliegenden Analyse ist daher die Ermittlung von der Motivation und der Akzeptanz von Landwirt\*innen in Bezug auf Ackerwildkrautschutzmaßnahmen. Dabei sollten Faktoren identifiziert werden, die die Akzeptanz und die Umsetzung von Schutzmaßnahmen für Ackerwildkräuter fördern oder auch hemmen wie z.B. die Wirtschaftsweise der Landwirt\*innen, persönliche Einstellungen oder auch die Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen.

##### Methodik

Um mehr über die Motivation bzw. die Akzeptanz von Ackerwildkrautschutz und Wiederansiedlungsmaßnahmen seltener Arten bei praktizierenden Landwirt\*innen zu erfahren, hat die *Biobauern Naturschutz Gesellschaft (BNG)* zwei unterschiedliche

Befragungen durchgeführt. Zum einen (1) wurden die zehn Projektlandwirt\*innen, im persönlichen Gespräch zu ihren Erfahrungen mit der praktischen Umsetzung von Wiederansiedlungsmaßnahmen und zu ihren Beweggründen für den Ackerwildkrautschutz interviewt (Motivationsanalyse). Zusätzlich (2) wurde ein zweiter Fragebogen (Akzeptanzanalyse) an 50 nicht am Projekt teilnehmende Landwirt\*innen verschickt, der Informationen zum themenbezogenen Kenntnisstand der Landwirt\*innen und zur Akzeptanz von Artenschutzmaßnahmen für Ackerwildkräuter aufzeigen sollte. Die Befragung erfolgte telefonisch oder im persönlichen Gespräch. Sämtliche Befragungen der insgesamt 60 Landwirt\*innen fanden im Zeitraum von Herbst 2019 bis Herbst 2020 statt.

### Motivationsanalyse

Für die Motivationsanalyse wurden acht ökologisch und zwei konventionell wirtschaftenden Projektbetrieben durch Katharina Schertler ausgewählt. Alle Projektbetriebe befinden sich in der Münchner Schotterebene in Oberbayern (Anhang 17). Die Interviews wurden von Anna Bühler geführt.

Das für die Motivationsanalyse durchgeführte Interview beinhaltete Fragen zur Durchführung und zum Ablauf des Projekts, zur Motivation sich für den Ackerwildkrautschutz zu engagieren, zur Einstellung und Erfahrung zu bzw. mit Ackerwildkräutern und der Projektumsetzung. Zusätzlich wurden die Bewirtschaftungsdaten der Versuchsflächen erfasst (Anhang 18).

Außerdem konnten die Projektbetriebe an einem Artenquiz teilzunehmen, bei dem die Befragten die deutschen Artnamen von 28 Ackerwildkrautarten benennen sollten. Hierunter waren sowohl die zehn wiederangesiedelten Ackerwildkräuter des Projekts, als auch eine Auswahl konkurrenzstarker, i.d.R. unerwünschter Ackerwildkräuter sowie anderer Beikräuter (Artenliste vgl. Anhang 21).

### Akzeptanzanalyse

Die für die Akzeptanzanalyse telefonisch befragten Betriebe teilen sich in 25 ökologische und 25 konventionelle Betriebe auf. Die Befragung konzentriert sich auf die Akzeptanz von Ackerwildkrautschutzmaßnahmen (Anhang 19). Die Kontakte zu den Betrieben entstanden über Beratungskolleg\*innen der BNG und *Bioland*, über das Projekt „Ackerwildkräuter für Bayerns Kulturlandschaft“ von Marion Lang (TUM) sowie über die Ackerwildkraut-Wettbewerbe in Bayern 2016, 2018 und 2020. Es wurde sich für diese gezielte Auswahl von „prinzipiell an Artenschutzmaßnahmen interessierten“ Betrieben entschieden, um möglichst viel Rücklauf zu bekommen und so den Umfrageaufwand möglichst gering zu halten. Die Analyse informiert somit nicht über die generelle Bereitschaft von Landwirt\*innen an Artenschutzprogrammen teilzunehmen.

Die Lage der Betriebe verteilt sich über das gesamte Bundesland Bayern, sodass unterschiedlichste ackerbauliche Standorte in die Auswertung einfließen (Abb. 17). Um dies zu verifizieren, wurde die jeweilige Bodenzahl über iBALIS (integrierte Bayerische Landwirtschaftliche Informations-System; Onlineportal der bayerischen Landwirtschaftsverwaltung) ermittelt, welche die „natürliche Ertragsfähigkeit der Betriebe in Wertzahlen zwischen 0 (ungünstigster) und 100 (bester Standort) vergleichend wiedergibt. In die Bodenzahlen gehen die flächenbezogenen Ergebnisse der Bodenschätzung, die

Wasserverhältnisse, die Hangneigung und das Klima ein“ (Hüwe und Roubitschek 2004). Hierfür wurden im Umkreis von maximal fünf Kilometern um den Betriebsstandort zehn zufällig ausgewählte Äcker betrachtet, deren Boden- und Ertragsmesszahlen ermittelt und die jeweiligen Mittelwerte gebildet.

## Ergebnisse

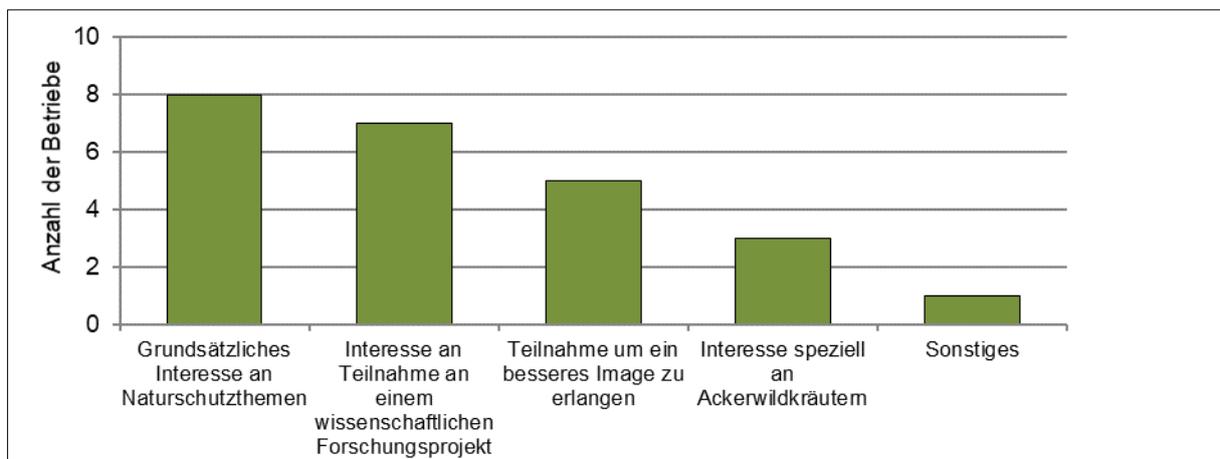
### Motivationsanalyse

Die zehn befragten Projektbetriebe teilten sich auf in fünf Haupterwerbs-, vier Nebenerwerbsbetriebe und eine Stiftung auf. Alle Betriebe hatten Ackerbau als Hauptwirtschaftszweig. Vier der Betriebe hielten darüber hinaus Tiere. Der kleinste Betrieb bewirtschaftete eine Fläche von ca. 8 ha, der größte Betrieb hatte eine Fläche von 635 ha.

Bei vier der zehn Projektbetriebe war zu beachten, dass diese unter gesonderten Rahmenbedingungen wirtschafteten: Die Stiftung verfolgte u.a. explizit Ziele des Umweltschutzes sowie der Bildung und Erziehung (Seidlhof-Stiftung 2020). Zwei Betriebe (einer ökologisch, einer konventionell nach Vorgaben des Integrierten Pflanzenbaus) gehörten zu den Münchner Stadtgütern und waren somit in öffentlicher Hand (Landeshauptstadt München 2020). Ein konventioneller Betrieb war in der Saatgutvermehrung (u.a. für Blühmischungen) tätig.

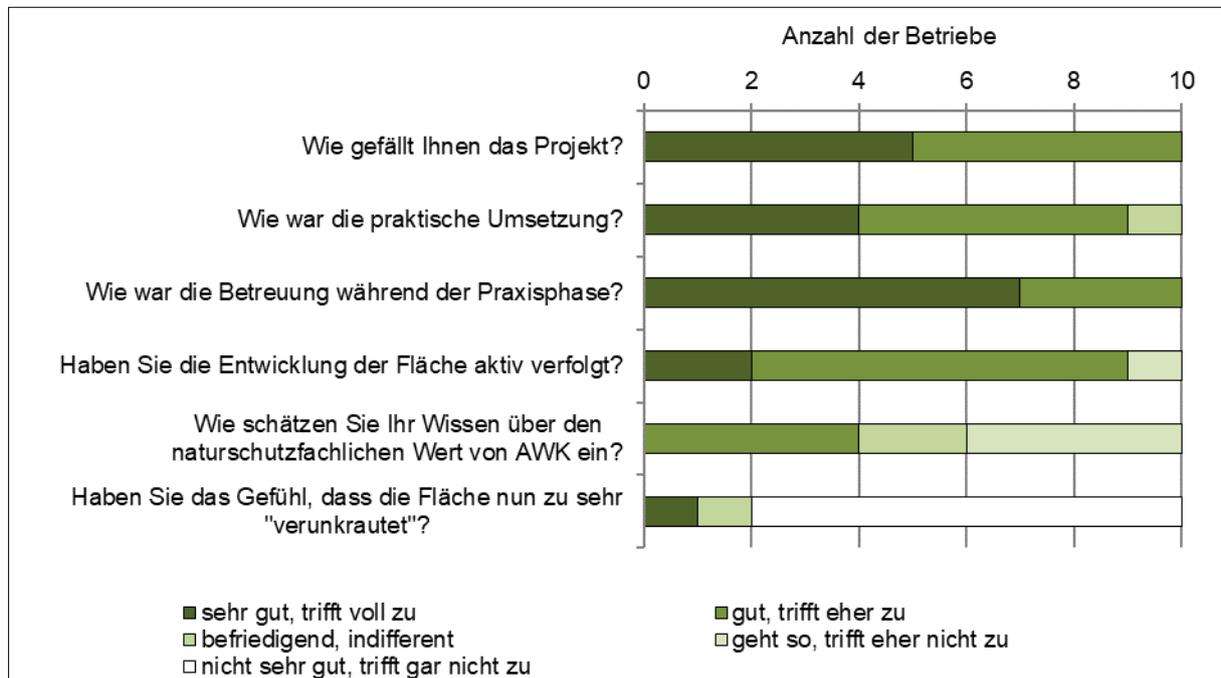
#### *Motivation und Zufriedenheit mit dem Projekt*

Das grundsätzliche Interesse an Naturschutzthemen (80 %) sowie die Teilnahme an wissenschaftlichen Projekten (70 %) und der Imagegewinn (50 %) stellten die hauptsächlichen Motivationen der teilnehmenden Projektbetriebe dar. Das Interesse speziell an Ackerwildkräutern spielte nur für 30 % der Betriebe eine Rolle (Abb. 23).



**Abb. 23:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 2: "Was ist Ihre Motivation an dem Projekt teilzunehmen?" (Fragebogen im **Anhang 19**Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich.

Insgesamt waren alle Projektbetriebe mit der Projektumsetzung und -begleitung zufrieden (Abb. 24). Die meisten Betriebe gaben an, die Entwicklung ihrer Flächen während der Projektlaufzeit aktiv zu verfolgen und keine stärkere Verunkrautung der Fläche festgestellt zu haben.

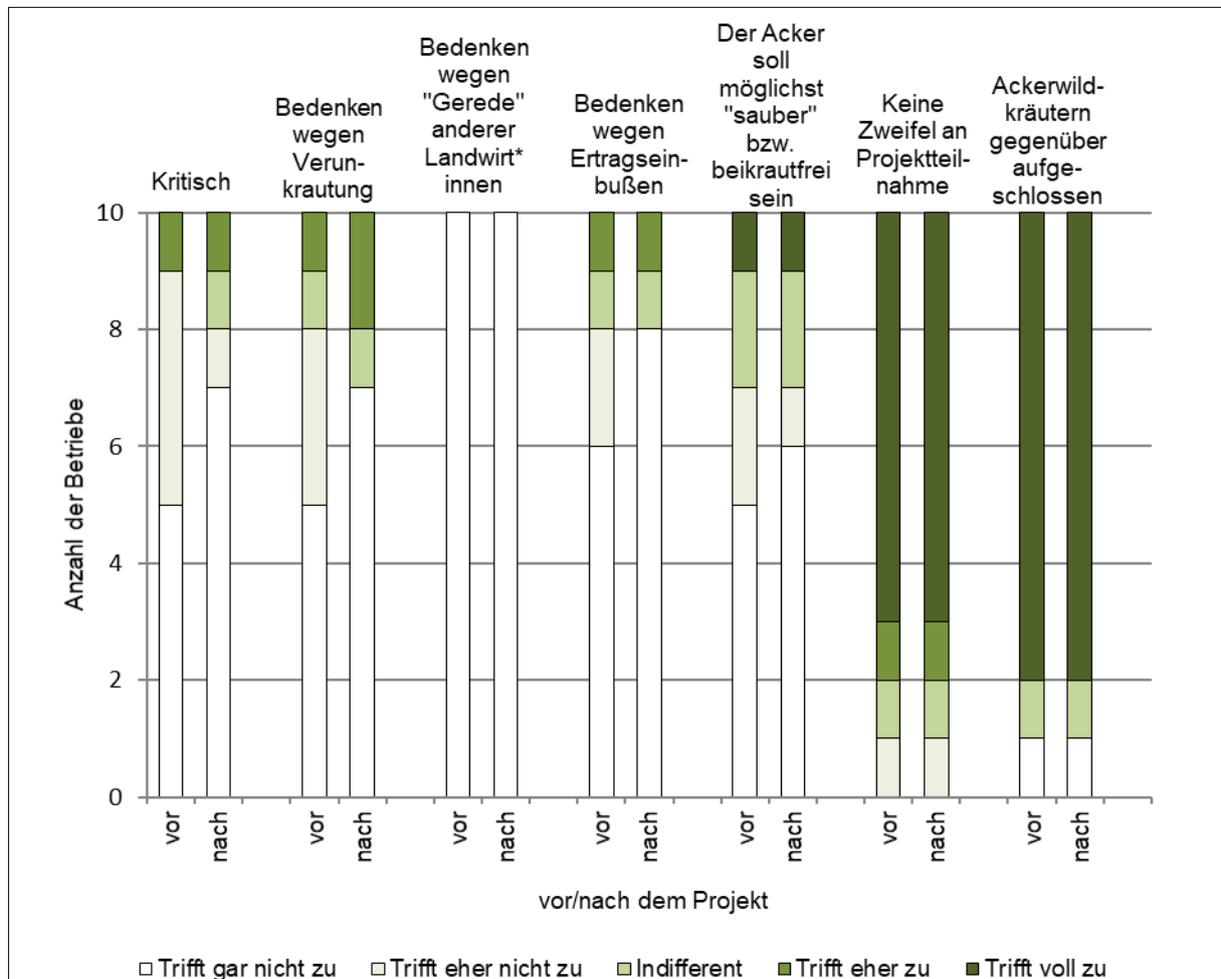


**Abb. 24:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 6: "Fragen zu Umsetzung des Projekts. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe.

Lediglich einer der zehn Projektbetriebe konnte sich nicht vorstellen, weiterhin Ackerwildkräuter anzusiedeln bzw. zu fördern. Acht der Projektbetriebe konnten sich grundsätzlich vorstellen, auch in Zukunft an Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen. Sechs der Projektbetriebe hätten dies aber nur unter Begleitung mit kompetenter Beratung getan, zwei Projektbetriebe nur, wenn die Kosten für das Saatgut übernommen worden wären. Eine finanzielle Entschädigung für den Mehraufwand oder gar eine Bezahlung darüber hinaus, erwartete keiner der Projektbetriebe (Anhang 20).

### Einstellung zu Ackerwildkräutern

Die Einstellung der Projektbetriebe zu Ackerwildkräutern veränderte sich während der Projektlaufzeit wenig (Abb. 25). Ein Betrieb gab nach der Praxisphase an, dass er bezüglich der Verunkrautung größere Bedenken hatte. Nach der Projektphase waren die Bedenken einiger Betriebe bezüglich möglicher Ertragseinbußen geringer geworden.



**Abb. 25:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu den Fragen 4+5: "Wie ist Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern vor bzw. nach dem Projekt? Hat sich Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern durch das Projekt geändert?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe.

### Artenkenntnisse

Neun der zehn Projektbetriebe nahmen am Artenquiz teil (Anhang 21). Die Projektarten wurden nicht häufiger erkannt als andere Arten. *Kickxia spuria*, *Neslia paniculata* und *Valerianella dentata* wurden von keiner\*m Befragten richtig erkannt, obwohl diese zu den Zielarten des Projekts zählen. Häufig erkannte Arten waren Problemunkräuter, wie *Alopecurus myosuroides* Huds., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv. und *Elymus repens* (L.) Gould oder häufige Segetalarten, wie *Cyanus segetum* Hill. oder *Papaver rhoeas* L..

Die Gesamtstichprobengröße des Artenquiz betrug  $n = 252$ , da bei allen neun Projektbetrieben jeweils alle 28 Arten abgefragt wurden. 33 % der Arten wurden sicher erkannt. 7 % der Arten,

die leicht mit einander verwechselt werden (wie z.B. *Atriplex spec.* und *Chenopodium album* L.), wurden richtig oder fast richtig benannt. 60 % der Arten wurden nicht oder falsch benannt.

#### *Engagement im Ackerwildkrautschutz*

Neun der zehn Projektbetriebe wollten die Flächen nach Projektablauf wieder wie betriebsüblich bewirtschaften. Ein Betrieb konnte sich vorstellen, seine Fläche weiterhin mit etwas reduzierter Getreidesaatstärke ackerwildkrautfreundlich zu bewirtschaften. Andere Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Förderung von Ackerwildkräutern wie der Verzicht auf mechanische Beikrautregulierung oder eine Ansaat als „weite Reihe“ kamen für die teilnehmenden Betriebe nicht in Frage (Anhang 22).

Vor der Projektphase hatte keiner der Projektbetriebe an einer geförderten Agrarumweltmaßnahme (AUM) zum Ackerwildkrautschutz teilgenommen. Nach der Projektteilnahme war dies für sechs der zehn Projektbetriebe denkbar (Anhang 23).

Unter den PiK-Maßnahmen (Produktionsintegrierte Kompensation) konnten sich die Projektbetriebe die Anlage eines Ackerrandstreifens am ehesten vorstellen. Zwei Projektbetriebe schlossen es aus, PiK-Maßnahmen umzusetzen (Anhang 24).

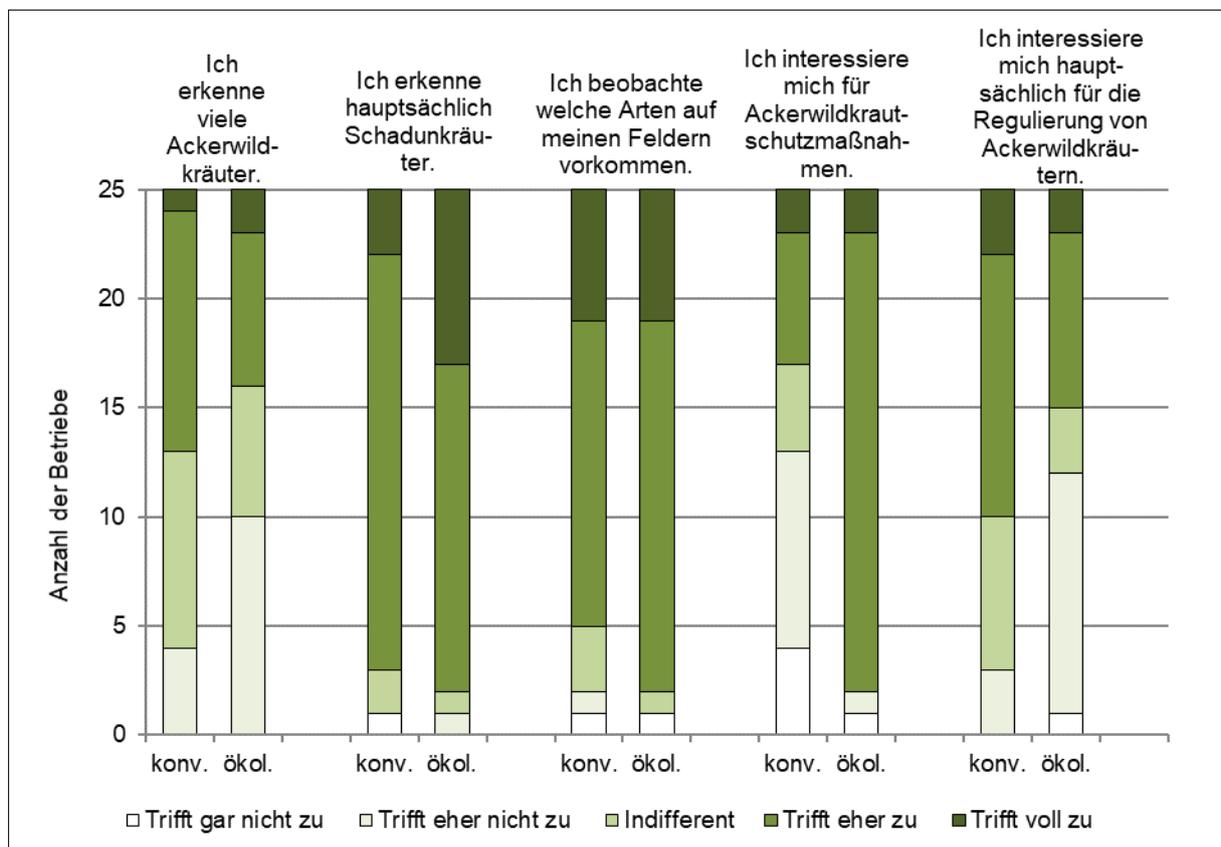
### Ergebnisse der Akzeptanzanalyse

Unter den für die Akzeptanzanalyse befragten Betrieben waren 29 Haupt- und 21 Nebenerwerbsbetriebe. Bei 44 der 50 befragten Betriebe war Ackerbau der Hauptwirtschaftszweig. Die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche der befragten Betriebe ist mit 71 ha relativ hoch ( $\emptyset$  landwirtschaftliche Nutzfläche in Bayern = 35,9 ha; LfStat 2019). Die durchschnittliche Bodenzahl der Betriebe lag bei 51 (Minimum: 28, Maximum: 70), i.d.R. wurden die Ackerwildkräuter auf Grenzertragsstandorten wiederangesiedelt.

#### Einschätzung der eigenen Artenkenntnis

Die Einschätzung der persönlichen Artenkenntnis von Ackerwildkräutern war bei vielen Betrieben indifferent. Auffällig war, dass es auf 28 % der ökologischen Betriebe voll zutraf hauptsächlich Schadunkräuter zu erkennen, was nur von 12 % der konventionellen Betriebe angegeben wurde (Abb. 26).

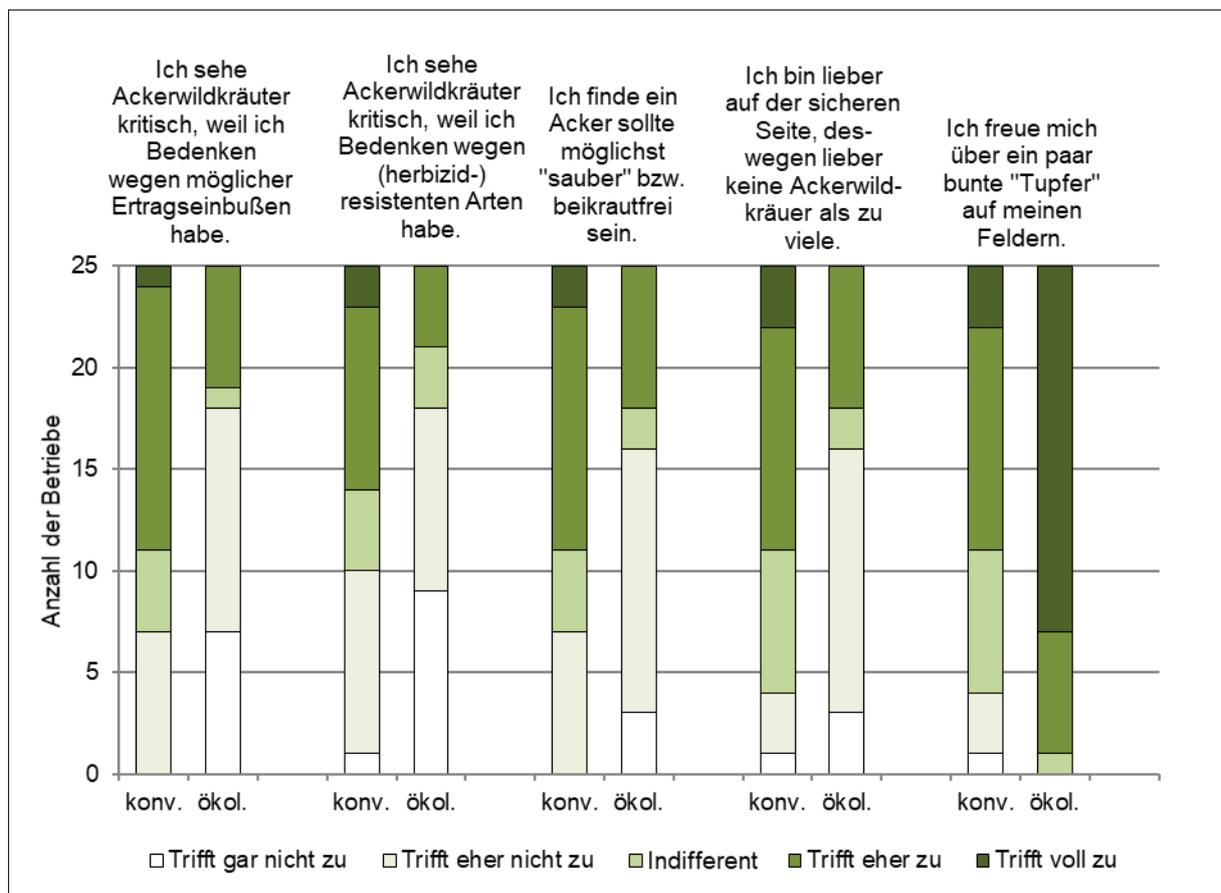
Ein Großteil der Betriebe (92 % der ökologischen Betriebe, 80 % der konventionellen Betriebe) beobachtete die Pflanzenarten auf den Äckern. Die ökologischen Betriebe (92 %) interessierten sich mehr für Ackerwildkrautschutzmaßnahmen als die konventionellen Betriebe (28 %). Im Gegensatz dazu interessierten sich mehr konventionelle Betriebe (60 %) für die Regulierung von Ackerwildkräutern als ökologische Betriebe (40 %; Abb. 26).



**Abb. 26:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 2: "Eigene Einschätzung zu Ihrem Wissensstand über Ackerwildkräuter" Fragebogen im Anhang 19). 50 Betriebe.

### Akzeptanz von Ackerwildkräutern

Die Fragen bezüglich der Akzeptanz von Ackerwildkräutern wurden von den konventionellen Betrieben kritischer beantwortet als von ökologischen: Dies wurde besonders durch die Aussage zu Freude über „bunte Tupfer auf meinen Feldern“ deutlich, welche von 96 % der ökologischen aber nur 56 % der konventionellen Betriebe bestätigt wurde. Ebenso präferierten 56 % der konventionellen, aber nur 28 % der ökologischen Betriebe einen möglichst beikrautfreien Acker, was ebenso auf die Aussage zutrifft, lieber keine als zu viele Ackerwildkräuter zu haben. Die konventionellen Betriebe sahen Ackerwildkräuter zu 56 % wegen möglicher Ertragseinbußen und zu 44 % wegen (herbizid-)resistenter Arten kritisch. Die ökologischen Betriebe sahen Ackerwildkräuter nur zu 24 % wegen möglicher Ertragseinbußen kritisch (Abb. 27).



**Abb. 27:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 3: „Wie ist Ihre Einstellung zu Ackerwildkräutern?“ (Fragebogen im Anhang 19). 50 Betriebe. Mehrfachantworten waren möglich.

### Umsetzung für Ackerwildkrautschutzmaßnahmen

Elf der befragten Betriebe (22 %) hatten bereits AUM im Bereich Ackerwildkrautschutz abgeschlossen (Anhang 25).

Alle elf Betriebe (fünf konventionelle, sechs ökologische) nahmen bereits im Vorfeld an Ackerwildkrautprojekten oder -wettbewerben teil und führten die VPN-Maßnahme H11 „Extensive Ackernutzung für Feldbrüter und Ackerwildkräuter“ durch. Als Zusatzleistung zu H11 verzichteten % der Betriebe auf jegliche Düngung, % verzichteten auf Mineraldünger und

organische Düngemittel (außer Festmist), % ließen bis einschl. 14.09. eine Stoppelbrache stehen und % reduzierten ihre Ansaatdichte (Reihenabstand min. 20 cm; Anhang 26).

14 % der befragten Betriebe konnten sich grundsätzlich vorstellen, weiterhin an Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen. 68 % der konventionellen und 52 % der ökologischen Betriebe hätten dies nur unter Begleitung mit kompetenter Beratung getan. Unter den konventionellen Betrieben setzten 52 % eine Kompensation sämtlicher Kosten und Schäden voraus, 36 % erwarteten eine finanzielle Aufwandsentschädigung über die entstehenden Kosten hinaus. Bei den ökologischen Betrieben waren dies 56 % bzw. 16 % (Anhang 27).

## Diskussion

### Diskussion der Motivationsanalyse

Die Motivation der Landwirt\*innen hängt stark von den jeweiligen Rahmenbedingungen der Betriebe ab. Dabei sind Betriebe in öffentlicher Hand in ihrer Wirtschaftsweise flexibler als privat geführte landwirtschaftliche Betriebe, die u.U. unter einem größeren finanziellen Druck stehen. Dem saatzgutvermehrenden Betriebsleiter fiel es sichtlich schwer zwischen seiner Rolle als „normaler“ Landwirt bzw. als Saatgutvermehrter zu differenzieren. Diese Aspekte sowie der Umweltschutzaspekt der Stiftung hatten sicherlich Auswirkungen auf die Motivation dieser Projektbetriebe.

### Motivation und Zufriedenheit mit dem Projekt

Das große Interesse an der Imageverbesserung durch die Projektteilnahme lässt sich z.B. durch das bayerische Volksbegehren „Rettet die Bienen“ im Frühjahr 2019 erklären: Die öffentliche Aufmerksamkeit hinsichtlich der Rolle der Landwirtschaft beim weltweiten Biodiversitätsverlust verstärkt die Kritik am Agrarsektor. Die intensive Landwirtschaft gilt neben dem Wachstum der Städte und dem Klimawandel als Hauptursache für das Artensterben (IPBES 2019). Die Motivation von Landwirt\*innen durch explizites Engagement ihren Ruf zu verbessern, ist somit verständlich und ein starkes Argument für den Ackerwildkrautschutz.

Die Zufriedenheit mit der Projektdurchführung und -betreuung stellt einen Hauptgrund dafür dar, weshalb sich auch in Zukunft alle Projektbetriebe vorstellen können, an weiteren Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen. Dies macht deutlich, wie wichtig die „fachlich kompetente, einzelbetriebliche“ Naturschutzberatung im landwirtschaftlichen Sektor ist (van Elsen und Loritz 2013) – insbesondere für die Förderung von Engagement.

Dass durch eine Projektteilnahme keine zusätzlichen Kosten entstehen sollten, ist durch fehlende direkte finanzielle Vorteile wie Ertragssteigerungen bzw. höhere Erlöse der Ackerwildkrautschutzmaßnahmen zu begründen. „Ohne eine entsprechende Vergütung sind Landwirte kaum von Bewirtschaftungsformen zu überzeugen, die den Segetalarten in ausreichendem Umfang den erforderlichen Lebensraum bieten. Entsprechende AUM existieren nicht in allen Bundesländern [...] sind finanziell oft nur unzureichend ausgestattet [...]“ (Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. 2010). Auch Wiesinger et al. (2010), sowie Altenfelder et al. (2015) kamen zu dem Ergebnis, dass Landwirt\*innen sich wünschen, dass für Schutzmaßnahmen keine zusätzlichen Kosten entstehen.

Auffällig ist, dass ein Großteil der Projektbetriebe auf eine zusätzliche Honorierung von ackerwildkrautfreundlicher Bewirtschaftung verzichten würde. Dies lässt darauf schließen, wie hoch das Verantwortungsbewusstsein der Landwirt\*innen bezüglich des Themas ist – „Dem Landwirt kommt eine wichtige Schlüsselstellung beim Erhalt der Ackerwildkräuter zu“ (Meyer 2015). Bei Wiesinger et al. (2010) wurden als Beweggrund für den Ackerwildkrautschutz häufig der Punkt „Verantwortung gegenüber Natur und Umwelt“ genannt. Zusätzlich deutet der Verzicht auf eine zusätzliche Honorierung darauf hin, dass die Befürchtung von Ertragsverlusten gering ist. In der Studie von Wiesinger et al. (2010) nennen 88 % der Befragten den Ausgleich von Ertragsausfall und 46 % den Ausgleich von Mehrarbeit als Bedingung für die Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern. Der hohe Anteil an Ökobetrieben und die Wiederansiedlung auf Grenzertragsstandorten lassen jedoch keine repräsentativen Rückschlüsse auf die intensive Landwirtschaft zu. Auch in der Studie von Wiesinger et al. (2010) wurden lediglich ökologisch wirtschaftende Betriebe gefragt.

Auch wenn die meisten Betriebe keine verstärkte Verunkrautung durch die Projektteilnahme feststellten, sind sie nicht unbedingt davon überzeugt, dass dies bei einer ackerwildkrautfreundlichen Bewirtschaftung immer der Fall ist: Häufig führten die Landwirt\*innen den geringen Beikrautdruck auf die sehr kleinen Projektflächen zurück und befürchteten nur geringe Auswirkungen auf die angrenzenden Wirtschaftsflächen. Bei einer großflächigeren Umsetzung hätten die Einschätzungen auch anders ausfallen können. Es wäre somit von großem Interesse bei weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen auch größere Flächen miteinzubeziehen.

#### *Einstellung zu Ackerwildkräutern*

Dass sich die Einstellung der Projektbetriebe zu Ackerwildkräutern durch die Projektteilnahme nicht wesentlich verändert hat, ist durch das Interesse am Thema und der Teilnahme an anderen Ackerwildkrautprojekten im Vorfeld zu begründen. Keiner der Betriebe hatte vor oder nach dem Projekt Bedenken wegen dem „Gerede anderer Landwirt\*innen“ – ein Punkt, der in der praktischen Naturschutzberatung durchaus ein Hinderungsgrund für die Durchführung von biodiversitätsfördernden Maßnahmen sein kann (Erfahrung BNG). Auch der leichte Rückgang von Zweifeln an Schutzmaßnahmen in Bezug auf Verunkrautung sowie an möglichen Ertragseinbußen, kann durch die häufig getroffene Aussage der sehr kleinen Parzellengrößen begründet werden (s.o.). Wichtig ist zudem die gezielte Auswahl konkurrenzschwacher Arten, sodass keine ungewünschten Dominanzen entstehen. Auch wenn sich die Einstellung der Projektbetriebe zu Ackerwildkräutern vor und nach dem Projekt wenig unterscheiden, ist hervorzuheben, dass sich durch die Projektteilnahme bei keinem Betrieb die Einstellung zu Ackerwildkräutern verschlechterte.

#### *Artenkenntnisse*

Die Erfahrungen, die in der praktischen Naturschutzberatung der BNG im Ackerwildkrautbereich gemacht werden, werden durch die Abfrage der Artenkenntnisse bei den Projektbetrieben bestätigt: Die Artenkenntnis in Bezug auf Ackerwildkräuter ist bei Landwirt\*innen oft gering. Wenn davon ausgegangen wird, dass Artenkenntnis ein Schlüssel zu mehr Engagement im Artenschutz darstellt, wären Bildungsmaßnahmen in diesem Bereich somit ein wichtiger und notwendiger Ansatz.

Die am besten bekannten Arten sind vorwiegend konkurrenzstarke Schadunkräuter, die in der Praxis eher unerwünscht sind. Das ist nicht überraschend, da Reduzierung bzw. Unterdrückung dieser Arten einen wichtigen Teil der Ackerbewirtschaftung darstellt (BLE 2020). Von den ausgesäten Projektarten wurde lediglich *Papaver rhoeas* sicher benannt, der als sehr bekanntes Ackerwildkraut gilt (Landschaftspflegeverband Landkreis Augsburg e. V. 2020).

#### *Engagement im Ackerwildkrautschutz*

Es gibt v.a. zwei Gründe, warum bisher keiner der Projektbetriebe AUM im Ackerwildkrautschutz abgeschlossen hat: Zum einen kam das für diesen Themenkomplex einzig vorliegende VNP (Vertragsnaturschutzprogramm) in Bayern für Biobetriebe in der Vergangenheit selten in Frage, da bis zur Überarbeitung der Förderprogramme zur Antragsperiode 2020 u.a. der Anbau von Klee gras auf einem VNP-Acker über die gesamte Förderperiode von fünf Jahren nicht zugelassen war. Aufgrund der beikrautunterdrückenden Wirkung des Klee grasses und als wichtige Stickstoffquelle für den Boden ist ökologischen Ackerbau ohne den Anbau von Klee gras aber nur schwer umsetzbar (Sanders und Heß 2019). Zum anderen sind kommunale Betriebe und Stiftungen von staatlichen Förderprogrammen ausgeschlossen (Interview mit M. Stark, Leiter der Stadtgüter München, 28.02.2020). Somit bleibt lediglich ein konventioneller Betrieb, für den AUM hätten interessant sein können.

Ackerrandstreifen sind die Ackerwildkrautförderungsmaßnahmen, die sich die meisten Betriebe vorstellen können. Bei der Anlage eines Ackerrandstreifens ist auf jegliche Düngung und Kalkung sowie auf mechanische und chemische Maßnahmen zur Beikrautregulierung zu verzichten (StMELF & StMUV 2019). Dies ist im Randbereich der Flächen für viele Betriebe gut in die Bewirtschaftung zu integrieren (Meyer et al. 2013a). Darüber hinaus können die Landwirt\*innen entscheiden, wie breit und an welcher Schlagseite dieser Randstreifen angelegt werden (StMELF & StMUV 2019), sodass hier die Umsetzung flexibel gestaltet werden kann.

Zu weiteren Maßnahmen im Ackerwildkrautschutz zählen der späte Stoppelumbruch (damit auch spätblühende Ackerwildkräuter zum Aussamen kommen können), die Aussaat mit reduzierter Saattiefe oder die Aussaat in weiter Reihe (führt zu weniger Konkurrenz durch die Kultur) sowie der Verzicht auf mechanische oder chemische Beikrautregulierung auf der gesamten Anbaufläche (Meyer et al. 2013a). Gerade der späte Stoppelumbruch ist schwer in die übliche Bewirtschaftung zu integrieren, da nach der Ernte meist direkt der Boden umgebrochen um eine Zwischenfrucht eingesät wird. Wenn als Folgekultur eine Winterkultur geplant ist, ist es wichtig die Zwischenfrucht möglichst zeitnah einzusäen, damit diese sich bis zur Herbstsaat gut entwickeln kann (Meyer 2015). Dies erklärt, weshalb die Projektbetriebe diesen Maßnahmen kritischer gegenüberstehen.

### Diskussion der Akzeptanzanalyse

#### *Einschätzung der eigenen Artenkenntnis*

Die Befragung setzte sich mit der thematisch am sensibelsten und bestinformiertesten Gruppe an wildkrautfreundlichen Landwirt\*innen auseinander. Es ist somit nicht davon auszugehen, dass das Interesse der Betriebe an Ackerwildkräutern den Durchschnitt der Betriebe Bayerns oder gar der bundesweiten Betriebe abbildet. Da hier selbst dieser Gruppe eine geringe Artenkenntnis attestiert wird, ist zu vermuten, dass die Landwirt\*innen insgesamt über noch weniger Artenkenntnis verfügen. Der ausdrückliche Wunsch nach unterstützender Beratung

bei der Durchführung von Ackerwildkrautschutzmaßnahmen unterstreicht, dass durchaus Unsicherheiten bezüglich der Thematik bestehen. Gute Kenntnisse über Ackerwildkräuter fördern also nicht nur die Akzeptanz von Landwirt\*innen, sondern verringern auch die Bedenken gegenüber der Maßnahmendurchführung.

#### *Akzeptanz von Ackerwildkräutern*

Das Anbausystem scheint ein wichtiger Einflussfaktor in Bezug auf die Akzeptanz von Ackerwildkräutern zu sein. Die Unterschiede in den Einstellungen zu Ackerwildkräutern zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben sind deutlich sichtbar. Vermutlich lassen sie sich dadurch erklären, dass ökologische Betriebe grundsätzlich mehr Ackerwildkräuter auf ihren Feldern haben: Allein auf Grund der fehlenden chemischen Beikrautunterdrückung, ist das Auftreten von Beikräutern auf dem Acker hier häufiger (Sanders und Heß 2019). Ökologisch wirtschaftende Landwirt\*innen müssen sich so ausführlicher mit der Beikrautregulierung beschäftigen, was eine erhöhte Aufmerksamkeit bedingt, welche zu einem besseren Verständnis der Vor- und Nachteile der Segetalflora führt. Nur so kann die Sorge vor einem Überhandnehmen der Beikrautvegetation kleiner werden – dies erklärt, warum die Aussage „Ein Acker solle möglichst sauber sein“ von deutlich mehr konventionellen Landwirt\*innen genannt wurde.

#### *Umsetzung für Ackerwildkrautschutzmaßnahmen*

Insgesamt interessieren sich nur wenige der befragten Betriebe für AUM im Ackerwildkrautschutz. Derzeit werden die neben den Kulturpflanzen auf dem Acker vorkommenden Beikräuter so weit wie möglich reduziert – ungeachtet der Unterschiede zwischen ertragsmindernden Problemarten (etwa 20 Arten) und unbedenklichen Beikräutern (etwa 330 Arten; (Meyer 2015)). Selbst vom Naturschutz wurden artenreiche Äcker „über lange Zeit vergessen“ (Manderbach 2020). Häufig wissen Betriebe demzufolge wenig bis gar nichts über förderbare Maßnahmen im Ackerwildkrautschutz (Erfahrung BNG). Der Grund hierfür ist aber weniger auf Seite der Landwirt\*innen zu suchen: „Ein Problem [in Bezug auf den Artenschwund] ist definitiv die Ausbildung unserer Landwirte, in die das Thema Biodiversität nur ganz langsam einfließt. Das Selbstverständnis, dass man als Bauer auch Gestalter von Kulturlandschaft ist, spielt dadurch häufig keine Rolle“ (Katharina Schertler 2020). Interesse an Schutzmaßnahmen seitens der Landwirt\*innen kann ohne Vorwissen und wenig Aufmerksamkeit auf die Thematik nur schwer entstehen.

Das Thema Beikrautregulierung spielt in der Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Das Vorkommen von Ackerwildkräutern hängt nicht nur von der Bewirtschaftung der Ackerflächen ab, sondern auch von den standörtlichen Bedingungen. Die meisten Ackerwildkräuter und vor allem die seltenen Arten, kommen überwiegend in Wintergetreidekulturen und auf extensiv genutzten Standorten vor (Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. 2010). Dies bedeutet, dass nicht auf jedem Acker eine AUM im Ackerwildkrautschutz sinnvoll ist, selbst wenn der\*die Landwirt\*in dazu bereit wäre. Sind die Böden zu nährstoffreich, wachsen dort zum einen weniger und vor allem auch keine konkurrenzschwachen und gefährdeten Ackerwildkrautarten – ein gewisser Artenreichtum muss vor Abschluss einer VPN-Maßnahme aber nachweisbar sein (StMELF & StMUV 2019). Eine Aufnahme der Äcker ins VNP war dadurch (bisher) oft ausgeschlossen. Vermutlich sind die Äcker, die hier untersucht wurden und auf denen die Maßnahme H11 abgeschlossen wurde, auch Flächen, die schon bereits vor Abschluss der Maßnahme extensiv bewirtschaftet wurden. Diese Studie und die

Untersuchungen von Lang et al. (2016) haben gezeigt, dass es aber durchaus zielführend sein kann, auf ertragsschwachen Standorten mit extensiver Bewirtschaftung solche Förderbedingungen auch durch Einbringung entsprechender Samen mit lokaler Herkunft auch neu zu schaffen.

Häufig äußerten die Landwirt\*innen, dass selbst wenn geeignete Flächen für das VNP vorliegen, Bürokratie und zusätzliche Auflagen eine große Hürde für den Vertragsabschluss darstellen. Insbesondere für Biobetriebe kam der VNP-Vertragsabschluss selten in Frage, da – wie bereits erwähnt – u.a. der Anbau von Klee gras auf einem VNP-Acker bis 2020 nicht zugelassen war und es außerdem keine Kombinationsmöglichkeit mit Maßnahme B10 (Öko-Förderung) des Bayerisches Kulturlandschaftsprogramms (Kulap) gab (StMELF 2020). Somit lässt sich erklären, warum die konventionellen Betriebe dieser Untersuchung beim Abschluss von AUM mehr Flexibilität zeigten. Da vor einem VNP-Abschluss die Zustimmung der Unteren Naturschutzbehörde eingeholt werden muss, sind die Betriebe sowohl in der Wahl der Maßnahmen als auch der Kombinationen nicht völlig frei. In einigen Landkreisen werden eigentlich optionale Zusatzaufgaben also obligatorische vorgeschrieben (z.B. ein verspäteter Stoppelumbruch), so dass die Betriebe dann von einem Abschluss absehen.

### Fazit und Ausblick

Sowohl die Motivationsanalyse als auch die Akzeptanzanalyse machen deutlich, dass Landwirt\*innen Bedenken haben, dass der Schutz (seltener) Ackerwildkräuter zu Problemen (Verunkrautung, Ertragsausfall, Beeinträchtigung der Bewirtschaftung [Fruchtfolge] etc.) führen könnte. Die Befragungen haben auch gezeigt, dass besser informierte Betriebe hier geringere Risiken sehen und eher bereit sind, Schutzmaßnahmen auf ihren Flächen zu realisieren. Das Wissen unter Landwirt\*innen bezüglich der Segetalflora sowie mögliche Schutz- bzw. Fördermaßnahmen für diese, stellt sich als gering heraus. Sobald aber eine gute Beratung bzw. Betreuung vorhanden ist, steigt die Motivation bzw. die Akzeptanz der Betriebe, Ackerwildkrautschutzmaßnahmen durchzuführen und sich mit der Thematik auseinanderzusetzen: Landwirtschaftliche Betriebe sind durchaus bereit, Maßnahmen, die technisch gut in die Bewirtschaftung integrierbar sind und zu wenig bzw. keinem Ertragsverlust führen (z.B. Ackerrandstreifen), umzusetzen. Soweit hierbei keine zusätzlichen Kosten entstehen, erwarten sie auch keine besondere Honorierung ihres Engagements.

Der Schlüssel in Bezug auf einen zunehmenden Schutz sowie eine zunehmende Förderung von Ackerwildkräutern liegt somit weniger im finanziellen Bereich, als im Bereich der Wissensvermittlung. „Diese Wissensvermittlung erfordert eine sachliche und vertrauensvolle Kommunikation zwischen Landwirten und Naturschutz-Akteuren [...]“ (Albrecht et al., 2015) - gute Kenntnisse zu den Funktionen von Ackerwildkräutern können nicht nur die Akzeptanz von Landwirt\*innen, sondern auch die Effizienz der Maßnahmendurchführung verbessern. Weiß ein\*e Landwirt\*in beispielsweise über die auf Grund einer artenreichen Segetalflora zunehmende Anzahl an Bestäubern auf ihrem Acker, ist dies für ihre Einstellung gegenüber Ackerwildkräutern sicherlich von Bedeutung. Hinzu kommt die Ausbildung von Landwirt\*innen, „in die das Thema Biodiversität nur ganz langsam einfließt“ (Katharina Schertler 2020).

Projekte zum Ackerwildkrautschutz und zur Wiederansiedlung von seltenen Arten sollten deswegen ausgeweitet und zu einem Schwerpunktthema in der Naturschutzberatung werden. Eine „fachlich kompetente einzelbetriebliche Naturschutzberatung“ bezüglich des Ackerwildkrautschutzes ist „zwingend nötig, damit Landwirtschaft und Naturschutz

sachgemäße Entscheidungen treffen können und zudem eine effiziente Kombination von AUM und ökologischen Vorrangflächen [...] gewährleistet wird“ (van Elsen und Loritz 2013). Letztendlich kann nur so das gesellschaftliche Ziel der Erhaltung unserer Biodiversität in den Kulturlandschaften erreicht werden.

Altenfelder et al. (2015) schreiben, dass „viele Naturschutzmaßnahmen [...] als zu wenig abgestimmt und intransparent [gelten]“, was dazu führe, dass „einige Landwirte dem Naturschutz gegenüber zwar generell positiv eingestellt, aber mit der bisherigen Umsetzung nicht zufrieden [seien]. Managementempfehlungen sieht ein Großteil der Landwirte positiv, es bestünde aber vielfach noch Verbesserungsbedarf“. Dies verdeutlicht den bestehenden Optimierungsbedarf in Bezug auf die notwendigen Bedingungen für die Umsetzung von AUM bzw. Ackerwildkrautschutzmaßnahmen.

Den Autorinnen liegen lediglich zwei Studien zum Thema Akzeptanz im Ackerwildkrautschutz vor – eine von Wiesinger et al. (2010) und eine von Altenfelder et al. (2015). Somit wäre es interessant, weitere Studien bezüglich dieser Thematik durchzuführen, die Befragungen zufällig ausgewählter Betriebe beinhalten und größer angelegt sind. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen können einerseits wichtige Hinweise zur Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen und andererseits Hinweise zur Konzipierung von Projekten und Beratungsansätzen im Ackerwildkrautschutz liefern.

### **3.2 Welche Optionen bieten die derzeitigen Förderkulissen und die Ausbringungsrichtlinien für Wildpflanzen für die Verwendung seltener Ackerwildkräuter zu Erhöhung der Ökosystemfunktionen von Agrarlandschaften?**

Abschlussbericht des Projektpartners Dr. Stefan Meyer

*Autor: Dr. Stefan Meyer*

#### Status Quo-Analyse

##### Blühflächen in der Agrarlandschaft

Blühflächen auf landwirtschaftlichen Flächen sollen dem Rückgang der Arten in der Agrarlandschaft entgegenwirken, insbesondere als Lebensraum für Insekten und Nahrungsgrundlage für Feldvögel. Sie werden mit Saatgut aus bis zu 40 verschiedenen Komponenten aus Wild- und Kulturarten eingesät und nur eingeschränkt bewirtschaftet (z.B. Mulchschnitte zur Steigerung des Blühaspekts). Ein essentieller Punkt aus Sicht des Naturschutzes ist dabei die Wahl des Saatguts. Die Verwendung von nicht autochthonem Material schafft Konkurrenz zu einheimischen Flora, kann heimische Segetalpflanzen verdrängen oder zur Florenverfälschung durch nicht heimische Sippen führen (van Elsen und Loritz 2013). Eine weitere Folge kann sein, dass Spezialisten trophisch höherer Organismengruppen, die von heimischen Arten abhängen, nur im geringen Umfang profitieren, wenn züchterisch selektierte Linien – obwohl von derselben Art – in ihrer phänologischen Entwicklung und ihrer Blühphase stark von heimischen Populationen abweichen (Fitter und Fitter 2002). So nutzt beispielsweise eine auf die Honigbiene abgestimmte Mischung, welche Wildbienen und anderen Arthropodengruppen nicht gleichermaßen fördert, hauptsächlich den Generalisten, aber kaum den gefährdeten Arten (Oppermann et al. 2013). Ein zusätzlicher, bisher kaum diskutierter Punkt, ist das durch immer wiederkehrende Aussaat erhöhte Risiko der Einschleppung invasiver Arten (z.B. Achänen von *Ambrosia artemisiifolia* L. mit Sonnenblumen-Saatgut, vgl. Meyer 2020). Dagegen könnte eine nur einmalige Aussaat im Rahmen einer Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Segetalarten zur Erhöhung der Ökosystemfunktionen in Agrarlandschaften dieses Risiko enorm mindern. In Kombination mit der Anpassung von Agrarförderprogrammen im Sinne des Ackerwildkrautschutzes kann dadurch auch eine breite Flächenwirksamkeit erreicht werden. Auf floristisch verarmten Flächen böte sich etwa eine Sonderförderung für die naturräumliche Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern im Rahmen langfristiger Vertragsnaturschutz- oder Agrarumweltmaßnahmen (2. Säule der Agrarförderung) an. Wie bereits von Leuschner et al. (2015) gefordert, ist die Anerkennung extensiver Ackerbauvarianten wie Ackerrandstreifen oder Extensivgetreide im aktuell diskutierten Entwurf zukünftiger „eco-schemes“ (einjährige Maßnahmen in der 1. Säule der Agrarförderung) enthalten (European Commission 2021) und stellt damit ein geeignetes Instrument zur Diversifizierung der floristischen Habitatqualität in Agrarlandschaften dar.

### Rechtlicher Rahmen zur Ausbringen von Wildpflanzen auf Ackerflächen

Gemäß Fischer-Hüftle (2018) nimmt § 40 Absatz 1 Satz 4 Nr. 1 BNatSchG den Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft von der Genehmigungspflicht zur Ausbringung von Pflanzen aus. Landwirtschaft ist im vorliegenden Zusammenhang die Bodenbewirtschaftung mit dem Ziel der Gewinnung von pflanzlichen Erzeugnissen. Diese dienen der Ernährung von Menschen und Tieren, als Rohstoff für weitere Produkte oder zur Energiegewinnung. Anbau ist in diesem Kontext „*nur die bewusste Ausbringung mit Produktionsabsicht und nicht jede Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen*“ (Holljesiefken 2007). Die Pflanzen auf Blühflächen werden jedoch nicht primär in der Absicht produziert, sie zu ernten und wirtschaftlich zu verwerten. Eine Ausnahme bilden hier jedoch die derzeit in Forschungsprojekten erprobten Biogas-Wildpflanzenmischungen (z.B. Vollrath und Marzini 2016, LWG 2020). Im Vordergrund steht bei Blühflächen zumeist nicht die unternehmerische Teilnahme am Marktgeschehen, sondern die staatliche Förderung als Gegenleistung für die Verpflichtung zu einer bestimmten Art der Flächennutzung. Das Entgelt für die Anlage von Blühflächen stellt demnach nicht die Gegenleistung für einen wirtschaftlichen Wert dort erzeugter Pflanzen dar, sondern die Honorierung einer im öffentlichen Interesse liegenden Flächennutzung nach den Vorgaben des Förderprogramms. Daraus folgt, dass auf den Blühflächen kein „Anbau“ von Pflanzen im Sinne der Privilegierung des § 40 Absatz 1 Satz 4 Nr. 1 BNatSchG stattfindet (Fischer-Hüftle 2018). Davon abgesehen steht es einem Bundesland frei, in einem Programm wie etwa dem Kulap (Kulturlandschaftsprogramm) die Förderung an bestimmte Voraussetzungen zu knüpfen wie zum Beispiel die Verwendung von autochthonem Saatgut. Nach unserer Recherche werden in der aktuellen EU-Förderperiode lediglich in Sachsen-Anhalt (Fenchel et al. 2015; Kirmer et al. 2016) ausschließlich autochthone, regionale und zertifizierte Blühstreifenmischungen im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen (ohne seltene Ackerwildkräuter) eingesetzt.

Im Fall der Anlage von Blühflächen mit öffentlichen Mitteln (z.B. über Kulap) hat § 40 Absatz 1 Satz 4 Nr. 4 BNatSchG die Wirkung, dass die Verwendung von autochthonem Saatgut gefordert werden soll, sofern es in ausreichender Menge zu einem akzeptablen Preis verfügbar ist. Die Förderung der Biodiversität durch Blühflächen sollte es der öffentlichen Hand wert sein, hier größere finanzielle Unterstützung zu leisten (Fischer-Hüftle 2018). Die rechtlichen Rahmenbedingungen sind demnach klar abgesteckt; es besteht ab 01.03.2020 die Pflicht zur Verwendung autochthonen Saatguts aus § 40 BNatSchG für geförderte Blühflächen! Auch sollten die Mischungen zu akzeptablen Preisen angeboten werden. Wenn in den Ansaatmischungen für Blühstreifen Rote-Liste-Arten verwendet werden, ist dies zwingend zuvor mit den zuständigen Landesämtern abzustimmen und die Aussaatflächen zu dokumentieren.

### Aktuelle Förderprogramme in Bayern, Thüringen und Niedersachsen

Eine Evaluierung der aktuellen Ackerwildkraut- und Blühstreifenprogramme in der derzeitigen GAP-(Verlängerungs-)Periode (Gemeinsame Agrarpolitik der EU) in den Bundesländern Bayern (Güthler und Waltz 2018), Thüringen (Laußmann 2018) und Niedersachsen ist in Anhang 28 dargestellt. Bei den angebotenen Ackerwildkrautprogrammen ist nur in Niedersachsen die Aussaat von Wildarten explizit ausgeschlossen; in den Bundesländern Bayern und Thüringen sind dazu in den Rechtsgrundlagen keine speziellen Aussagen vorhanden, so dass eine Ansaat (potentiell) möglich wäre. In allen drei Bundesländern werden Maßnahmen zur Förderung der floristischen Diversität in Agrarökosystemen bisher auf viel zu

wenigen Flächen umgesetzt. Für Bayern berichten Gühler und Waltz (2018), dass Äcker im Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) mit etwa 3% der Gesamtfläche (ca. 3.700 ha, schriftl. Mitteilung Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 2021) stark unterrepräsentiert sind. Angesichts des Rückgangs eines Großteils der Ackerwildkrautarten wäre jedoch auch hier eine erhebliche Steigerung der VNP-Fläche notwendig. Die Akzeptanz für den Vertragsnaturschutz auf Acker ist aktuell auch in Thüringen als unbefriedigend anzusehen (Laußmann 2018). Dafür verantwortlich gemacht werden vor allem ökonomische Gründe. Insbesondere in Gunstlagen, wie auch im gesamten Bundesgebiet, ist der Vertragsnaturschutz für die landwirtschaftlichen Betriebe oftmals uninteressant, so dass hier zukünftig eine bessere Lenkungs- und Beratungskomponente erwogen werden sollte. Diese steht jedoch aus Sicht des Verfassers den geltenden Vorgaben der ELER-Verordnung (Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums) entgegen, nach der Landwirte auch bei landes-finanzierten Programmen keine Anreizkomponenten bekommen dürfen (der Landwirt darf mit VNP kein Geld verdienen). In Niedersachsen sind 1.362 ha im BS3-Programm (Mehrjährige Schonstreifen für Ackerwildkräuter) als Bewilligungsfläche geführt (schriftl. Mitteilung Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz [NLWKN], Stand 2020). Zusammen mit den anderen Ackermaßnahmen (BS1-BS6) entspricht dies landesweit etwa 1,3 % der ackerbaulichen Nutzfläche. Einer weiteren Ausdehnung der Fläche mit artenreichen Ackerwildkrautbeständen stehen vielschichtige Gründe entgegen (Prämienhöhe, Einstellung der Landwirtschaft, etc.), die jedoch einer vertieften Detailrecherche bedürften.

#### Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK)

Neben dem Agrarumweltprogramm bieten produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) für den Erhalt seltener Ackerwildkräuter günstige Voraussetzungen, da extensive Bewirtschaftungsformen großflächig ermöglicht und deren ordnungs- und fachgemäße Umsetzung dauerhaft gesichert und finanziert werden (z.B. Druckenbrod und Meyer 2013). Dieses Potential könnte noch besser genutzt werden, wenn die Entwicklung von artenreichen Äckern, auch durch von Wiederansiedlungen auf Naturraumebene, in allen Bundesländern als Ausgleichsmaßnahme anerkannt würde. Ein Schlüssel hierzu könnte auch die angemessene ökologische Bewertung von Äckern mit standorttypisch gut ausgeprägter Segetalflora und eine Kombination mit Artenschutzmaßnahmen (beispielsweise lichte Getreidebestände durch reduzierte Saatstärke oder vergrößerter Reihenabstand) beispielsweise für planungsrelevante, geschützte Arten (Feldvögel) sein (Muchow und Fortmann 2019).

Die genannten Anpassungen von Kompensationsvorgaben und Förderprogrammen könnten die Nachfrage nach naturräumlichem Saatgut steigern und somit den Grundstein für eine neue, effiziente Strategie im produktionsintegrierten Ackerwildkrautschutz legen: Den Aufbau eines Zertifizierungssystems für Naturraum-Saatgut gefährdeter Segetalarten der Äcker. Als Vorbild wäre das etablierte Regiosaatgut-System ungefährdeter Arten zu nennen, bei dem die 22 verschiedenen Herkunftsregionen nach Prasse et al. (2010) berücksichtigt werden. Das Projekt „*Ackerwildkräuter für Bayerns Kulturlandschaft*“ testete bereits die naturräumliche Sammlung, Vermehrung und Vermarktung von neun gefährdeten Ackerwildkrautarten in Abstimmung mit den zuständigen Behörden (Lang et al. 2020). Derzeit drängt sich, zumindest in Bayern eine marktorientierte Ausrichtung auch für ein solches Nischen-Segment noch nicht auf - die Nachfrage für die autochthone Ackerwildkrautmischung ist in den Förderperioden

2019/2020 bzw. 2020/2021 bisher kaum gegeben (mündl. Aussagen Ernst Rieger und Marion Lang).

### Recherche zur Ausbringung von seltenen Ackerwildkräutern

#### *Ansaat von Wildarten im Rahmen von Agrarumweltprogrammen*

Im Rahmen der derzeit in Bayern angebotenen ein- und mehrjährigen „Kulap-Blütmischungen“ (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2020) wird neben *Papaver rhoeas* (2–3 %) die relativ konkurrenzfähige (Holzner und Glauning 2005) und auf der Vorwarnliste (Scheuerer und Ahlmer 2003) stehende Art *Cyanus segetum* (2–4 %) in einer Frühjahrssaat ausgebracht (vgl. Anhang 28). Innerhalb Niedersachsens ist nur im BS2-Programm (Mehrjährige Blühstreifen) mit *Papaver dubium* subsp. *dubium* (5%) eine im Bundesland nicht gefährdete Ackerwildkrautart in der Liste der zu verwendenden Wildpflanzen vertreten. Im Kulap-Programm des Freistaat Thüringen werden nur im B6-Programm (Mehrjährige Blühstreifen Veitshöchheimer Bienenweide) Ackerwildkräuter eingesetzt. Diese umfassen *Cyanus segetum* (3 %), *Papaver rhoeas* (1 %) und *Myosotis arvensis* (L.) Hill. (0,5 %) drei landesweit ungefährdete Wildpflanzen.

#### *Ökokonto als Instrument der Flächenextensivierung*

Eine Abfrage im „Ökoflächenkataster Bayern“ (LfU 2020) erbrachte, dass von 3.852 durchgeführten Maßnahmen 21 eine Ackerextensivierung zur Förderung der Biodiversität zum Ziel hatten. Ob auf diesen Flächen seltene und gefährdete Segetalarten ausbracht wurden, gilt es im Rahmen einer zukünftigen Detailanalyse zu klären. Informationen aus Niedersachsen über die gezielte Ansaat von seltenen und gefährdeten Ackerwildkräutern im Rahmen vom Ökokonto-Maßnahmen liegen nicht vor. In Thüringen wurden im Projekt „100 Äcker für die Vielfalt“ zwei Ökokonto-Flächen angelegt (Meyer und Leuschner 2015). Seltene und gefährdete Ackerwildkräuter wurden dort bisher nicht eingebracht.

#### *Sonstige (Forschungs-) Projekte mit Aussaat seltener Ackerwildkräuter*

Im Zuge des deutschlandweiten 100 Äcker-Projektes (Meyer und Leuschner 2015) erfolgte auf über einem Zehntel der Schutzäcker eine gezielte Ansaat seltener und gefährdeter Zielarten der Segetalflora. Am häufigsten wurde, neben floristischen Raritäten wie *Turgenia latifolia* (zwei Übertragungsflächen), die attraktive Art *Agrostemma githago*, oftmals jedoch aus unbekanntem Herkünften, eingebracht. Vor allem bei den vor 2010 durchgeführten Ansaatungen ist die Herkunft der Arten oft nicht klar (z.B. Ausbringung von *Asperula arvensis* aus mediterraner Herkunft im Feldflorareservat Beutenlay auf der Schwäbischen Alb). Im Rahmen des Ökokult-Projektes der Universität Lüneburg (Leuphana-Universität Lüneburg 2020) wird die Förderung von Segetalarten auf Ackerschonstreifen auf Sandäckern in der Lüneburger Heide durch Oberbodentransfer umgesetzt. Durch eine Etablierung der drei Zielarten *Arnoseris minima*, *Hypochaeris glabra* und *Galeopsis segetum* sollen deren Populationen ausgeweitet und weitere Spenderflächen eingerichtet werden. Diese sollen zukünftig als Quellpopulationen für produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) genutzt werden können. Im Mittelpunkt des Projekts „Ackerwildkräuter für Bayerns Kulturlandschaft“ stand der Schutz seltener und gefährdeter, in Bayern heimischer Ackerwildkräuter, die auf ausgewählten und standörtlich passenden Flächen lokal gefördert

oder wieder angesiedelt wurden. In den ersten drei Projektjahren konnten Samen von insgesamt 52 Zielarten gewonnen werden. Eine Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern erfolgte bis Ende 2018 auf insgesamt 46 Ackerflächen (Lang et al. 2020). Auch im seit 2008 laufenden Ackerwildkraut-Projekt des Enzkreises (Baden-Württemberg) sollen seltene und gefährdete Ackerwildkräuter gefördert werden. Mit Hilfe von autochthonem Saatgut wurden dort bis heute 15 Reservate von Ackerwildkräutern im ganzen Landkreis geschaffen (Landschaftserhaltungsverband Enzkreis 2020). Im „Modellprojekt zur Verbesserung der Situation von Ackerwildkräutern in Sachsen-Anhalt“ (Stiftung Kulturlandschaft Sachsen-Anhalt 2020) steht auch die gezielte Vermehrung und Ansaat seltener Segetalarten im Mittelpunkt. Zwischenergebnisse zum Projekt liegen aktuell noch nicht vor. Das Modellprojekt „Unkraut vergeht nicht – stimmt nicht!“ der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft sammelte von 68 seltenen Ackerwildkräutern Samen und Diasporen, bei 63 Arten gelang die Vermehrung. Bisher wurden im Projekt insgesamt 30 extensiv bewirtschaftete, Ackerflächen in Wiederansiedlungen einbezogen (Muchow und Fortmann 2019). Die hier vorgestellten Projekte stellen nur eine Auswahl dar und beruhen nicht auf Vollständigkeit.

**Synthese:** Im Rahmen von landesweiten Agrarumwelt- oder Vertragsnaturschutzmaßnahmen sind bisher keine Rote-Liste-Arten der Segetalflora ausgebracht worden<sup>1</sup>. Bei den wenigen derzeit in Blühmischungen der Bundesländer zugelassenen Ackerwildkräutern handelt es sich zumeist mit Kornblume und Klatschmohn um attraktive, landes-/bundesweit aber noch im Bestand ungefährdete Arten. Die gezielte Ansaat seltener und gefährdeter Taxa der Segetalflora erfolgt(e) bisher nur im Rahmen von speziellen Artenschutzprojekten oder wissenschaftlichen Versuchsstudien. Das solche Maßnahmen, neben den reinem Arterhalt, auch zur gezielten Erhöhung von Ökosystemfunktionen beitragen, stand bisher nicht im Fokus der Initiativen. Das hier durchgeführte Projekt trägt dazu einen entscheidenden Teil bei, diese Wissenslücken zu schließen und die Ergebnisse in die Praxis zu transferieren.

### Potentielle Förderprogramme für die Ansaat seltener Ackerwildkräuter

#### Ergebnisse aus Gesprächen mit Institutionen der Bundesländer

Neben Ökokontomaßnahmen sind spezielle Programme der Bundesländer wie der Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinie (LNPR) in Bayern oder das Programm zur Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Thüringen (NALAP) aktuell<sup>2</sup> am erfolgversprechendsten für die Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Segetalarten (Empfohlener Arbeitsname: *Schon- oder Etablierungstreifen*).

In Bayern wurde am 22. November 2018 ein Workshop vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz zur künftigen Ausgestaltung im VNP-Acker im Rahmen der neuen EU-Förderperiode initiiert. Dort wurde die Möglichkeit diskutiert zur Erhöhung der Ökosystemfunktionen in Agrarlandschaften zukünftig eine „Artenanreicherung“ mit autochthonem Saatgut als Zusatzoption im Vertragsnaturschutz (VNP – H11) anzubieten.

---

<sup>1</sup> In Bayern gilt *Cyanus segetum* als im Bestand stark rückläufig (Vorwarnliste), aber nicht gefährdet (Rote Liste; Scheuerer und Ahlmer 2003).

<sup>2</sup> Derzeit sind die Bundesländer mitten in der Programmplanungsphase für die kommenden EU-Agrarperiode (2023-2029). Nähere „öffentlich“ nutzbare Informationen liegen den Autor bisher nicht vor.

Einer solch fachlich gesteuerten und dokumentierten Bereicherung mit autochthonem Saatgut steht vor allem das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz offen gegenüber (mdl. Mitteilung StMUV 2019), sieht aber hier das VNP nicht als passendes Programminstrument an, sondern empfiehlt in einem ersten Schritt die Realisierung gezielter Ansaaten über die Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinie (LNPR). Wenn die dortige Etablierung der ausgesäten Arten erfolgreich verlief und die Äcker ein entsprechendes, noch zu definierendes, floristisches „Qualitätsniveau“ erreichen, können diese in einem zweiten Schritt in das H11-Programm (Extensive Ackernutzung für Feldbrüter und Ackerwildkräuter) übernommen werden. Vom Ministerium wurde bereits 2019 angeregt ein entsprechendes Erprobungs- und Entwicklungsprojekt (zum Praxiseinsatz autochthoner Ackerwildkraut-Mischungen auf regionaler Ebene) zu initiieren. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang dem Ministerium und der zuständigen Fachbehörde, dass die Förderung der Spontanflora (potentiell) wertvoller Äcker Priorität genießt und das bei geplanten Forschungsprojekten der behördliche botanische Artenschutz unbedingt mit eingebunden wird.

In Niedersachsen fand im Landwirtschaftsministerium Hannover am 24.01.2019 ein Workshop zur Ausgestaltung der Blühstreifenprogramme für die neue GAP (2023-2029) statt. Von mehreren Teilnehmern wurde angeregt, zukünftig nur noch zertifizierte, autochthone Wildpflanzenmischungen einzusetzen. Dies wurde aktuell von der zuständigen Fachbehörde (NLWKN) mit dem Verweis abgelehnt, da vor allem bei den seltenen und Rote-Liste-Arten eine „genetische Florenverfälschung“ befürchtet wird. Die Aussaat seltener Segetalarten sollte, wenn überhaupt, nur kontrolliert und dokumentiert maximal auf Gemeindeebene erfolgen. Das NLWKN (mdl. Mitteilung 2021) verweist in Bezug zur Entwicklung seltener Segetalarten auf das erfolgreich laufende BS3-Programm „Mehrjährige Schonstreifen für Ackerwildkräuter“ mit aktuell 1.362 ha Förderfläche (schriftl. Mitteilung, Umweltministerium Niedersachsen 2021).

In Thüringen steht das zuständige Umweltministerium einem Ansatz der gezielten Ansaat von Segetalarten grundsätzlich aufgeschlossen gegenüber, sieht jedoch derzeit darin keine absolute Priorität (mdl. Mitteilung, Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz [TMUEN] 2021). Man verweist auf das erfolgreich, wenn auch nur auf geringer Fläche (105 ha im Verpflichtungsjahr 2019; schriftl. Mitteilung, TMUEN 2021) laufende Ackerrandstreifenprogramm. Interesse zeigt die Behörde daran, in das Saatgut der zukünftig angebotenen mehrjährigen Blühstreifen aus autochthonen Ruderal- und Wiesenarten zusätzlich auch attraktiv blühende Segetalarten mit einzubauen. Bei der Analyse geeigneter Förderinstrumente würde sich auf den ersten Blick das Programm NALAP „Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Thüringen“ (TMUEN 2017) anbieten. Generell steht das Thüringer Umweltministerium einem Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur gezielten Ansaat von Segetalarten, vor allem bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben, positiv gegenüber (mdl. Mitteilung, TMUEN 2021).

#### Beachtung naturschutzfachlicher und agronomischer Kriterien

Einleitend muss betont werden, dass alle Fachbehörden der befragten Bundesländer in der Förderung der Spontanflora (potentiell) wertvoller Äcker eine Priorität sehen. Hier gibt es sehr viel ungenutztes Potential. Auch der Autor der hier vorliegenden Ausarbeitung stimmt dieser Sichtweise prinzipiell zu. Für die „Aktivierung“ des o.g. Potentials ist neben der dringenden Ausweitung floristischer Kartierungen auf Äckern vor allem eine verstärkte Naturschutzberatung von Landwirt\*innen unabdingbar.

Eine gezielte Ansaat seltener Ackerwildkrautarten (RL-Kategorien 1 / 2) über flächenwirksame Programme wie Kulap (Bayern/Thüringen) oder NiB-AUM (Niedersachsen) wird nicht als zielführend angesehen. Für diese Förderprogramme, die aufgrund seiner eher breiten Flächenwirkung für Landwirt\*innen als „Eintrittstor zum Naturschutz auf Ackerflächen“ dient, sollten mittelfristig die bisher dominierenden Kulturpflanzenmischungen durch autochthone Ackerwildkrautmischungen (mit wenigen Kulturarten) mit weniger gefährdeten (RL-Kategorie 3 / Vorwarnliste) bzw. ungefährdeten ökosystemrelevanten<sup>3</sup> und attraktiven Arten ersetzt werden. Neben ungefährdeten „Leuchtturm-Arten“ wie *Lathyrus tuberosus* oder *Papaver rhoeas* sollte es dabei aber auch kein Denkverbot geben weitere Arten der Vorwarnliste wie z.B. die bereits in Kulap-Mischungen verwendete *Cyanus segetum*, dazu *Falcaria vulgaris* Bernh. und *Anthemis tinctoria* L. bzw. die im Bestand gefährdeten Arten (RL 3) wie z.B. *Consolida regalis* oder *Legousia speculum-veneris* als „psychologische Akzeptanzarten“ in solche zu konzipierende Mischungen zu integrieren. Für von Aussterben bedrohte bzw. stark im Bestand gefährdete Segetalarten müssen zeitnah spezielle Artenhilfsprogramme konzipiert werden.

Wichtig erscheint nach allen Gesprächen auch der Punkt Saatgutkosten von seltenen bzw. speziellen Arten. Diese werden nach den Aussagen der Landwirt\*innen aktuell als zu teuer angesehen (Gottschalk und Beeke) bzw. sollten dafür überhaupt keine zusätzlichen Kosten entstehen (vgl. Beitrag Biobauern Naturschutz Gesellschaft). Um diesen wichtigen Punkt Rechnung zu tragen, ist daher eine einmalige Ansaat ohne Kultur, verbunden mit einem guten Etablierungserfolg erstrebenswert. Ab dem zweiten Jahr sollte die Selbstaussaat ausreichen, verbunden mit einer jährlichen Bodenstörung und extensivem Anbau mit Kulturfrüchten. Auf längere Sicht ist das Saatgut also nicht teurer als die bisherige Praxis der jährlichen Neuansaat von einjährigen Blühstreifenmischungen bzw. die Wiedereinsaat von mehrjährigen Mischungen alle fünf Jahre. Diesen Punkt der „Nachhaltigkeit“ bzw. Dauerhaftigkeit gilt es zukünftig noch stärker in den Fokus der Landwirtschafts- und Naturschutzverwaltung zu rücken. Wichtig erscheint in dieser Hinsicht die Flächenkontinuität (vgl. Pape 2020), d.h. dass die Äcker auf denen eine Ansaat erfolgt sollten möglichst langfristig für diese Maßnahme zur Verfügung stehen und nicht alle paar Jahr auf dem Betrieb rotieren.

Bezüglich der Standortwahl zur Einbringung seltener und gefährdeter Segetalarten ist, neben der Beratung und Betreuung der Landwirt\*innen (vgl. Beitrag Biobauern Naturschutz Gesellschaft), eine vorherige fachlich versierte Flächenprüfung unabdingbar! Einerseits gilt es das Etablierungspotential für den Erfolg der Maßnahme zum Beispiel über Prüfung der Bodenwertzahlen abzuschätzen, andererseits sollten Standorte mit bereits erheblichen Verunkrautungs- und vor allem Vergrasungsdruck bzw. solche die das Potential dafür besitzen, kategorisch ausgeschlossen werden. Parameter für eine potentielle Standortwahl, die es im Rahmen eines Projektes für eine Flächenkulisse zu erarbeiten gilt, wären z.B.:

1. Nutzung der Ertragsmesszahl (EMZ; Vorschlag: <35) zur Eingrenzung einer Flächenkulisse,
2. Beachtung abiotischer Faktoren wie z.B. Oberhang- oder Kuppenbereiche und
3. Analyse auf Vorkommen seltener Arten anhand einer floristischen Rasteranalyse und ggf. einer Aktivierung des Diasporenpotential über zweijährige Schwarzbrachestadien.

Im Projekt „Ackerwildkräuter für Bayerns Kulturlandschaft“ werden diese Kriterien bereits in vorbildlicher Weise in der Praxis umgesetzt (Lang et al. 2020) und im Laufe des Jahres 2021

---

<sup>3</sup> Diese sind noch nicht ausreichend bekannt und bedürfen einer verstärkten Grundlagenforschung.

in einem Praxisleitfaden zusammengefasst (mdl. Mitteilung, Marion Lang). Sehr interessante, weiterführende Hinweise zur Thematik sind auf der Website des Projektes „*Lokal, regional, ganz egal? Herkunft von Naturschutzsaatgut für Garten, Park und Landschaft*“ der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (2021) zu finden. Aus den hier vorgelegten Erkenntnissen schlussfolgernd sollte der nächste Schritt die praktische Umsetzung unter wissenschaftlicher Begleitung auf regionaler Ebene im Rahmen eines Erprobungs- und Entwicklungsprojektes (E+E) sein. Einerseits wären hierfür besonders Biosphärenreservate prädestiniert; andererseits würden sich aber auch Gebiete mit einem hohen Anteil ökologisch wirtschaftender Betriebe eignen, da diese sich besonders für Maßnahmen im Ackerwildschutz interessieren (vgl. Kapitel Biobauern Naturschutz Gesellschaft).

### 3.3 Öffentlichkeitsarbeit

#### Wissenschaftliche Veröffentlichungen

- Twerski, A., Fischer, C., Albrecht, H. (2021): Effects of rare arable plants on plant diversity, productivity and soil fertility in agricultural fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 307: 107237; DOI: 10.1016/j.agee.2020.107237
- Twerski, A., Albrecht, H., Fründ, J., Moosner, M., Fischer, C. (submitted) Effects of rare arable plants on flower visiting wild bees in agricultural fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.

#### Tagungsbeiträge

##### *Posterpräsentationen*

- Twerski, A.; Fischer, C.; Albrecht, H.: Verwendung seltener Ackerwildkräuter zur Erhöhung der funktionalen Diversität von Agrarlandschaften. *Mehr Biodiversität in der Agrarlandschaft – Ist eine Trendwende möglich?\** Veranstalter: DBU in Kooperation mit dem WWF Deutschland und der DLG; 24.–25.04.2018; Osnabrück
- Twerski, A.; Fischer, C.; Kollmann, J.; Albrecht, H.: The use of rare, arable plants to increase the functional diversity in agro ecosystems. *48th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland - 'Ecology - meeting the scientific challenges of a complex world*, S. 76; 10.–14.09.2018; Wien.

##### *Vorträge*

- Twerski, A.; Fischer, C.; Albrecht, H.: Does the sowing of rare arable weeds increase the functional diversity of agricultural landscapes? *4<sup>th</sup> HEZagrar PhD Symposium des Hans Eisenmann Zentrums der TU München und des Graduiertenzentrums*, S. 13–14; 24.4.2018; Freising
- Twerski, A.; Fischer, C.; Albrecht, H.: Verwendung seltener Ackerwildkräuter zur Erhöhung der funktionalen Diversität von Agrarlandschaften. *Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter*; Veranstalter: Bayrische KulturLandStiftung; 14.–16.06.2018; Kloster Plankstetten, Neumark i.d. Oberpfalz.
- Twerski, A., Lang, M.: Ackerwildkräuter: vom Nutzen gefährdeter Arten. *Gartenseminare des Landkreises Rosenheim*; 18.02.2019; Ramerberg.
- Twerski, A.; Fischer, C. und Albrecht, H.: The use of rare arable plants to enhance ecosystem functions of agro-ecosystems. *European Weed Research Society (EWRS), Biodiversity working Group*. 17.–19.06.2019
- Twerski, A.; Fischer, C. und Albrecht, H.: Ökosystemfunktionen seltener Ackerwildkräuter. *Exkursionstagung zum Schutz der Ackerwildkräuter*, 27.–29.06.2019; Schloß Holte.

### Studentische Arbeiten

- Bablitschko, I. (2019): Blütenangebot von seltenen Ackerwildkräutern in verschiedenen Aussaatstärken von Wintergetreide. Projektarbeit TU München (MSc Naturschutz und Landschaftsplanung).
- Gerwien, V. (2019): Die Auswirkungen des Landschaftskontextes auf die Abundanz und Diversität der Blütenbesucher von Blühflächen mit und ohne seltenen Ackerwildkräutern. Projektarbeit TU München (MSc Umweltplanung und Ingenieurökologie).
- Grünwald, A. (2019): Die Bedeutung seltener Ackerwildkräuter für das Landschaftsbild. Masterarbeit TU München (MSc Umweltplanung und Ingenieurökologie).
- Herter, I.-H. (2019): Kulturelle Ökosystemleistungen seltener Ackerwildkräuter. Bachelorarbeit TU München (BSc Biologie).
- Matejka, J. (2019): Der Einfluss seltener Ackerwildkräuter auf die Abundanz und Diversität der Blütenbesucher. Masterarbeit TU München (MSc Umweltplanung und Ingenieurökologie).
- Moosner, M. (2019): Einfluss von seltenen Ackerwildkräutern auf die Abundanz und Diversität von Blütenbesuchern. Masterarbeit TU München (MSc Umweltplanung und Ingenieurökologie).
- Pintado, K. (2018): Rare arable plant diversity in agroecosystems: between “Land sharing” and “Land sparing” strategies. Bericht zum Praktikum Experimentelle Renaturierungsökologie TU München (MSc Sustainable Resource Management).
- Rader, M. (2019): Wirkt sich die Anwesenheit seltener Ackerwildpflanzen auf die Aktivität der Mikro- und Mesofauna im Ackerboden aus? Bericht zum Praktikum Experimentelle Renaturierungsökologie TU München (MSc Naturschutz und Landschaftsplanung).
- Sauter, F. (2019): Der Einfluss von seltenen Ackerwildkräutern auf die biologische Schädlingskontrolle. Bachelorarbeit TU München (BSc. Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung).
- Zimmermann, S. (2020): Der Einfluss seltener Ackerwildkräuter auf die Abundanz und Diversität von Blütenbesuchern. Masterarbeit TU München (MSc Umweltplanung und Ingenieurökologie).

### Presseberichte

#### *Fernsehbeitrag*

Alina Twerski bei „Das Artensterben in Bayern“; Sender: SAT.1 Bayern; Ausstrahlung: 15.08.2018 • 17:30 Uhr

<https://www.sat1.de/regional/bayern/videos/das-artensterben-in-bayern-clip>

#### *Internetartikel*

„Gartenseminar lockt über 200 Besucher an“ vom 01.03.2019.

<https://www.rosenheim24.de/rosenheim/rosenheim-land/landkreis-rosenheim-ort51031/landkreis-rosenheim-zahlreiche-besucher-beim-gartenseminar-gartenfachberater-landratsamt-11815434.html>

### *Zeitungsartikel*

- „*Seidlhof: Projektteam erforscht seltene Ackerwildkräuter*“ des Münchner Merkur/Würmtal vom 15.05.2019.
- „*Ackern zwischen Kraut und Käfer*“ der Süddeutschen Zeitung vom 04./05.05.2019.
- Projektlandwirt: „*Wildblumen im Acker erwünscht*“; Süddeutsche Zeitung vom 24.07.2018.
- „*Vielfalt auf dem Acker*“ Meldung über die Projektauszeichnung mit „UN-Dekade für biologische Vielfalt“ in TUMcampus 2|20
- „*Ökosystemfunktionen von seltenen Ackerwildkräutern*“ Beitrag im Nodium #13 Alumni Verein Landschaftsarchitektur, Weihenstephan, 2021

### Sonstiges

- **Preisverleihung:** Auszeichnung des Projektes „*Warum wir bunte Äcker brauchen*“ im Wettbewerb „UN-Dekade Biologische Vielfalt“; Auszeichnung durch Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber; 10.02.2020; Freising.
- **Feldführung** auf dem Gelände des Parzellenversuchs der Seidlhofstiftung: Twerski, A. und Sienz-Widmann, A.: „*Ökosystemfunktionen seltener Ackerwildkräuter*“; Veranstalter: Seidlhof Stiftung und Volkshochschule Würmtal; 06.05.2019; Gräfelfing (Anhang 29).
- **Auftakttreffen** der Projektpartner: Präsentationen der Teilprojekte, Diskussion über Methodik und abschließende Feldbegehung auf dem Parzellenversuch und bei einem teilnehmenden Praxislandwirt; 03.05.2018; Freising, Neufahrn bei Freising und Gräfelfing

## Literaturverzeichnis

- Albrecht, H., Cambecèdes, J., Lang, M., Wagner, M. (2016): Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. *Botany Letters* 163 (4): 389-415.
- Albrecht, H. (1995): Changes in arable weed flora of Germany during the last five decades. In: 9th EWRS Symposium Challenges for Weed Science in a Changing Europe 1995: 41–48.
- Albrecht, H. (1994): Modelluntersuchung und Literaturlauswertung zum Diasporenvorrat gefährdeter Wildkräuter in Ackerböden. Schriftenreihe „Aus Liebe zur Natur“ der Stiftung zum Schutz gefährdeter Pflanzen 5: 123-140.
- Altenfelder, S., Albrecht, H., Kollmann, J. (2015): Konzeptentwicklung zum Schutz der Vegetationsaisonal vernässter Ackersenkten. DBU Abschlussbericht zum Forschungs-und Kooperationsvorhaben 2015.
- Bakker, J., Poschlod, P., Strykstra, R., Bekker, R., Thompson, K. (1996): Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta botanica neerlandica* 45 (4): 461-490.
- Barbosa, P., Hines, J., Kaplan, I., Martinson, H., Szczepaniec, A., Szendrei, Z. (2009): Associational resistance and associational susceptibility: having right or wrong neighbors. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 1-20.
- Bascompte, J., Jordano, P., Olesen, J. (2006): Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312 (5772): 431-433.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2020): KULAP-Sondermischungen 2021. Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz. Broschüre.
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2016): Landwirtschaftszählung 2010 und Agrarstrukturerhebung 2016. URL: [https://www.statistik.bayern.de/statistik/wirtschaft\\_handel/landwirtschaft/index.html](https://www.statistik.bayern.de/statistik/wirtschaft_handel/landwirtschaft/index.html) (gesehen am: 22.04.2020).
- BayernAtlas (2019). URL: [https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=ba&bgLayer=luftbild\\_labels&catalogNodes=11,122&E=679731.31&N=5333396.46&zoom=13](https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=ba&bgLayer=luftbild_labels&catalogNodes=11,122&E=679731.31&N=5333396.46&zoom=13) (gesehen am: 22.01.2019).
- Bersier, L.-F., Banašek-Richter, C., Cattin, M.-F. (2002): Quantitative descriptors of food-web matrices. *Ecology* 83 (9): 2394-2407.
- Bianchi, F., Booij, C., Tschardtke, T. (2006): Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 273 (1595): 1715-1727.
- Bischoff, A., Mahn, E.-G. (2000): The effects of nitrogen and diaspore availability on the regeneration of weed communities following extensification. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 77 (3): 237-246.
- BLE (2020): Unkrautregulierung im Ökolandbau. *Oekolandbau.de – Das Informationsportal*. URL: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/pflanzenschutz/beikrautregulierung-im-oekologischen-landbau/> (gesehen am: 18.12.2020).
- Bohren, C., Mermillod, G., Delabays, N. (2007): Unerwünschte Pflanzen in Buntbrachen: Eine Bestandesaufnahme. *Agrarforschung Schweiz* 14: 388-393.
- Bretagnolle, V., Gaba, S. (2015): Weeds for bees? A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35 (3): 891-909.
- Brütting, C., Meyer, S., Kühne, P., Hensen, I., Wesche, K. (2012): Spatial genetic structure and low diversity of the rare arable plant *Bupleurum rotundifolium* L. indicate fragmentation in Central Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 161: 70-77.
- Cardinale, B., Duffy, J., Gonzalez, A., Hooper, D., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G., Tilman, D., Wardle, D., Kinzig, A., Daily, G., Loreau, M., Grace, J., Larigauderie, A., Srivastava, D., Naeem, S. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486 (7401): 59-67.
- Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (2010): Ackerwildkräuter schützen und fördern – Perspektiven einer langfristigen Finanzierung und Bewirtschaftung. Schriftleitung: Reinhard Baier. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“. Heft 18. Ansbach.
- Dormann, C. (2011): How to be a specialist? Quantifying specialisation in pollination networks. *Network Biology* 1 (1): 1-20.
- Dormann, C., Frund, J., Bluthgen, N., Gruber, B. (2009): Indices, Graphs and Null Models: Analyzing Bipartite Ecological Networks. *The Open Ecology Journal* 2 (1): 7-24.
- Druckenbrod, C., Meyer, S. (2013): Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) in Thüringen– landwirtschaftliche Akzeptanz und naturschutzfachliche Aufwertung von Ackerflächen. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 50 (1): 31-35.
- DWD (2019a): Hagelunwetter in München und weitere schwere Gewitter an Pfingstmontag. URL: [https://www.dwd.de/DE/wetter/thema\\_des\\_tages/2019/6/11.html](https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2019/6/11.html) (gesehen am: 15.02.2020).
- DWD (2019b): Wassermangel bis in tiefe Bodenschichten im Sommer 2019: 7 S. URL: [https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/3-2\\_rueckblicke/2019/bericht\\_sommer\\_2019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/3-2_rueckblicke/2019/bericht_sommer_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (gesehen am: 15.02.2020).
- DWD (2018): CDC - Climate Data Center. Klimadaten Deutschland. URL: <https://cdc.dwd.de/portal/> (gesehen am: 20.04.2020).

- DWD (1993-2019): CDC - Climate Data Center. Klimadaten Deutschland. URL: <https://cdc.dwd.de/portal/> (gesehen am: 02.12.2020).
- Ebeling, A., Klein, A.-M., Schumacher, J., Weisser, W., Tschardtke, T. (2008): How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos* 117 (12): 1808-1815.
- Eisenhauer, N., Milcu, A., Sabais, A., Bessler, H., Weigelt, A., Engels, C., Scheu, S. (2009): Plant community impacts on the structure of earthworm communities depend on season and change with time. *Soil Biology & Biochemistry* 41 (12): 2430-2443.
- Epperlein, L., Prestele, J., Albrecht, H., Kollmann, J. (2014): Reintroduction of a rare arable weed: Competition effects on weed fitness and crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 188: 57-62.
- European Commission (2021): List of potential agricultural practices that eco-schemes could support. Handout. URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key\\_policies/documents/factsheet-agri-practices-under-ecoscheme\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/factsheet-agri-practices-under-ecoscheme_en.pdf) (gesehen am: 24.02.2021).
- Fenchel, J., Busse, A., Reichardt, I., Anklam, R., Schrödter, M., Tischew, S., Mann, S., Kirmer, A. (2015): Hinweise zur erfolgreichen Anlage und Pflege mehrjähriger Blühstreifen und Blühflächen mit gebietseigenen Wildarten (mit Hinweisen zu einjährigen Blühstreifen und Blühflächen sowie Schonstreifen): Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität in Sachsen Anhalt. Magdeburg.
- Fetzer, K. D., Grotenthaler, W., Hofmann, B., Jerz, H., Rückert, G., Schmidt, F., Wittmann, O. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50 000, München-Augsburg und Umgebung. Bayerisches Geologisches Landesamt, München 1986.
- Fischer, C., Thies, C., Tschardtke, T. (2011): Mixed effects of landscape complexity and farming practice on weed seed removal. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13 (4): 297-303.
- Fischer-Hüftle, P. (2018): Rechtliche Anforderungen an die Auswahl des Saatguts auf Blühflächen und Blühstreifen. *ANLiegen Natur* 40(2)/2018: 113-116.
- Fitter, A., Fitter, R. (2002): Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 296 (5573): 1689-1691.
- Fried, G., Dessaint, F., Reboud, X. (2016): Local and regional changes in taxonomic and functional diversity of arable weed communities in Burgundy (France) between the 1970s and the 2000s. *Botany Letters* 163 (4): 359-371.
- Gaba, S., Cheviron, N., Perrot, T., Piutti, S., Gautier, J.-L., Bretagnolle, V. (2020): Weeds Enhance Multifunctionality in Arable Lands in South-West of France. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4.
- Gaba, S., Perronne, R., Fried, G., Gardarin, A., Bretagnolle, F., Biju-Duval, L., Colbach, N., Cordeau, S., Fernández-Aparicio, M., Gauvrit, C. (2017): Response and effect traits of arable weeds in agro-ecosystems: a review of current knowledge. *Weed Research* 57 (3): 123-147.
- Gathmann, A., Tschardtke, T. (2002): Foraging ranges of solitary bees. *Journal of animal ecology* 71 (5): 757-764.
- Ghasemi, I., Volz, H. (2019): Blühmischungen und ihr Einsatz in Bayern. *ANLiegen Natur* 41(1)/2019: 87-92.
- Gibson, R., Nelson, I., Hopkins, G., Hamlett, B., Memmott, J. (2006): Pollinator webs, plant communities and the conservation of rare plants: arable weeds as a case study. *Journal of Applied Ecology* 43 (2): 246-257.
- Gottschalk, E., Beeke, W.: Rebhuhenschutz vor Ihrer Haustür Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Göttinger Rebhuhenschutzprojekt und aus dem Interreg North-Sea-Region-Projekt PARTRIDGE. Broschüre. Göttingen.
- Grünwald, A. (2019): Die Bedeutung seltener Ackerwildkräuter für das Landschaftsbild. Masterarbeit am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TU München.
- Güthler, W., Waltz, T. (2018): Das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 50(10)/2018: 368-373.
- Haaland, C., Naisbit, R., Bersier, L.-F. (2011): Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity* 4 (1): 60-80.
- Hofmeister, H., Garve, E. (2006): *Lebensraum Acker*. 2. Aufl. Remagen (Verlag Kessel): 327 S.
- Holljesiefken, A. (2007): Die rechtliche regulierung invasiver gebietsfremder arten in Deutschland: bestandsaufnahme und bewertung (Springer-Verlag).
- Holzner, W., Glauningner, J. (2005): *Ackerunkräuter. Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung*. 3. Aufl. Graz, Stuttgart (Leopold Stocker Verlag): 264 S.
- Hotze, C., van Elsen, T., Haase, T., Heß, J., Otto, M. (2009): *Ackerwildkraut-Blühstreifen zur Integration autochthoner Ackerwildkräuter in ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen*. Berlin (Verlag Dr. Köster).
- Hůla, M., Flegr, J. (2016): What flowers do we like? The influence of shape and color on the rating of flower beauty. *PeerJ* 4: e2106.
- Hüwe, R., Roubitschek, W. (2004): Landwirtschaftliche Bodennutzung. Band 8. In: *Leibniz-Institut für Länderkunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland - Unternehmen und Märkte*. Heidelberg, Berlin (Spektrum Akad. Verl.): 28-29.
- Hyvönen, T., Huusela-Veistola, E. (2008): Arable weeds as indicators of agricultural intensity – A case study from Finland. *Biological Conservation* 141 (11): 2857-2864.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services (Zenodo).
- Junge, X., Schüpbach, B., Walter, T., Schmid, B., Lindemann-Matthies, P. (2015): Aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland. *Landscape and Urban Planning* 133: 67-77.

- Katharina Schertler (2020): Auch im Ökolandbau ist nicht alles dunkelgrün. Interview mit der Naturschutzexpertin Katharina Schertler. URL: <https://www.bioland.de/bioland-blog/interview-auch-im-oekolandbau-ist-nicht-alles-dunkelgruen> (gesehen am: 30.11.2020).
- Kirmer, A., Pfau, M., Mann, S., Schrödter, M., Tischew, S. (2016): Erfolgreiche Anlage mehrjähriger Blühstreifen auf produktiven Standorten durch Ansaat wildkräuterreicher Samenmischungen und standortangepasste Pflege. *Natur und Landschaft* 91: 109-118.
- Kleijn, D., van der Voort, L. (1997): Conservation headlands for rare arable weeds: The effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. *Biological Conservation* 81 (1-2): 57-67.
- Korneck, D., Sukopp, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. 19 (Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie).
- Kovács-Hostyánszki, A., Haenke, S., Batáry, P., Jauker, B., Báldi, A., Tschardt, T., Holzschuh, A. (2013): Contrasting effects of mass-flowering crops on bee pollination of hedge plants at different spatial and temporal scales. *Ecological Applications* 23 (8): 1938-1946.
- Landeshauptstadt München (2020): Die Gutsbetriebe der Landeshauptstadt München - Ökologischer Ackerbau in der Isarmetropole. URL: <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Kommunalreferat/stadtgueter/gutsbetriebe.html> (gesehen am: 25.11.2020).
- Landschaftserhaltungsverband Enzkreis (2020): Ackerwildkräuter. URL: <https://lev-enzkreis.de/ackervildkraeuter/> (gesehen am: 15.01.2020).
- Landschaftspflegeverband Landkreis Augsburg e. V. (2020): Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*). URL: <https://www.lpv-landkreis-augsburg.org/project/klatschmohn/> (gesehen am: 27.11.2020).
- Lange, M., Gossner, M., Weisser, W. (2011): Effect of pitfall trap type and diameter on vertebrate by-catches and ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Araneae) sampling. *Methods in Ecology and Evolution* 2 (2): 185-190.
- Lang, M., Kollmann, J., Albrecht, H., Himmler, D. (2020): Das Projekt „Ackerwildkräuter für Bayerns Kulturlandschaft“. Vortrag Projektabschlussstagung am 09.11.2020. Online verfügbar <http://media.diemayrei.de/17723017.pdf>.
- Lang, M., Prestele, J., Wiesinger, K., Kollmann, J., Albrecht, H. (2018): Reintroduction of rare arable plants: seed production, soil seed banks, and dispersal 3 years after sowing. *Restoration Ecology* 26: S170-S178.
- Lang, M., Prestele, J., Fischer, C., Kollmann, J., Albrecht, H. (2016): Reintroduction of rare arable plants by seed transfer. What are the optimal sowing rates? *Ecology and Evolution* 6 (15): 5506-5516.
- Laußmann, H. (2018): Die spezifischen Merkmale des Vertragsnaturschutzes in Thüringen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 50(10)/2018: 374-379.
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., Herve, M. (2020): Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R Package version 1.4.5 2020.
- Letourneau, D., Armbrrecht, I., Rivera, B., Lerma, J., Carmona, E., Daza, M., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S. (2011): Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21 (1): 9-21.
- Leuphana-Universität Lüneburg (2020): ÖKOKULT - Sicherung der Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität von extensiv bewirtschafteten Kulturlandschaften. URL: <https://oekokult.de> (gesehen am: 14.01.2020).
- Leuschner, C., Meyer, S., van Elsen, T., Metzner, J. (2015): Zukunftsperspektiven des Agrobiodiversitätsschutzes. In: Meyer, S., Leuschner, C. (Hrsg.): 100 Äcker für die Vielfalt. Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland. Göttingen (Universitätsverlag).
- LfStat (2019): Durchschnittliche Betriebsgröße (ha LF) landwirtschaftlicher Betriebe und deren landwirtschaftlich genutzte Fläche 2019. Karte 5; Sonderauswertung. In: Agrarbericht Bayern 2020 vom Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. URL: <https://www.agrarbericht-2020.bayern.de/tabellen-karten/files/k5.pdf> (gesehen am: 26.11.2020).
- LfU (2020): Ökoflächenkataster (ÖFK). URL: [https://www.lfu.bayern.de/natur/oefka\\_oeko/oekoflaechenkataster/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/natur/oefka_oeko/oekoflaechenkataster/index.htm) (gesehen am: 15.01.2020).
- LWG (2020): Hanfmix - so wird's gemacht! Praxisanleitung "Energie aus Wildpflanzen".
- Manderbach, R. (2020): Artenreiche Äcker. Deutschlands Natur – der Naturführer Deutschlands. URL: <https://www.deutschlands-natur.de/lebensraeume/anthropogen/artenreiche-aecker/> (gesehen am: 27.11.2020).
- Mandery, K., Voith, J., Manfred, K., Weber, K., Wickl, K.-H. (2004): Rote Liste gefährdeter Bienen (Hymenoptera: Apidae) Bayerns. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Augsburg) 166 (2003) 166/2004: 179-188.
- Marshall, E., Brown, V., Boatman, N., Lutman, P., Squire, G., Ward, L. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43 (2): 77-89.
- Metzing, D., Garve, E., Matzke-Hajek, G., Adler, J., Bleeker, W. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (7): 13-358.
- Meyer, S. (2020): Ambrosia-Bekämpfung in einem mehrjährigen Blühstreifen (BS2) am südöstlichen Ortsrand von Heiligendorf (Stadt Wolfsburg). Unveröff. Gutachten Stadt Wolfsburg.

- Meyer, S., Gottwald, F. (2020): Maßnahmenbedarf zur Erhaltung der Ackerwildkrautflora – Erkenntnisse aus der langjährigen Umsetzung. Kapitel 4. In: Oppermann, R., Pfister, S., Eirich, A. (Hrsg.): Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen zur Umsetzung. Mannheim (Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB)): 145-155.
- Meyer, S., Leuschner, C. (Hrsg.) (2015): 100 Äcker für die Vielfalt. Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland. Göttingen (Universitätsverlag): 351 S.
- Meyer, S. (2015): Ackerwildkräuter fördern – Infos und Tipps für die landwirtschaftliche Praxis.
- Meyer, S., Hilbig, W., Steffen, K., Schuch, S. (2013a): Ackerwildkrautschutz—Eine Bibliographie. BfN-Skripten 351. Bonn (Bundesamt für Naturschutz): 222 S.
- Meyer, S., Wesche, K., Krause, B., Leuschner, C. (2013b): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s - a cross-regional analysis. *Diversity and Distributions* 19 (9): 1175-1187.
- Milcu, A., Partsch, S., Langel, R., Scheu, S. (2006): The response of decomposers (earthworms, springtails and microorganisms) to variations in species and functional group diversity of plants. *Oikos* 112 (3): 513-524.
- Moosner, M. (2019): Der Einfluss von seltenen Ackerwildkräutern auf die Abundanz und Diversität von Blütenbesuchern.
- Muchow, T., Fortmann, L. (2019): Konzepte zur Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter auf Naturraumbene. Erfahrungen des Modellprojekts "Unkraut vergeht nicht – stimmt nicht!". *Natur und Landschaft* 94 (5): 202-210.
- Noack, E., Alber, M., Quitzsch, T., Schüler, S. (2018): Felder, Rüben, Raps—Was verbindet die Bevölkerung mit Agrarlandschaften? Eine Studie aus Niedersachsen. *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 27: 139-147.
- Oppermann, R., Haider, M., Kronenbitter, J., Schwenninger, H. R., Tornier, I. (2013): Blühflächen in der Agrarlandschaft-Untersuchungen zu Blütmischungen, Honigbienen, Wildbienen und zur praktischen Umsetzung. Gesamtbericht zu wissenschaftlichen Begleituntersuchungen im Rahmen des Projekts Syngenta Bienenweide 2013.
- Pape, F. (2020): Change of the segetal flora in the district of Göttingen in the last century and the effectiveness of the field-margin programmes for their conservation since the late-1980s. MSc-Thesis Georg-August-Universität Göttingen.
- Pelosi, C., Bertrand, M., Capowiez, Y., Boizard, H., Roger-Estrade, J. (2009): Earthworm collection from agricultural fields: Comparisons of selected expellants in presence/absence of hand-sorting. *European Journal of Soil Biology* 45 (2): 176-183.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., Green, R. (2011): Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science* 333 (6047): 1289-1291.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., R Core Team (2020): nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-145 2020.
- Prasse, R., Kunzmann, D., Schröder, R. (2010): Entwicklung und praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Mindestanforderungen an einen Herkunftsnachweis für gebietseigenes Wildpflanzensaatgut krautiger Pflanzen: Abschlussbericht. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt (DBU). Hannover.
- R Core Team (2020): R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria (R Foundation for Statistical Computing).
- Ramsden, M., Menéndez, R., Leather, S., Wäckers, F. (2015): Optimizing field margins for biocontrol services: the relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 199: 94-104.
- Rollin, O., Benelli, G., Benvenuti, S., Decourtye, A., Wratten, S., Canale, A., Desneux, N. (2016): Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (1).
- Rollin, O., Bretagnolle, V., Decourtye, A., Aptel, J., Michel, N., Vaissière, B., Henry, M. (2013): Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 179: 78-86.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J., Sans, F. (2020): Reduced crop sowing density improves performance of rare arable weed species more effectively than reduced fertilisation. *Weed Research* 60 (4): 269-277.
- Sanders, J., Heß, J. (Hrsg.) (2019): Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Thünen Report 65. 2. Aufl. Braunschweig (Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei).
- Scheuchl, E., Schwenninger, H. R., Kuhlmann, M. (2020): Aktualisierung der Checkliste der Bienen Deutschlands. Stand 10.09.2018. URL: <http://www.wildbienen-kataster.de/login/downloads/checkliste.pdf> (gesehen am: 07.12.2020).
- Scheuerer, M., Ahlmer, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. Schriftenreihe des Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 165 165. 2002. Aufl. Augsburg (Bayer. Landesamt für Umweltschutz): 372 S.
- Schmid-Egger, C., Witt, R. (2014): Ackerblühstreifen für Wildbienen—Was bringen sie wirklich. *Ampulex* 6: 13-22.
- Schmid-Egger, C., Scheuchl, E. (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs: Andrenidae (Eigenverl. des Verf).
- Schmidt, C., Volz, H. (2013): Bayern Biogas Forum. Die Blühende Ergänzung. Nr. I - 23.

- Schmidt, M., Lauer, A., Purtauf, T., Thies, C., Schaefer, M., Tschardtke, T. (2003): Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 270 (1527): 1905-1909.
- Seidlhof-Stiftung (2020): Die Seidlhof-Stiftung in Gräfelfing. Seidlhof-Stiftung, Gräfelfing. URL: <https://www.seidlhof-stiftung.de/> (gesehen am: 25.11.2020).
- Spehn, E., Joshi, J., Schmid, B., Alpehi, J., Körner, C. (2000): Plant diversity effects on soil heterotrophic activity in experimental grassland ecosystems. *Plant and Soil* 224 (2): 217-230.
- Stiftung Kulturlandschaft Sachsen-Anhalt (2020): Modellprojekt zur Verbesserung der Situation von Ackerwildkräutern in Sachsen-Anhalt. URL: <http://stiftung-kulturlandschaft-sachsen-anhalt.de/themenprojekte/ackerwildkrautprojekt/> (gesehen am: 16.01.2020).
- Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (2021): Saatgut für Naturschutzzwecke sinnvoll auswählen. URL: <https://www.rheinische-kulturlandschaft.de/saatgut-fuer-naturschutzzwecke-sinnvoll-auswaehlen/> (gesehen am: 24.02.2021).
- StMELF (2020): Serviceportal iBALIS. URL: <https://aelf-in.bayern.de/landwirtschaft/foerderung/095179/index.php> (gesehen am: 25.11.2020).
- StMELF & StMUV (2019): Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) und Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm inkl. Erschwernisausgleich (VNP). Merkblatt Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUM); NVP 2020 bis 2024, AVP 2020 bis 2022.
- Storkey, J., Meyer, S., Still, K., Leuschner, C. (2012): The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279 (1732): 1421-1429.
- Storkey, J., Westbury, D. (2007): Managing arable weeds for biodiversity. *Pest Management Science* 63 (6): 517-523.
- Storkey, J. (2006): A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. *Weed Research* 46 (6): 513-522.
- The Plant List (2013): Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org/> (gesehen am: 06.11.2020).
- Thies, C., Haenke, S., Scherber, C., Bengtsson, J., Bommarco, R., Clement, L., Ceryngier, P., Dennis, C., Emmerson, M., Gagic, V. (2011): The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecological Applications* 21 (6): 2187-2196.
- Thompson, K., Band, SR, Hodgson, J. (1993): Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology* 1993: 236-241.
- Tinio, P., Leder, H. (2009): Just how stable are stable aesthetic features? Symmetry, complexity, and the jaws of massive familiarization. *Acta psychologica* 130 (3): 241-250.
- TMUEN (2017): Richtlinie des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz zur Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Thüringen (NALAP). Förderrichtlinie. URL: [https://www.thueringen.de/mam/th8/tmlfun/naturschutz/foerderung/2017\\_nalap-anderung\\_endgultig\\_23.08.2017.pdf](https://www.thueringen.de/mam/th8/tmlfun/naturschutz/foerderung/2017_nalap-anderung_endgultig_23.08.2017.pdf) (gesehen am: 17.01.2020).
- Twerski, A., Fischer, C., Albrecht, H. (2021): Effects of rare arable plants on plant diversity, productivity and soil fertility in agricultural fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 307: 107237.
- Tylianakis, J., Didham, R., Bascompte, J., Wardle, D. (2008): Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 11 (12): 1351-1363.
- Ulber, L., Gehring, K., DLG-Ausschuss für Pflanzenschutz (2018): Resistenzmanagement im Ackerbau – Herbizidresistenz. DLG-Merkblatt 432.
- van Elsen, T., Loritz, H. (2013): Vielfalt aus der Samentüte. Positionspapier zur Integration des Ackerwildkrautschutzes in Ansaat-Blühstreifen-Programme. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45 (5): 155-160.
- 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* 21: 373-378.
- van Groenigen, J., Lubbers, I., Vos, H., Brown, G., Deyn, G. de, van Groenigen, K. (2014): Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Scientific Reports* 4.
- Vollrath, B., Marzini, K. (2016): Mehr Vielfalt und rentable Biogasproduktion - mit den richtigen Blühmischungen ist beides möglich. Broschüre der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim.
- Wagner, C., Volz, H. (2014): Das Projekt „Faunistische Evaluierung von Blühflächen“. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 1 (2014): 17-32.
- Wagner, M., Bullock, J., Hulmes, L., Hulmes, S., Pywell, R. (2017): Cereal density and N-fertiliser effects on the flora and biodiversity value of arable headlands. *Biodiversity and Conservation* 26 (1): 85-102.
- Walter, R., Burmeister, J. (2017): Regenwürmer in bayerischen Ackerböden. 5. Aufl. Freising.
- Westerman, P., Hofman, A., Vet, L., van der Werf, W. (2003): Relative importance of vertebrates and invertebrates in epigeaic weed seed predation in organic cereal fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95 (2-3): 417-425.
- Westerman, S., Gardner, P., Sutherland, E., White, T., Jordan, K., Watts, D., Wells, S. (2012): Product Design: Preference for Rounded versus Angular Design Elements. *Psychology & Marketing* 29 (8): 595-605.

- Westrich, P., Frommer, U., Mandery, K., Riemann, H., Ruhnke, H., Saure, C., Voith, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. – In: Binot-Hafke, M.; Balzer, S.; Becker, N.; Gruttke, H.; Haupt, H.; Hofbauer, N.; Ludwig, G.; Matzke-Hajek, G. & Strauch, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Münster (Landwirtschaftsverlag). Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bundesamt für Naturschutz 70 (3)/2011: 373-416.
- Wickham, H. (2011): The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis. *Journal of Statistical Software* 40 (1).
- Wiesinger, K., Cais, K., Bernhardt, T., van Elsen, T. (2010): Klares Votum für Rittersporn, Frauenspiegel und Co. *Ökologie & Landbau* 153,1/2010: 54-56.
- Wratten, S., Gillespie, M., Decourtye, A., Mader, E., Desneux, N. (2012): Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 159: 112-122.
- YouGov (2015): Why is blue the world's favorite color? URL: <https://today.yougov.com/topics/international/articles-reports/2015/05/12/why-blue-worlds-favorite-color> (gesehen am: 19.03.2021).
- Zaborski, E. (2003): Allyl isothiocyanate: an alternative chemical expellant for sampling earthworms. *Applied Soil Ecology* 22 (1): 87-95.
- Zuur, A., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A., Smith, G. M. (2009): *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. New York (Springer): 581 S.

## Anhang

**Anhang 1:** Liste der Pflanzenarten in der einjährigen (ein.) und mehrjährigen (mehr.) Blütmischung aus dem Kulturlandschaftsprogramm (Kulap) mit Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013), Anteil in der Mischung (in %) und Angaben zur Herkunft (Wild- vs. Kulturart). Kulap-Programme: B47 "Einjährige Kulap-Blütmischung" und B48 "Lebendiger Acker - trocken". *Cyanus segetum* wurde in diesem Projekt nicht ausgesät.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Pflanzenfamilie	% Kulap (ein.)	% Kulap (mehr.)	Kultur/Wildart
<i>Achillea millefolium</i> L.	Gewöhnliche Schafgarbe	Asteraceae	1.5	1.2	Wa
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Kleiner Odermennig	Rosaceae	0.0	0.5	Wa
<i>Anthemis tinctoria</i> L.	Färber-Hundskamille	Asteraceae	0.0	0.5	Wa
<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.	Echte Winterkresse	Brassicaceae	0.0	0.2	Wa
<i>Borago officinalis</i> L.	Boretsch	Boraginaceae	2.0	0.0	Ka
<i>Calendula officinalis</i> L.	Ringelblume	Asteraceae	12.0	0.0	Ka
<i>Carum carvi</i> L.	Wiesen-Kümmel	Apiaceae	0.0	5.0	Wa
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	Skabiosen-Flockenblume	Asteraceae	0.0	0.2	Wa
<i>Cichorium intybus</i> L.	Gewöhnliche Wegwarte	Asteraceae	0.0	3.2	Wa
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Wirbeldost	Lamiaceae	0.0	0.1	Wa
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Koriander	Apiaceae	4.0	2.5	Ka
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Wiesen-Kammgras	Poaceae	0.0	2.1	Gr(Wa)
<i>Daucus carota</i> L.	Wilde Möhre	Asteraceae	0.0	2.0	Wa
<i>Dipsacus fullonum</i> L.	Wilde Karde	Caprifoliaceae	0.0	0.3	Wa
<i>Echium vulgare</i> L.	Gewöhnlicher Natternkopf	Boraginaceae	0.0	1.0	Wa
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	Buchweizen	Polygonaceae	12.5	10.0	Ka
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Fenchel	Apiaceae	6.0	2.0	Ka
<i>Galium album</i> Mill.	Weißes Labkraut	Rubiaceae	0.0	1.5	Wa
<i>Galium verum</i> L.	Echtes Labkraut	Rubiaceae	0.0	0.5	Wa
<i>Helianthus annuus</i> L.	Sonnenblume (Pollensorte)	Asteraceae	15.0	10.0	Ka
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Tüpfel-Johanniskraut	Hypericaceae	0.0	0.2	Wa
<i>Isatis tinctoria</i> L.	Färber-Waid	Brassicaceae	0.0	0.5	Wa
<i>Leucanthemum ircutianum</i> (Turcz.) Turcz. ex DC.	Fettwiesen-Margerite	Asteraceae	0.0	0.3	Wa
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Gewöhnliches Leinkraut	Plantaginaceae	0.0	0.1	Wa
<i>Linum usitatissimum</i> L.	Saat-Lein	Linaceae	13.0	15.0	Ka
<i>Malva moschata</i> L.	Moschus-Malve	Malvaceae	0.0	0.5	Wa
<i>Medicago sativa</i> L.	Saat-Luzerne	Fabaceae	0.0	4.0	Ka
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Gewöhnlicher Steinklee	Fabaceae	0.0	2.0	Wa
<i>Oenothera biennis</i> L.	Zweijährige Nachtkerze	Onagraceae	0.0	0.2	Wa
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	Saat-Esparssette	Fabaceae	3.0	6.5	Ka
<i>Origanum vulgare</i> L.	Gewöhnlicher Dost	Lamiaceae	0.0	0.2	Wa
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Klatsch-Mohn	Papaveraceae	2.0	2.0	Wa
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Gewöhnlicher Pastinak	Apiaceae	0.0	1.0	Wa

<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Rainfarn-Phazelie	Boraginaceae	5.0	5.5	Ka
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	Kleine Bibernelle	Apiaceae	0.0	0.1	Wa
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Spitz-Wegerich	Plantaginaceae	0.0	3.5	Wa
<i>Plantago media</i> L.	Mittlerer Wegerich	Plantaginaceae	0.0	0.1	Wa
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gewöhnliche Braunelle	Lamiaceae	0.0	0.2	Wa
<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>sativus</i> (L.) Domin	Ölrettich; Nematoden resistente Sorte ( <i>Heterodera schachtii</i> )	Brassicaceae	1.5	0.0	Ka
<i>Reseda luteola</i> L.	Färber-Wau	Resedaceae	0.0	0.5	Wa
<i>Salvia pratensis</i> L.	Wiesen-Salbei	Lamiaceae	0.0	2.5	Wa
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Kleiner Wiesenknopf	Rosaceae	0.0	2.0	Wa
<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	Weißer Lichtnelke	Caryophyllaceae	0.0	0.3	Wa
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Taubenkropf- Leimkraut	Caryophyllaceae	0.0	1.5	Wa
<i>Trifolium hybridum</i> L.	Schwedenklee	Fabaceae	2.0	0.0	Ka
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	Inkarnatklee	Fabaceae	5.0	0.0	Ka
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Perserklee	Fabaceae	4.5	0.0	Ka
<i>Verbascum lychnitis</i> oder <i>nigrum</i> L.	Mehlige oder Schwarze Königs- kerze	Scrophulariaceae	0.0	0.2	Wa
<i>Vicia sativa</i> L.	Saat-Wicke	Fabaceae	8.0	6.3	Ka

**Anhang 2:** Lage und Bewirtschaftungsmethoden der teilnehmenden Praxisbetriebe. Das Weiter sind noch die ausgesäten Feldfrüchte 2018 und 2019, ihr Sorten und die Aussaatstärken der Praxisbetriebe dargestellt.

Landwirt	Lage des Betriebes	Bewirtschaftung	Sommergetreide 2018			Wintergetreide 2018/2019		
			Kultur	Sorte	reduzierte Aussaatstärke	Kultur	Sorte	reduzierte Aussaatstärke
Landwirt 1	Gräfelding	ökologisch	Hafer	Saul	70 kg/ha	Dinkel	Oberkulmer Rotkorn	95 kg/ha
Landwirt 2	Neufahrn bei Freising	ökologisch	Gerste	Margret	NA	Roggen	Amilio	55 kg /ha
Landwirt 3	Neufahrn bei Freising	ökologisch	Hafer	Saul	70 kg/ha	Winterweizen	Capo	90 kg/ha
Landwirt 4	Neufahrn bei Freising	konventionell	Gerste	Marthe SinaBa &	70 kg/ha	Roggen	SU Forsetti & Dukato	31,5 kg/ha
Landwirt 5	Neufahrn bei Freising	ökologisch	Hafer	Saul	70 kg/ha	Dinkel	Oberkulmer Rotkorn	95 kg/ha
Landwirt 6	Neufahrn bei Freising	ökologisch	Hafer	Poseidon	80 kg/ha	Roggen	Inspector	60 kg/ha
Landwirt 7	Langenpreising	ökologisch	Hafer	Scorpion	66 kg/ha	Dinkel	Oberkulmer Rotkorn	95 kg /ha
Landwirt 8	Zorneding	ökologisch	Gerste	Avalon	NA	Roggen	Dukato	65kg/ha
Landwirt 9	Oberschleißheim	ökologisch	Hafer	Max	65 kg/ha	Winterweizen	Wiwa	102,5 kg/ha
Landwirt 10	Dietersheim	konventionell	Hafer	Max	NA	Triticale	Lombardo	85 kg/ha





**Anhang 5:** 25 Pflanzenarten (mit Abkürzungen) der Umfragen um die Ästhetik von seltenen und häufigen Ackerwildkrautarten. Artbezeichnungen nach The Plant List 2013.

<b>Wissenschaftlicher Name</b>	<b>Abkürzungen</b>	<b>Pflanzenfamilie</b>
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Anag_arve	Primulaceae
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Anth_arve	Asteraceae
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst.	Bugl_arve	Boraginaceae
<i>Chenopodium album</i> L.	Chen_albu	Amaranthaceae
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Cirs_arve	Asteraceae
<i>Consolida regalis</i> Gray	Cons_rega	Ranunculaceae
<i>Cyanus segetum</i> Hill	Cyan_sege	Asteraceae
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euph_heli	Euphorbiaceae
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	Fago_escu	Polygonaceae
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fuma_offi	Papaveraceae
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	Gale_spec	Lamiaceae
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Gali_quad	Asteraceae
<i>Galium aparine</i> L.	Gali_apar	Rubiaceae
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	Kick_spur	Plantaginaceae
<i>Lamium purpureum</i> L.	Lami_purp	Lamiaceae
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Lath_tube	Fabaceae
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Durande ex Vill.	Lego_spec	Campanulaceae
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Nesl_pani	Brassicaceae
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papa_rhoe	Papaveraceae
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Sher_arve	Rubiaceae
<i>Silene noctiflora</i> L.	Sile_noct	Caryophyllaceae
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Sina_arve	Brassicaceae
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Stel_medi	Caryophyllaceae
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	Vale_dent	Caprifoliaceae
<i>Viola arvensis</i> Murray	Viol_arve	Violaceae

**Anhang 6:** Liste der Pflanzenarten (inklusive seltener Ackerwildkräuter) auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben mit Pflanzenfamilien (Artbezeichnungen nach The Plant List 2013).

Wissenschaftlicher Name	Pflanzenfamilie	Wissenschaftlicher Name	Pflanzenfamilie
<i>Acer</i> spec.	Sapindaceae	<i>Prunus spinosa</i> L.	Rosaceae
<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	<i>Ranunculus acris</i> L.	Ranunculaceae
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Apiaceae	<i>Ranunculus repens</i> L.	Ranunculaceae
<i>Aethusa cynapium</i> L.	Apiaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>sativus</i> (L.) Domin	Brassicaceae
<i>Agrostemma githago</i> L.	Caryophyllaceae	<i>Rhinanthus</i> spec.	Orobanchaceae
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Poaceae	<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	Brassicaceae
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Poaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Poaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Polygonaceae
<i>Amaranthus</i> spec.	Amaranthaceae	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	Fabaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	Poaceae
<i>Anagallis arvensis</i> f. <i>azurea</i> Hyl.	Primulaceae	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	<i>Silene conica</i> L.	Caryophyllaceae
<i>Anthemis</i> spec.	Asteraceae	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	Caryophyllaceae
<i>Anthemis tinctoria</i> L.	Asteraceae	<i>Silene latifolia</i> Poir.	Caryophyllaceae
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Apiaceae	<i>Silene noctiflora</i> L.	Caryophyllaceae
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae
<i>Aphanes arvensis</i> L.	Rosaceae	<i>Sinapis alba</i> L.	Brassicaceae
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae
<i>Arctium tomentosum</i> Mill. i	Asteraceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	Caryophyllaceae	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl.	Poaceae	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	<i>Stachys palustris</i> L.	Lamiaceae
<i>Astragalus cicer</i> L.	Fabaceae	<i>Stachys</i> spec.	Lamiaceae
<i>Atriplex patula</i> L.	Amaranthaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Caryophyllaceae
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	<i>Symphytum officinale</i> L.	Boraginaceae
<i>Bromus sterilis</i> L.	Poaceae	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Asteraceae
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst.	Boraginaceae	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E.Haglund	Asteraceae
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	Convolvulaceae	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Brassicaceae
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	Brassicaceae	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	Asteraceae
<i>Campanula</i> spec.	Campanulaceae	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Fabaceae
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	Fabaceae
<i>Carum carvi</i> L.	Apiaceae	<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	Caryophyllaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae
<i>Cerastium</i> spec.	Caryophyllaceae	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Fabaceae
<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange	Plantaginaceae	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.	Asteraceae
<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	Caprifoliaceae
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	Amaranthaceae	<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.	Caprifoliaceae
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	<i>Valerianella ramosa</i> Bastard	Caprifoliaceae
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	<i>Verbascum nigrum</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Asteraceae	<i>Verbascum</i> spec.	Scrophulariaceae
<i>Consolida regalis</i> Gray	Ranunculaceae	<i>Veronica arvensis</i> L.	Plantaginaceae

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	<i>Veronica hederifolia</i> L.	Plantaginaceae
<i>Crepis biennis</i> Lapeyr.	Asteraceae	<i>Veronica persica</i> Poir.	Plantaginaceae
<i>Cyanus segetum</i> Hill	Asteraceae	<i>Veronica polita</i> Fr.	Plantaginaceae
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	<i>Vicia cracca</i> L.	Fabaceae
<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	Fabaceae
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	Fabaceae
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	<i>Vicia spec.</i>	Fabaceae
<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginaceae	<i>Vicia villosa</i> Roth	Fabaceae
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Poaceae	<i>Viola arvensis</i> Murray	Violaceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Asteraceae	<i>Acer campestre</i> L.	Sapindaceae
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Sapindaceae
<i>Euphorbia exigua</i> L.	Euphorbiaceae	<i>Agrostis gigantea</i> Roth	Poaceae
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae	<i>Arctium lappa</i> L.	Asteraceae
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	Polygonaceae	<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Asteraceae
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á.Löve	Polygonaceae	<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.	Brassicaceae
<i>Festuca ovina</i> L.	Poaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Poaceae	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Poaceae
<i>Festuca rubra</i> L.	Poaceae	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	Poaceae
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	Poaceae
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Lamiaceae	<i>Calendula officinalis</i> L.	Asteraceae
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	<i>Centaurea scabiosa</i> L.	Asteraceae
<i>Galium album</i> Mill.	Rubiaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Caryophyllaceae
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Lamiaceae
<i>Geranium dissectum</i> L.	Geraniaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae
<i>Geranium pusillum</i> L.	Geraniaceae	<i>Corylus avellana</i> L.	Betulaceae
<i>Geranium spec.</i>	Geraniaceae		Asteraceae
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Lamiaceae	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Poaceae
<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae	<i>Dipsacus fullonum</i> L.	Caprifoliaceae
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	Plantaginaceae	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Onagraceae
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Caprifoliaceae	<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	Asteraceae
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamiaceae	<i>Euphorbia stricta</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamiaceae	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Fagaceae
<i>Lapsana communis</i> L.	Asteraceae	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	Poaceae
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Fabaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Fabaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Rosaceae
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Durande ex Vill.	Campanulaceae	<i>Galium verum</i> L.	Rubiaceae
<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.	Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae
<i>Lolium perenne</i> L.	Poaceae	<i>Lamium album</i> L.	Lamiaceae
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Plantaginaceae
<i>Malva spec.</i>	Malvaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaceae
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Asteraceae	<i>Malva moschata</i> L.	Malvaceae
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Asteraceae	<i>Mentha arvensis</i> L.	Lamiaceae
<i>Medicago lupulina</i> L.	Fabaceae	<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagraceae

<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	Fabaceae
<i>Melilotus albus</i> Medik.	Fabaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Fabaceae	<i>Orobanche</i> spec.	Orobanchaceae
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Boraginaceae	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	Apiaceae
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Brassicaceae	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae
<i>Nigella sativa</i> L.	Ranunculaceae	<i>Plantago media</i> L.	Plantaginaceae
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	Orobanchaceae	<i>Poa</i> spec.	Poaceae
<i>Oxalis stricta</i> L.	Oxalidaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae
<i>Panicum miliaceum</i> L.	Poaceae	<i>Quercus robur</i> L.	Fagaceae
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	<i>Quercus</i> spec.	Fagaceae
<i>Papaver somniferum</i> L.	Papaveraceae	<i>Rubus caesius</i> L.	Rosaceae
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	Polygonaceae	<i>Rubus idaeus</i> L.	Rosaceae
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Boraginaceae	<i>Salvia pratensis</i> L.	Lamiaceae
<i>Phleum pratense</i> L.	Poaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	Adoxaceae
<i>Picris hieracioides</i> Sibth. & Sm.	Asteraceae	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	<i>Solidago canadensis</i> L.	Asteraceae
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	Asteraceae
<i>Poa compressa</i> L.	Poaceae	<i>Stellaria graminea</i> L.	Caryophyllaceae
<i>Poa pratensis</i> L.	Poaceae	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Fabaceae
<i>Poa trivialis</i> L.	Poaceae	<i>Trifolium</i> spec.	Fabaceae
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae
<i>Potentilla anserina</i> L.	Rosaceae	<i>Vicia tetraspermum</i> Spreng.	Fabaceae
<i>Potentilla reptans</i> L.	Rosaceae		

---

**Anhang 7:** Ergebnisse der linearen, gemischten Modelle. Dargestellt sind die Effekte der Behandlungen und/oder Jahre auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben auf folgende Zielvariablen: Anzahl Blattläuse, Parasitierungsrate, Räuber-Beute-Verhältnis, Phytodiversität, Wildkraut- und Kulturbiomasse, Abundanz und Artenzahl von Wildbienen, Blütendeckung, Abundanz und Biomasse der Regenwürmer, organische Bodensubstanz, Gesamtstickstoff, pH-Werte und Phosphor. Für die Bodenparameter wurden die zwei Versuchsjahre separat analysiert. Bei allen anderen Zielvariablen wurden die beiden Versuchsjahren nicht separat verrechnet. Mit "-" gekennzeichnete Variablen wurden aus dem minimal adäquaten Modell entfernt. Dargestellt sind die Freiheitsgrade (numDF und denDF), F- und p-Werte aus den ANOVA-Tabellen.

Zielvariable	Plot	Parameter	Parzellenversuch				Praxisbetriebe			
			numDF	denDF	F-Wert	p-Wert	numDF	denDF	F-Wert	p-Wert
Anzahl Blattläuse	mit Kultureinsaat	Intercept	1	130	3301.9	< 0.001	1	64	292.0	< 0.001
		Behandlung	3	130	0.6	0.7	1	64	0.1	0.7
Parasitierungsrate	mit Kultureinsaat	Intercept	1	130	125.6	< 0.001	1	64	24.0	< 0.001
		Behandlung	3	130	1.2	0.3	1	64	2.6	0.1
Räuber-Beute-Verhältnis	mit Kultureinsaat	Intercept	1	130	143.5	< 0.001	1	64	47.9	< 0.001
		Behandlung	3	130	0.3	0.8	1	64	0.4	0.5
Phytodiversität	Alle	Intercept	1	84	5233.4	< 0.001	1	72	261.6	< 0.001
		Behandlung	6	84	25.9	< 0.001	4	72	13.8	< 0.001
Wildkrautbiomasse	Alle	Intercept	1	64	37480.4	< 0.001	1	72	4768.5	< 0.001
		Behandlung	6	64	139.2	< 0.001	4	72	37.7	< 0.001
Kulturbiomasse	mit Kultureinsaat	Intercept	1	42	21559.5	< 0.001	1	29	4725.1	< 0.001
		Behandlung	3	42	3.0	0.04	1	29	0.004	0.95
Abundanz Wildbienen	Alle	Intercept	1	88	300.3	< 0.001	1	80	296.2	< 0.001
		Behandlung	7	88	21.2	< 0.001	5	80	29.3	< 0.001
Artenzahl Wildbienen	Alle	Intercept	1	88	245.1	< 0.001	1	80	371.5	< 0.001
		Behandlung	7	88	13.5	< 0.001	5	80	51.5	< 0.001
Blütendeckung gesamt	Alle	Intercept	1	88	1468.9	< 0.001	1	80	2067.6	< 0.001
		Behandlung	7	88	11.2	< 0.001	5	80	12.7	< 0.001
Abundanz Regenwürmer	Alle	Intercept	1	147	8034.4	< 0.001	1	174	18.1	< 0.001
		Behandlung	6	147	1.6	0.2	4	174	2.3	0.06
		Jahr	1	147	114	< 0.001	1	174	7.0	0.009
		Behandlung * Jahr	6	147	4.3	< 0.001	-	-	-	-
Regenwurmbiomasse	Alle	Intercept	1	147	1895.7	< 0.001	1	174	16.9	< 0.001
		Behandlung	6	147	0.4	0.9	4	174	3.7	0.01
		Jahr	1	147	40.0	< 0.001	1	174	4.8	0.03
		Behandlung * Jahr	6	147	2.2	0.05	-	-	-	-
Organische Bodensubstanz	Alle	Intercept	1	68	1858.9	< 0.001	1	84	229.9	< 0.001

		Behandlung	6	68	2.3	0.049	-	-	-	-
		Jahr	1	68	18.6	< 0.001	1	84	3.2	0.08
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtstickstoff	Alle	Intercept	1	68	1655.8	< 0.001	1	85	306.6	< 0.001
		Behandlung	6	68	2.4	0.04	-	-	-	-
		Jahr	1	68	5.1	0.03	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	Alle	Intercept	1	68	13594.2	< 0.001	1	84	13705.8	< 0.001
		Behandlung	6	68	4.7	< 0.001	-	-	-	-
		Jahr	1	68	6.2	0.02	1	84	30.6	< 0.001
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Alle	Intercept	1	75	6.2	0.02	1	81	34.5	< 0.001
		Behandlung	-	-	-	-	4	81	4.5	0.003
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Anhang 8:** Anzahl der seltenen Ackerwildkrautarten auf dem Parzellenversuch und auf den Praxisbetrieben. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Arten pro Parzelle aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5.

Version	3	4	5	6	7	8	9	10	Praxisbetriebe	
2018	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Kleegras	Kleegras	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide
	7,6 $\pm$ 1,3	7,8 $\pm$ 0,8	6,2 $\pm$ 1,3			8,4 $\pm$ 0,9	7,2 $\pm$ 0,4	8,0 $\pm$ 1,0	7,4 $\pm$ 1,2	7,0 $\pm$ 1,2
2019	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide
	6,2 $\pm$ 1,1	7,0 $\pm$ 1,2	6,2 $\pm$ 1,3	7,6 $\pm$ 0,5	7,6 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,8	4,4 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 0,9	6,4 $\pm$ 1,4	6,0 $\pm$ 1,5
2020				Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide					
				8,0 $\pm$ 1,0	7,2 $\pm$ 1,3					

**Anhang 9:** Etablierungserfolg der eingesäten seltenen Ackerwildkräuter. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Individuendichte pro m<sup>2</sup> in verschiedenen Kulturdichten auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre und damit auch die Kulturart wurden nicht berücksichtigt.

	Parzellenversuch			Praxisbetriebe	
	Kultur 100 %	Kultur 50 %	Kultur 0 %	Kultur 50 %	Kultur 0 %
<i>Buglossoides arvensis</i>	2,1 $\pm$ 2,9	2,1 $\pm$ 2,4	1,1 $\pm$ 1,4	3,4 $\pm$ 4,1	8,0 $\pm$ 14,5
<i>Consolida regalis</i>	17,4 $\pm$ 16,6	23,4 $\pm$ 18,1	36,1 $\pm$ 36,5	12,4 $\pm$ 27,8	13,9 $\pm$ 20,4
<i>Kickxia spuria</i>	0,9 $\pm$ 1,3	1,6 $\pm$ 2,4	0,9 $\pm$ 1,3	0,25 $\pm$ 0,7	0,25 $\pm$ 0,8
<i>Lathyrus tuberosus</i>	2,0 $\pm$ 2,3	2,2 $\pm$ 1,9	0,9 $\pm$ 0,8	0,9 $\pm$ 2,3	1,6 $\pm$ 3,3
<i>Legousia speculum-veneris</i>	27,5 $\pm$ 22,1	31,0 $\pm$ 23,9	17,8 $\pm$ 11,7	6,25 $\pm$ 5,7	10,2 $\pm$ 11,7
<i>Neslia paniculata</i>	0,5 $\pm$ 1,4	0,3 $\pm$ 0,6	0,1 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 4,6	1,4 $\pm$ 3,0
<i>Papaver rhoeas</i>	4,2 $\pm$ 7,8	6,3 $\pm$ 11,3	0,0 $\pm$ 15,1	5,7 $\pm$ 14,5	17,1 $\pm$ 27,4
<i>Sherardia arvensis</i>	34,0 $\pm$ 34,4	41,8 $\pm$ 41,5	16,9 $\pm$ 8,9	21,3 $\pm$ 18,5	18,4 $\pm$ 14,4
<i>Silene noctiflora</i>	16,4 $\pm$ 14,1	20,1 $\pm$ 16,3	8,5 $\pm$ 7,5	17,9 $\pm$ 21,3	18,8 $\pm$ 19,3
<i>Valerianella dentata</i>	26,6 $\pm$ 24,6	31,7 $\pm$ 27,4	16,1 $\pm$ 11,5	7,1 $\pm$ 6,8	9,8 $\pm$ 12,7

**Anhang 10:** Individuendichte pro m<sup>2</sup> der eingesäten seltenen Ackerwildkräuter in der Samenbank. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der Individuendichte in verschiedenen Kulturdichten auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben. Die unterschiedlichen Versuchsjahre und damit auch die Kulturart wurden nicht berücksichtigt.

	Parzellenversuch			Praxisbetriebe	
	Kultur 0 %	Kultur 50 %	Kultur 100 %	Kultur 0 %	Kultur 50 %
<i>Buglossoides arvensis</i>	27,5 $\pm$ 46,8	38,6 $\pm$ 104,0	44,1 $\pm$ 106,4	242,3 $\pm$ 306,3	60,6 $\pm$ 128,4
<i>Consolida regalis</i>	771,0 $\pm$ 949,3	479,1 $\pm$ 534,0	330,4 $\pm$ 415,4	308,4 $\pm$ 484,4	192,8 $\pm$ 384,4
<i>Kickxia spuria</i>	143,2 $\pm$ 127,7	49,6 $\pm$ 54,8	60,6 $\pm$ 60,6	11,0 $\pm$ 34,8	38,6 $\pm$ 45,3
<i>Lathyrus tuberosus</i>	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	11,0 $\pm$ 23,2	0,0 $\pm$ 0,0	5,5 $\pm$ 17,4
<i>Legousia speculum-veneris</i>	699,4 $\pm$ 952,1	1321,7 $\pm$ 1447,8	677,4 $\pm$ 830,4	512,2 $\pm$ 557,4	633,3 $\pm$ 624,8
<i>Neslia paniculata</i>	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	5,5 $\pm$ 17,4	5,5 $\pm$ 17,4
<i>Papaver rhoeas</i>	1283,2 $\pm$ 1204,6	330,4 $\pm$ 436,7	88,1 $\pm$ 94,3	5441,0 $\pm$ 6276,4	1844,9 $\pm$ 1845,6
<i>Sherardia arvensis</i>	115,7 $\pm$ 91,6	170,7 $\pm$ 188,0	198,3 $\pm$ 225,1	324,9 $\pm$ 588,2	203,8 $\pm$ 530,2
<i>Silene noctiflora</i>	27,5 $\pm$ 53,5	27,5 $\pm$ 38,9	44,1 $\pm$ 89,2	154,2 $\pm$ 254,1	104,6 $\pm$ 108,5
<i>Valerianella dentata</i>	1608,1 $\pm$ 1503,4	1162,0 $\pm$ 1282,7	809,5 $\pm$ 792,6	655,3 $\pm$ 817,0	396,5 $\pm$ 565,1

**Anhang 11:** Abundanz der Wildbienen auf dem Parzellenversuch (drei Versuchsjahre) und den Praxisbetrieben (zwei Versuchsjahre; Artbezeichnungen nach Scheuchl et al. 2020; Westrich et al. 2011) aus den Beobachtungen und den Farbschalen. Rote Liste Status Deutschlands (RL D; Westrich et al. 2011) und Bayerns (RL BY; Mandery et al. 2004): V = Vorwarnstufe, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet, (\*) = in RL BY nicht gelistet und deshalb als nicht gefährdet eingestuft, [\*] = in den RL wurde Synonym oder ein anderer Name verwendet, G = Gefährdung anzunehmen. Artbestimmung durch Klaus Mandery (KM), Michaela Moosner (MM), Juliane Matejka (JM), Simone Zimmermann (SZ) und Dieter Doczkal (DD).

Wissenschaftlicher Name	Erstbeschreiber	Abkürzung	N Individ. (Beobach- tung Parzellen- versuch)	N Individ. (Beobach- tung Praxis- betriebe)	N Individ. (Farb- schalen Parzellen- versuch)	N Individ. (Farb- schalen Praxis- betriebe)	RL D	RL BY	Bestimmung
<i>Andrena alfkenella</i>	Perkins, 1914	Andr_alfk	18	7	1	7	V	G	KM
<i>Andrena bicolor</i>	Fabricius, 1775	Andr_bico	15	2	1	7	*	(*)	KM
<i>Andrena dorsata</i>	(Kirby, 1802)	Andr_dors	3			4	*	(*)	KM
<i>Andrena flavipes</i>	Panzer, 1799	Andr_flav	2	1	76	37	*	3	KM
<i>Andrena floricola</i>	Eversmann, 1852	Andr_flor	1	15		1	2	2	KM
<i>Andrena gravida</i>	Imhoff, 1832	Andr_grav				1	*	(*)	KM
<i>Andrena haemorrhoea</i>	(Fabricius, 1781)	Andr_haem			1		*	(*)	KM
<i>Andrena labiata</i>	Fabricius, 1781	Andr_labi	1				*	(*)	KM
<i>Andrena minutula</i>	(Kirby, 1802)	Andr_minutu	18	7	4	9	*	(*)	KM
<i>Andrena minutuloides</i>	Perkins, 1914	Andr_minu	2		1		*	(*)	KM
<i>Andrena nitida</i>	(Müller, 1776)	Andr_niti		2			*	(*)	KM
<i>Andrena ovatula</i>	(Kirby, 1802)	Andr_ovat		1	1	1	*	(*)	KM
<i>Andrena subopaca</i>	Nylander, 1848	Andr_subo		2			*	(*)	KM
<i>Andrena wilkella</i>	(Kirby, 1802)	Andr_wilk				1	*	(*)	KM
<i>Anthidiellum strigatum</i>	(Panzer, 1805)	Anth_stri	1				[V]	(*)	KM
<i>Bombus barbutellus</i>	(Kirby, 1802)	Bomb_barb		1	1		*	(*)	KM
<i>Bombus bohemicus</i>	Seidl, 1838	Bomb_bohe			1	10	*	(*)	KM
<i>Bombus campestris</i>	(Panzer, 1801)	Bomb_camp			3		*	(*)	KM
<i>Bombus hortorum</i>	(Linnaeus, 1761)	Bomb_hort	75	19	14	27	*	(*)	KM
<i>Bombus humilis</i>	Illiger, 1806	Bomb_humi		1			3	V	KM
<i>Bombus hypnorum</i>	(Linnaeus, 1758)	Bomb_hypn			2		*	(*)	KM
<i>Bombus hypnorum</i>	(Linnaeus, 1758)	Bomb_hypn				3	*	(*)	KM
<i>Bombus jonellus</i>	(Kirby, 1802)	Bomb_jone			3		3	V	KM
<i>Bombus lapidarius</i>	(Linnaeus, 1758)	Bomb_lapi	7	34	28	48	*	(*)	KM

<i>Bombus lucorum</i>	(Linnaeus, 1761)	Bomb_luco	2	19	19	65	*	(*)	KM
<i>Bombus mendax</i>	Gerstaecker, 1869	Bomb_mend		1			*	(*)	KM
<i>Bombus pascuorum</i>	(Scopoli, 1763)	Bomb_pasc	47	18	40	16	*	(*)	JM, MM, SZ, KM
<i>Bombus pratorum</i>	(Linnaeus, 1761)	Bomb_prat		2		3	*	(*)	KM
<i>Bombus ruderarius</i>	(Müller, 1776)	Bomb_rude		1	4	19	3	3	KM
<i>Bombus soroeensis</i>	(Fabricius, 1776)	Bomb_soro	1	6	17	8	V	(*)	KM
<i>Bombus sylvarum</i>	(Linnaeus, 1761)	Bomb_sylv	1	5		6	V	(*)	KM
<i>Bombus sylvestris</i>	(Lepeletier, 1832)	Bomb_sylvestris				3	*	(*)	KM
<i>Bombus terrestris</i>	(Linnaeus, 1758)	Bomb_terr		26	19	65	*	(*)	KM
<i>Bombus vestalis</i>	(Geoffroy, 1785)	Bomb_vest		1	1	25	*	(*)	KM
<i>Bombus veteranus</i>	(Fabricius, 1793)	Bomb_vete		14			3	3	KM
<i>Ceratina cyanea</i>	(Kirby, 1802)	Cera_cyan		2			*	(*)	KM
<i>Chelostoma campanularum</i>	(Kirby, 1802)	Chel_camp	1			1	[*]	[*]	KM
<i>Chelostoma distinctum</i>	(Stöckhert, 1929)	Chel_dist		3			[*]	(*)	KM
<i>Chelostoma florissomne</i>	(Linnaeus, 1758)	Chel_flor			2		[*]	(*)	KM
<i>Colletes similis</i>	Schenck, 1853	Coll_simi	2				V	V	KM
<i>Halictus confusus</i>	Smith, 1853	Hali_conf		6		1	*	(*)	KM
<i>Halictus eurygnathus</i>	Blüthgen, 1931	Hali_eury			3	3	*	3	KM
<i>Halictus maculatus</i>	Smith, 1848	Hali_macu				1	*	(*)	KM
<i>Halictus rubicundus</i>	(Christ, 1791)	Hali_rubi	1		4	13	*	(*)	KM
<i>Halictus scabiosae</i>	(Rossi, 1790)	Hali_scab			3	17	*	(*)	KM
<i>Halictus sexcinctus</i>	(Fabricius, 1775)	Hali_sexc				2	3	V	KM
<i>Halictus simplex</i> Agg.		Hali_simp_A	11	6	111	217	*	(*)	KM
<i>Halictus subauratus</i>	(Rossi, 1792)	Hali_suba		9		32	*	V	KM
<i>Halictus tumulorum</i>	(Linnaeus, 1758)	Hali_tumu	8	12	3	23	*	(*)	KM
<i>Hylaeus brevicornis</i>	Nylander, 1852	Hyla_brev	1	1	25		*	(*)	KM
<i>Hylaeus communis</i>	Nylander, 1852	Hyla_comm	5	8	4	26	*	(*)	KM
<i>Hylaeus confusus</i>	Nylander, 1852	Hyla_conf		2	4	18	*	(*)	KM
<i>Hylaeus gredleri</i>	Förster, 1871	Hyla_gred	8	4			*	(*)	KM
<i>Hylaeus gredleri</i>	Förster, 1871	Hyla_gred				4	*	(*)	KM
<i>Hylaeus hyalinatus</i>	Smith, 1842	Hyla_hyal	1	2	1	13	*	(*)	KM
<i>Hylaeus leptcephalus</i>	(Morawitz, 1870)	Hyla_lept			1		*	G	KM
<i>Hylaeus nigrinus</i>	(Fabricius, 1798)	Hyla_nigr		6	3	15	*	(*)	KM
<i>Hylaeus pectoralis</i>	Förster, 1871	Hyla_pect			1		3	3	KM

<i>Hylaeus sinuatus</i>	(Schenck, 1853)	Hyla_sinu		6	1	2	*	(*)	KM
<i>Hylaeus styriacus</i>	Förster, 1871	Hyla_styr	1	1		2	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum aeratum</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_aera		1	1		3	2	KM
<i>Lasioglossum calceatum</i>	(Fabricius, 1781)	Lasi_albi	2	1	3	148	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum fulvicorne</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_fulv	1			1	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum glabriusculum</i>	(Morawitz, 1872)	Lasi_glab				1	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum interruptum</i>	(Panzer, 1798)	Lasi_inte		1			3	3	KM
<i>Lasioglossum laticeps</i>	(Schenck, 1868)	Lasi_laticeps	8	13	17	28	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum lativentre</i>	(Schenck, 1853)	Lasi_lati	1	1		2	V	V	JM, MM, SZ, KM
<i>Lasioglossum leucopus</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_leuc		1		3	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum leucozonium</i>	(Schrank, 1781)	Lasi_leuc			7	8	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum malachurum</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_mala		5		12	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum minutissimum</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_minu	1		1		*	(*)	KM
<i>Lasioglossum minutulum</i>	(Schenck, 1853)	Lasi_minutulum				3	3	(*)	KM
<i>Lasioglossum morio</i>	(Fabricius, 1793)	Lasi_mori	4	17	53	83	*	(*)	JM, MM, SZ, KM
<i>Lasioglossum nitidulum</i>	(Fabricius, 1804)	Lasi_niti		1		1	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	(Schenck, 1853)	Lasi_paux	80	87	71	312	*	(*)	JM, MM, SZ, KM
<i>Lasioglossum politum</i>	(Schenck, 1853)	Lasi_poli		20		61	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum quadrinotatum</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_quad		6		5	3	2	KM
<i>Lasioglossum sabulosum</i>	(Warncke 1986)	Lasi_sabu				1	D	2	KM
<i>Lasioglossum semilucens</i>	(Alfken, 1914)	Lasi_semi		1		1	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum villosulum</i>	(Kirby, 1802)	Lasi_vill	2		2	1	*	(*)	KM
<i>Lasioglossum zonulum</i>	(Smith, 1848)	Lasi_zonu	1		48	75	*	(*)	KM
<i>Megachile centuncularis</i>	(Linnaeus, 1758)	Mega_cent				1	V	V	KM
<i>Megachile ericetorum</i>	Lepeletier, 1841	Mega_eric		1			*	(*)	KM
<i>Megachile ligniseca</i>	(Kirby, 1802)	Mega_lign			1		2	3	KM
<i>Megachile pilidens</i>	Alfken, 1924	Mega_pili			1		3	V	KM
<i>Megachile versicolor</i>	Smith, 1844	Mega_vers		1	4	2	*	(*)	KM
<i>Megachile willugbiella</i>	(Kirby, 1802)	Mega_will				1	*	(*)	KM
<i>Melitta leporina</i>	(Panzer, 1799)	Meli_lepo				2	*	(*)	KM
<i>Nomada castellana</i>	Dusmet, 1913	Noma_cast	1				*	(*)	KM
<i>Nomada fabriciana</i>	(Linnaeus, 1767)	Noma_fabr	1				*	(*)	KM
<i>Nomada flavoguttata</i>	(Kirby 1802)	Noma_flav	4				*	(*)	DD, KM

<i>Osmia bicolor</i>	(Schrank, 1781)	Osmi_bico				1	*	(*)	KM
<i>Osmia leucomelana</i>	(Kirby, 1802)	Osmi_leuc		1	2	8	*	[*]	KM
<i>Osmia spinulosa</i>	(Kirby, 1802)	Osmi_spin	1		1		3	V	KM
<i>Osmia truncorum</i>	(Linnaeus, 1758)	Osmi_trun	5	2	12	2	[*]	(*)	JM, MM, SZ, KM
<i>Sphecodes crassus</i>	Thomson, 1870	Sphe_cras				1	*	(*)	KM
<i>Sphecodes ephippius</i>	(Linnaeus, 1767)	Sphe_ephi	1				*	(*)	KM
<i>Sphecodes gibbus</i>	(Linnaeus, 1758)	Sphe_gibb		1	1		*	(*)	KM
<i>Sphecodes longulus</i>	Hagens, 1882	Sphe_long		1			*	(*)	KM
<i>Stelis breviscula</i>	(Nylander, 1848)	Stel_brev	1		2		*	(*)	KM

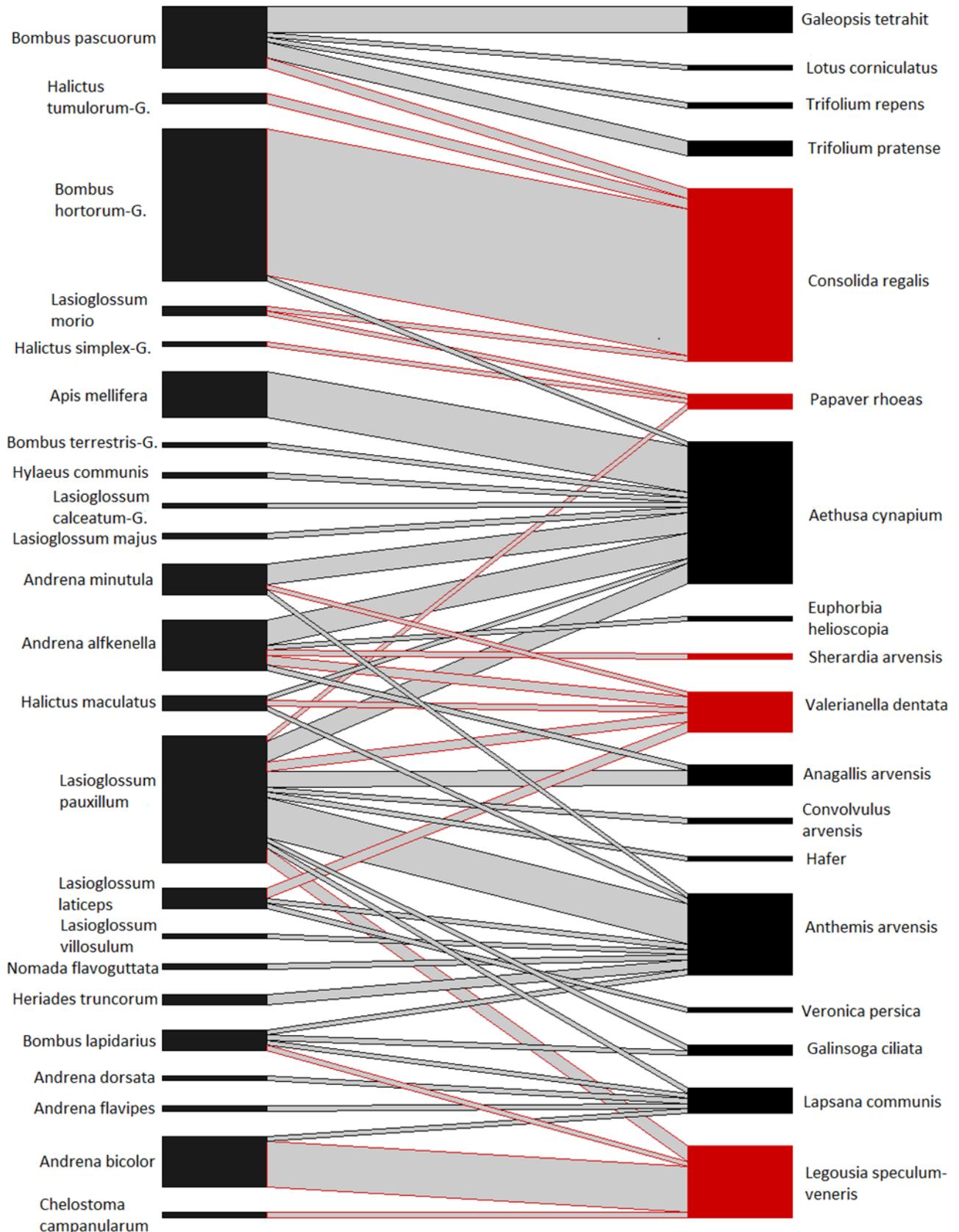
**Anhang 12:** Anzahl der abgesammelten Wildbienen auf dem Parzellenversuch. Dargestellt sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung aufgeteilt auf verschiedene Versuchsvarianten (siehe Abb. 4) und Vegetationsperioden. Stichprobengröße jeder Variante = 5.

Version:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>Ohne seltene Ackerwildkräuter</b>		<b>Mit seltenen Ackerwildkräutern</b>							<b>Einsaat von Blütmischungen</b>		
<b>2018</b>	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Kleegras		Ohne Kultur	Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide	Einjährig	Mehrfährig
	1,0 $\pm$ 1,2	1,0 $\pm$ 1,0	8,6 $\pm$ 3,8	1,2 $\pm$ 0,8	0,8 $\pm$ 0,8			10,2 $\pm$ 1,6	0,6 $\pm$ 0,9	0,4 $\pm$ 0,9	10,0 $\pm$ 3,9	8,4 $\pm$ 3,6
<b>2019</b>	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Ohne Kultur	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Reduziert Wintergetreide	Regulär Wintergetreide	Kleegras			Regulär Wintergetreide	Mehrfährig
	2,8 $\pm$ 2,5	2,2 $\pm$ 1,8	4,6 $\pm$ 3,0	3,0 $\pm$ 2,6	2,0 $\pm$ 1,9	3,6 $\pm$ 3,0	3,0 $\pm$ 2,6				0,8 $\pm$ 0,8	3,0 $\pm$ 2,1
<b>2020</b>												
					Reduziert Sommergetreide	Regulär Sommergetreide						
					1,2 $\pm$ 1,6	1,2 $\pm$ 1,6						

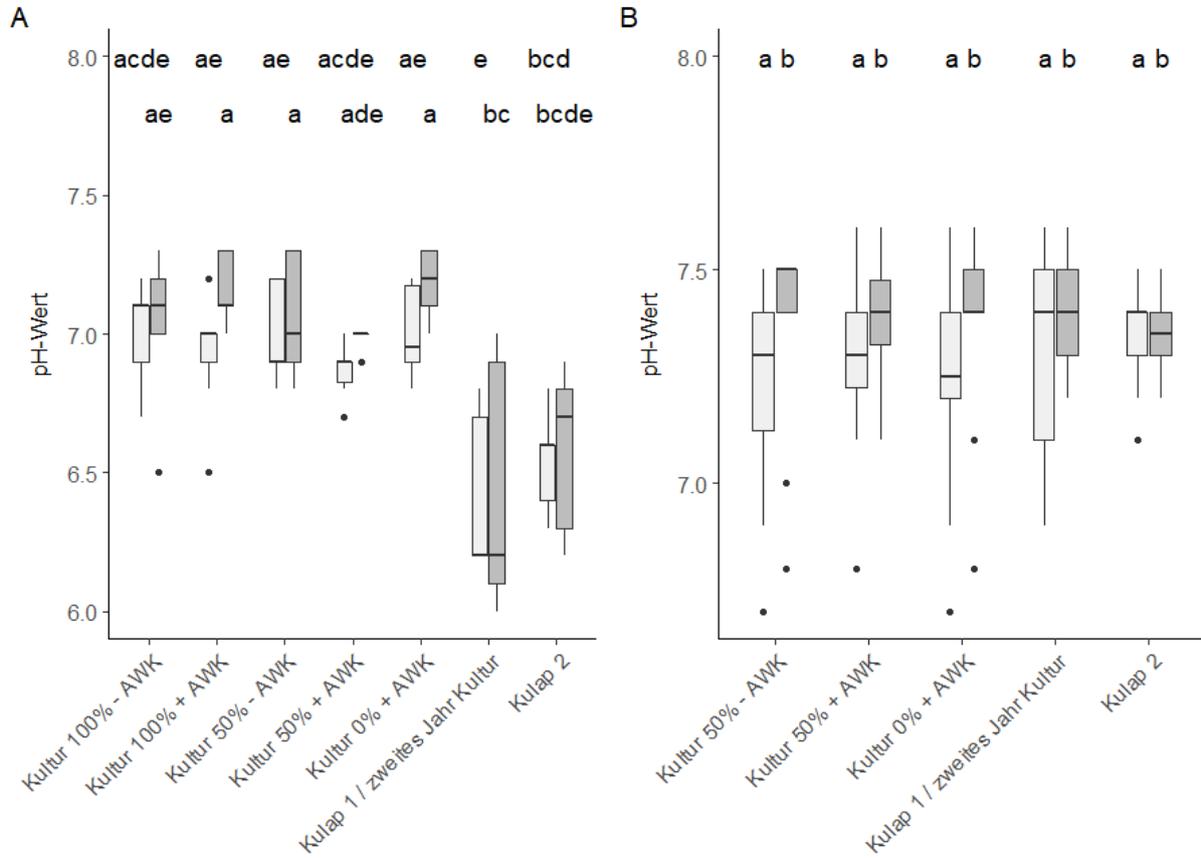
**Anhang 13:** Anzahl der Pflanzenarten aufgeteilt nach Zugehörigkeit zu den Gruppen seltene und sonstige Ackerwildkräuter und Arten der Blühflächen und der Anteil der Wildbienenbesuche auf dem Parzellenversuch und den Praxisbetrieben in den beiden Versuchsjahren. Die Indizes *species strength*, *effective partners* und  $d'$  wurden mit der Funktion *specieslevel* des *bipartite* packages berechnet (Dormann 2011). Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen.

Pflanzen Gruppe	Parzellenversuch					Praxisbetriebe				
	N Arten	<i>Species strength</i>	<i>Effective partners</i>	$d'$	% der Besuche	N Arten	<i>Species strength</i>	<i>Effective partners</i>	$d'$	% der Besuche
Seltene Ackerwildkräuter	5	1.8 ± 1.3	3.0 ± 1.4	0.3 ± 0.2	12.5	9	1.5 ± 1.4	4.3 ± 3.5	0.2 ± 0.4	14.0
Arten der Blühflächen	10	1.3 ± 1.3	2.4 ± 1.9	0.3 ± 0.4	50.5	15	1.8 ± 3.0	3.6 ± 3.5	0.3 ± 0.3	51.8
Sonstige Ackerwildkräuter	18	1.1 ± 1.5	2.8 ± 2.3	0.3 ± 0.3	37.0	24	0.6 ± 0.8	2.6 ± 2.0	0.2 ± 0.3	34.4

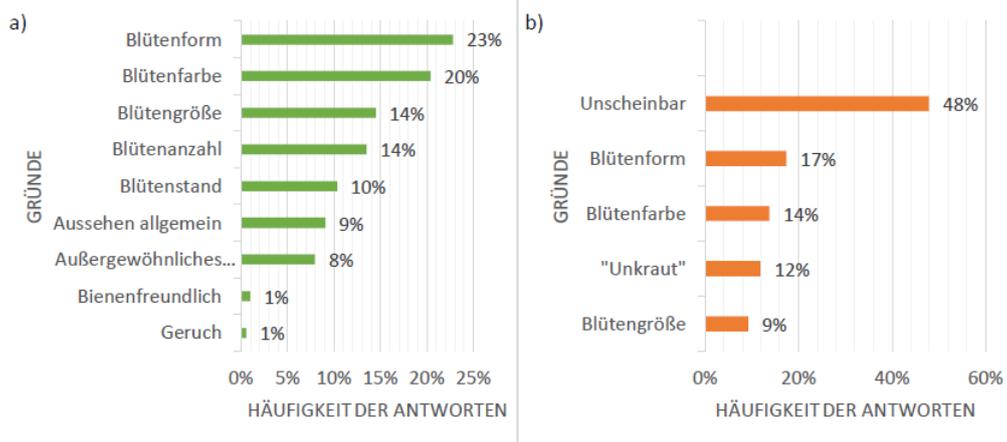
**Anhang 14:** Interaktionsnetzwerk der blütenbesuchenden Bienen auf dem Parzellenversuch im Jahr 2018. Bienenarten rechts, Pflanzenarten links. Die Höhe der Balken zeigt die Anzahl an Blütenbesuchen, die von einer Bienenart bzw. auf einer Pflanzenart ausgeführt wurden. Seltene Ackerwildkräuter und deren Interaktionen mit Bienen sind rot eingefärbt. Daten, Auswertung und Abbildung aus Moosner (2019). Bienenarten wurden von Michaela Moosner bestimmt.



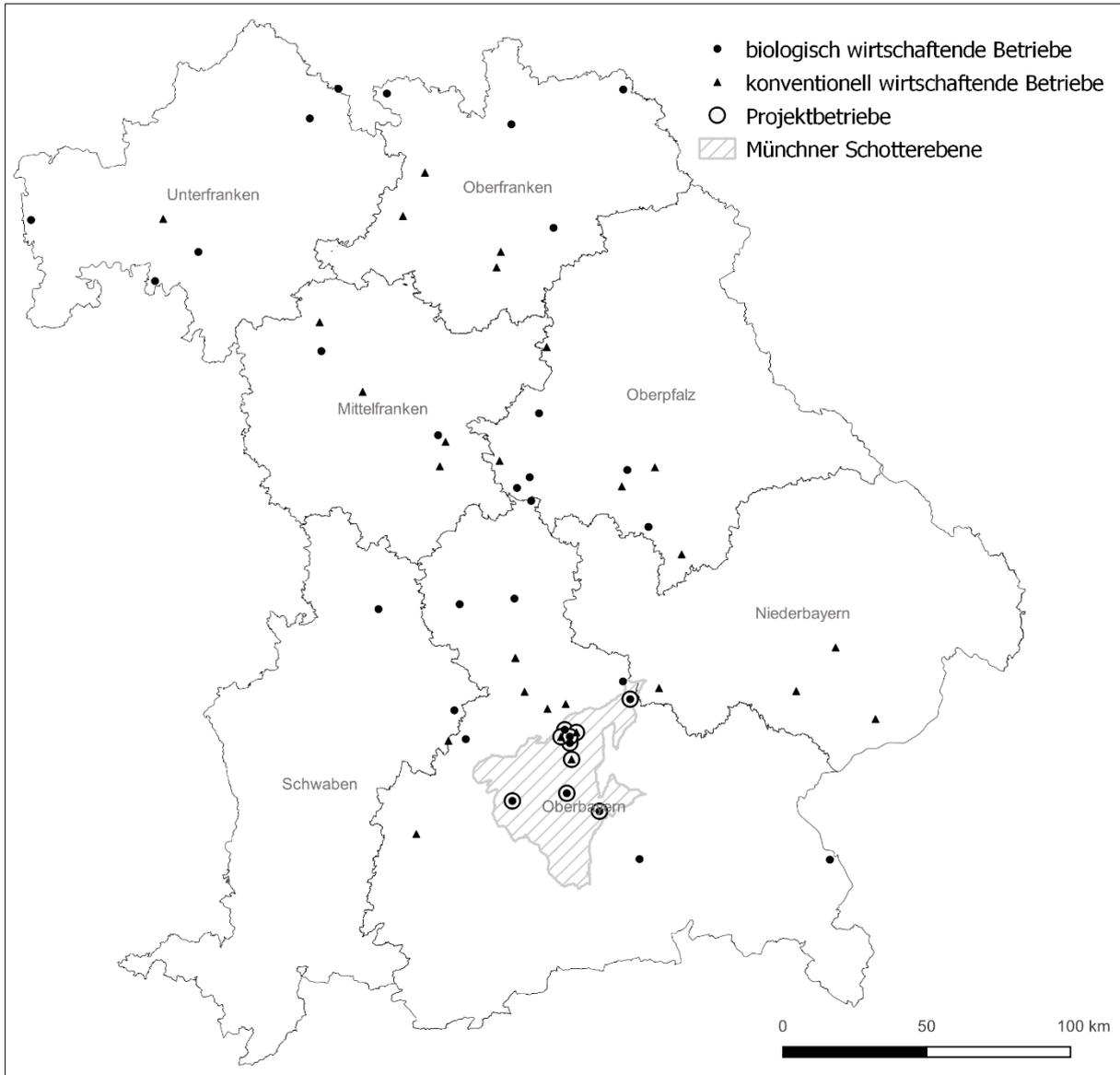
**Anhang 15:** Boxplots der pH-Werte auf dem (A) Parzellenversuch und den (B) Praxisbetrieben. Die Kleinbuchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) der Versuchsvarianten. Analysen wurden mit *Imes* und Sidak Post-Hoc Tests durchgeführt. Die Versuchsvariante Kulap 1 in 2018 und Kultur im zweiten Jahr wurden als zwei verschiedene Versuchsvarianten analysiert. Stichprobengröße (Parzellenversuch) aller Varianten pro Versuchsjahr = 5; außer Kultur 50 % + AWK und Kultur 100 % + AWK = 10 (nur 2018). Stichprobengröße (Praxisbetriebe) aller Varianten pro Versuchsjahr = 10; außer Kulap 1 und Kulap 2 (nur 2019) = 9 pro Versuchsjahr.



**Anhang 16:** Angegebene A) positive und B) negative Gründe der befragten Teilnehmer\*innen für die Bewertung der Ackerwildkräuter. Daten und Auswertung aus Grünwald (2019).



**Anhang 17:** Karte Bayerns mit Standorten aller 60 befragten Betriebe: 25 konventionelle Betriebe, 25 ökologische Betriebe sowie zehn Projektbetriebe.



**Anhang 18:** Fragebogen für die Motivationsanalyse. Zehn Projektbetriebe.

4) Wie war ihre Einstellung gegenüber Ackerwildkräutern vor dem Projekt?					
	Trifft voll zu	Trifft eher zu	indifferent	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
a. Kritisch	<input type="checkbox"/>				
b. Bedenken wegen Verunkrautung	<input type="checkbox"/>				
c. Bedenken wegen „Gerode“ anderer Landwirte	<input type="checkbox"/>				
d. Bedenken wegen Ertragsseinbußen	<input type="checkbox"/>				
e. Der Acker soll möglichst „sauber“ bzw. beikrautfrei sein	<input type="checkbox"/>				
f. Keine Zweifel an Projektteilnahme	<input type="checkbox"/>				
g. Auch vor dem Projekt dem Thema Ackerwildkräuter gegenüber aufgeschlossen	<input type="checkbox"/>				

5) Wie ist ihre Einstellung gegenüber Ackerwildkräutern nach dem Projekt? Hat sich ihre Einstellung gegenüber Ackerwildkräutern durch das Projekt geändert?					
	Trifft voll zu	Trifft eher zu	indifferent	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
a. Nein, weiterhin kritisch	<input type="checkbox"/>				
b. Bedenken wegen Verunkrautung	<input type="checkbox"/>				
c. Bedenken wegen „Gerode“ anderer Landwirte	<input type="checkbox"/>				
d. Bedenken wegen Ertragsseinbußen	<input type="checkbox"/>				
e. Der Acker soll so „sauber“ bzw. beikrautfrei wie möglich sein	<input type="checkbox"/>				
f. Auch nach dem Projekt sind keine Zweifel aufgekomen	<input type="checkbox"/>				
g. Nach dem Projekt noch aufgeschlossener gegenüber Ackerwildkräuter	<input type="checkbox"/>				

Name des Interviewers: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Interviewte Person/Betrieb: \_\_\_\_\_

**1) Fragen zum Betrieb:**

Haupterwerb  Nebenerwerb

Betriebsgröße (in ha): \_\_\_\_\_

Aufteilung Ackerbau: \_\_\_\_\_ Grünland: \_\_\_\_\_ Sonstiges: \_\_\_\_\_

Betriebsform (Mehrfachnennungen möglich):

Ackerbau  Milchvieh  Tiermast (Hühner, Schweine, Rinder)

Sonstiges: \_\_\_\_\_

**2) Was ist ihre Motivation an dem Projekt teilzunehmen?**

Grundsätzliches Interesse an Naturschutzthemen

Interesse speziell an Ackerwildkräutern

Interesse an Teilnahme an einem wissenschaftlichen Forschungsprojekt (dauerhafter Ansprechpartner vorhanden)

Teilnahme um ein besseres Image zu erlangen

Sonstiges

**3) Haben Sie vor der Teilnahme an dem Projekt schon mal mit Ackerwildkräutern zu tun gehabt?**

Z.B. über andere Projekt zum Thema Artenvielfalt auf dem Acker, o.ä.

Nein

Ja

6) Fragen zur Umsetzung des Projektes. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu?

	Sehr gut, Trifft voll zu	gut, Trifft eher zu	befriedigend, indifferent	Geht so, Trifft eher nicht zu	Nicht sehr gut, Trifft gar nicht zu
a. Wie gefällt Ihnen das Projekt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Wie war die praktische Umsetzung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Wie war die Betreuung während der Praxisphase?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Haben Sie die Entwicklung der Fläche aktiv verfolgt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Wie schätzen Sie ihr Wissen über den naturwissenschaftlichen Wert von Ackerwildkräutern ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Haben Sie das Gefühl, dass die Fläche nun zu sehr „verunkrautet“?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Platz für Lob & Kritik:

8) Können Sie sich vorstellen weiterhin an Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen (z.B. Wiederansiedlungen, ackerwildkrautfreundliche Bewirtschaftung, Forschung, ...)

- Ja  grundsätzlich  
 nur unter Begleitung kompetenter Beratung  
 nur wenn die Kosten für das Saatgut übernommen werden  
 nur wenn für die ackerwildkrautfreundliche Bewirtschaftung gezahlt wird  
 nur bei einer finanziellen Aufwandsentschädigung über die entstehenden Kosten hinaus
- Nein  ich kann mir nicht vorstellen weiterhin Ackerwildkräuter wieder anzusiedeln  
 warum:

9) Haben Sie bereits vor dem Projekt an Agrarumwelt- bzw. Vertragsnaturschutzprogrammen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen?

- Ja   
 Welche?

- Nein   
 Warum nicht?

7) Werden Sie in Zukunft versuchen die Ackerwildkräuter zu erhalten und den Schlag ackerwildkrautfreundlicher bewirtschaften?

- Ja  reduzierte Saatdichte des Getreides  
 Anbaukonzept „Weiße Reihe“  
 reduzierter Striegel- und Hackensatz  
 Herbizidverzicht (für konventionellen Betrieb)
- Nein  ich werde den Schlag wieder wie üblich bewirtschaften  
 ich werde versuchen die Ackerwildkräuter auf dem Schlag wieder zu reduzieren  
 Herbizideinsatz (für konventionellen Betrieb)  
 Sonstiges oder Begründung warum:

10. Würden Sie nach dem Projekt an Agrarumwelt- bzw. Vertragsnaturschutzprogrammen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilnehmen?

Ja   
 Welche?

Nein   
 Warum nicht?

11. Wären Sie für die Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen (unter Wahrung des Erhalts des Ackerstatus), sogenannte produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen, zur Förderung von Ackerwildkräutern bereit?

Ja   
 Welche?

- Ackerrandstreifen
- verspäteter Stoppelumbbruch
- reduzierte Saatlücke oder Weiße Reihe
- Striegel-/ Hackverzicht

Nein   
 Warum nicht?

12. Fragen zur Bewirtschaftung/Fruchtfolge

Fruchtfolge:

U-Jahr: _____ Jahr	Herbst 2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Aussaats Hauptfrucht				
Beikrautregulierung Hacke/Striegel Häufigkeit Herbizideinsatz (Menge, Zeitraum, Handelsname)				
Düngung (Art, Menge kg/ha, Zeitraum)				
Ernte (Zeitraum) - Stoppelbruch (Verspätet/sofort) - Bei Klee gras Schnittzeitpunkte				
Zwischenfrucht				
Bodenbearbeitung				
Saatbettbereitung				

**Anhang 19:** Fragebogen für die Akzeptanzanalyse. 50 Betriebe.

3) Wie ist ihre Einstellung gegenüber Ackerwildkräutern?

	Trifft voll zu	Trifft eher zu	indifferent	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
a. Ich sehe Ackerwildkräuter kritisch, weil ich Bedenken wegen möglichen Ertragseinbußen habe	<input type="checkbox"/>				
b. Ich sehe Ackerwildkräuter kritisch, weil ich Bedenken wegen (herbizid-) resistenten Arten habe	<input type="checkbox"/>				
c. Ich finde, ein Acker soll möglichst „sauber“ bzw. beikrautfrei sein	<input type="checkbox"/>				
d. Ich bin lieber auf der sicheren Seite, deswegen lieber keine Ackerwildkräuter als zu viele	<input type="checkbox"/>				
e. Ich freue mich über ein paar bunte „Tupfer“ in meinen Feldern	<input type="checkbox"/>				

4) Haben Sie schon mal an einer Agrarumweltmaßnahme zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen. In Bayern gibt es das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP)?  
 Ja  Nein

Wenn ja, welche Maßnahme?  
 H11  Extensive Ackernutzung für Feldrüter und Ackerwildkräuter  
 H12  Brachlegung aus Acker mit Selbstbegrünung aus Artenschutzgründen

Zusatzleistungen?  
 Verzicht auf jegliche Düngung  
 Verzicht auf Mineraldüngung und organische Düngemittel (außer Festmist)  
 Stoppelbrache bis einschl. 14.09.  
 Reduzierte Ansaatdichte (Reihenabstand mind. 20 cm)  
 Sonstiges

Wenn Nein, warum nicht?

5) Haben Sie schon einmal eine Maßnahme zur Förderung von Ackerwildkräutern ohne finanzielle Förderung umgesetzt? (Mehrfachnennungen möglich).  
 Ja  Nein

Wenn ja, welche?  
 Anlage eines Ackerrandstreifens (Verzicht auf jegliche Düngung & Regulierung in diesem Bereich)  
 verspäteter Stoppelumbbruch  
 reduzierte Saatkichte oder Weite Reihe  
 reduzierter Herbizideinsatz (konv.)  
 reduzierter Striegel-/Hackeinsatz (biol.)  
 Sonstiges

1) Fragen zu ihrem Betrieb (Betriebsdaten werden anonym behandelt):

Haupterwerb  Nebenerwerb  Adresse für Ermittlung der Bodenpunkte (wird anonym ausgewertet):

Konventionell  Biobetrieb

Betriebsgröße (in ha): \_\_\_\_\_ Grünland (ha): \_\_\_\_\_ Sonstiges: \_\_\_\_\_

Aufteilung Ackerbau (ha): \_\_\_\_\_ Milchvieh  Tiermast (Hühner, Schweine, Rinder)

Betriebsform (Mehrfachnennungen möglich):  
 Ackerbau  Sonstiges

2) Eigene Einschätzung zu ihrem Wissensstand über Ackerwildkräuter

	Trifft voll zu	Trifft eher zu	indifferent	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
a. Ich erkenne viele Ackerwildkräuter	<input type="checkbox"/>				
b. Ich erkenne hauptsächlich Schadunkräuter	<input type="checkbox"/>				
c. Ich beobachte welche Arten auf meinen Feldern vorkommen	<input type="checkbox"/>				
d. Ich interessiere mich für Ackerwildkrautschutzmaßnahmen	<input type="checkbox"/>				
e. Ich interessiere mich hauptsächlich für die Regulierung von Ackerwildkräutern	<input type="checkbox"/>				

Wenn Nein, warum nicht?

6) Haben Sie schon einmal an einem wissenschaftlichen Forschungsprojekt zum Thema Ackerwildkräuter teilgenommen?

Ja  Nein

Wenn Ja, kurze Beschreibung

Wenn Nein, warum nicht?

7) Haben Sie schon einmal an einem regionalen Praxisprojekt zum Thema von Ackerwildkräutern teilgenommen? (Mehrfachnennungen möglich).

Ja  Nein

Wenn Ja, welche?

- Kartierungen
- Ackerwildkraut-Wettbewerb
- Wiederansiedlungen von Ackerwildkräutern
- Sonstiges

Wenn Nein, warum nicht?

8) Wären Sie bereit, an bestehenden oder neuen Agrarumweltmaßnahmen (unter Wahrung des Erhalts des Ackerstatus), zur Förderung von Ackerwildkräutern teilzunehmen? (Mehrfachnennungen möglich).

Ja  Nein

a) Wenn Ja, welche?

- Anlage eines Ackerrandstreifens (Verzicht auf Düngung, Pestizide in diesem Bereich)
- verspäteter Stoppelumbruch
- reduzierte Saaidichte oder Weiße Reihe
- reduzierter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- reduzierter Striegel-/Hackeinsatz (biol.)
- Anlage eines „Blühstreifens“ mit an den standortangepassten Ackerwildkräutern in Reinsaat
- Sonstiges

b) unter welchen Voraussetzungen:

- grundsätzlich
- nur unter Begleitung kompetenter Beratung
- nur bei Kompensation sämtlicher Kosten und Schäden
- nur bei einer finanziellen Aufwandsentschädigung über die entstehenden Kosten hinaus

c) Was wäre die Motivation für die Durchführung von Ackerwildkrautschutzmaßnahmen

- für eine höhere Insektenvielfalt
- für eine bessere Bodenfruchtbarkeit
- für ein „bunteres“ Landschaftsbild
- für ein besseres Image bei der Gesellschaft/Kunden
- Sonstiges

Wenn Nein, warum nicht?

9) Können Sie sich vorstellen auf Ihren eigenen Flächen Ackerwildkräuter die nicht als ertragsmindernd gelten wiederanzusiedeln? (Mehrfachnennungen möglich).

Viele Ackerwildkrautarten stellen eine wichtige Nahrungsquelle für Insekten und Feldvögel dar, sind heute aber selten geworden. Bei der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern handelt es sich um konkurranzarme Arten, die bei den empfohlenen Saatstärken keine negativen Auswirkungen auf die Erträge der Kulturpflanzen haben. Die Saatgutmischungen enthalten standorttypische Ackerwildkrautarten und stammen aus regionaler Saatgutgewinnung. Für die Wiederansiedlungen eignen sich besonders ackerbaulich ärmere Standorte und die Randbereiche von Ackern.

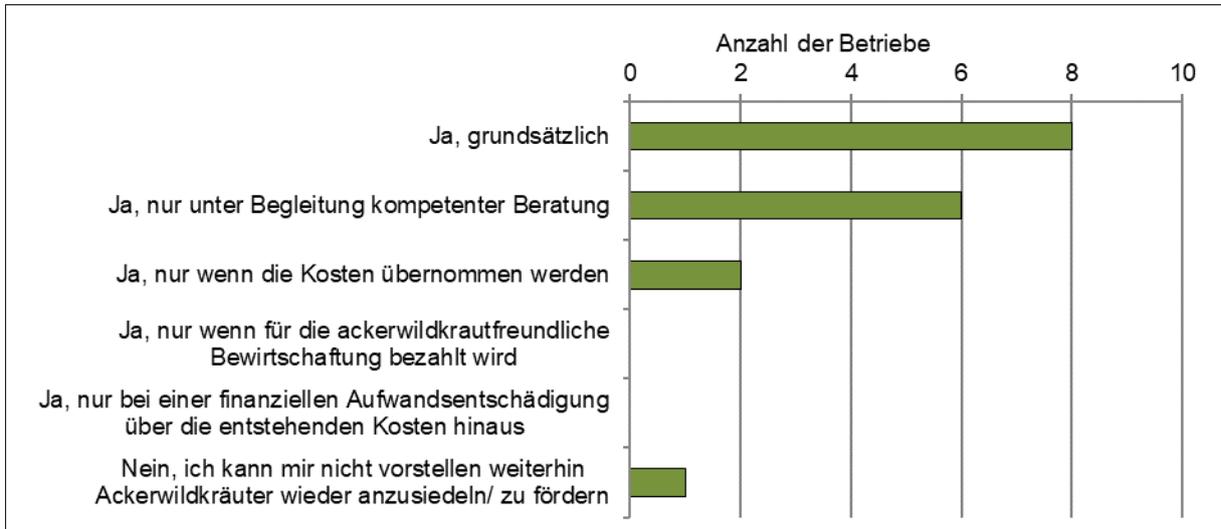
Ja  grundsätzlich

- nur unter Begleitung kompetenter Beratung
- nur, wenn das Saatgut kostenlos zur Verfügung gestellt wird
- nur, wenn der Mehraufwand bei der Bewirtschaftung finanziell honoriert wird
- nur, bei finanzieller Kompensation von evtl. Mindererträgen und (Folge-)Verunkrautung
- den Mehraufwand zu honorieren reicht nicht aus, nur bei einer finanziellen Kompensation über die entstehenden Bewirtschaftungskosten inkl. Saatgut hinaus

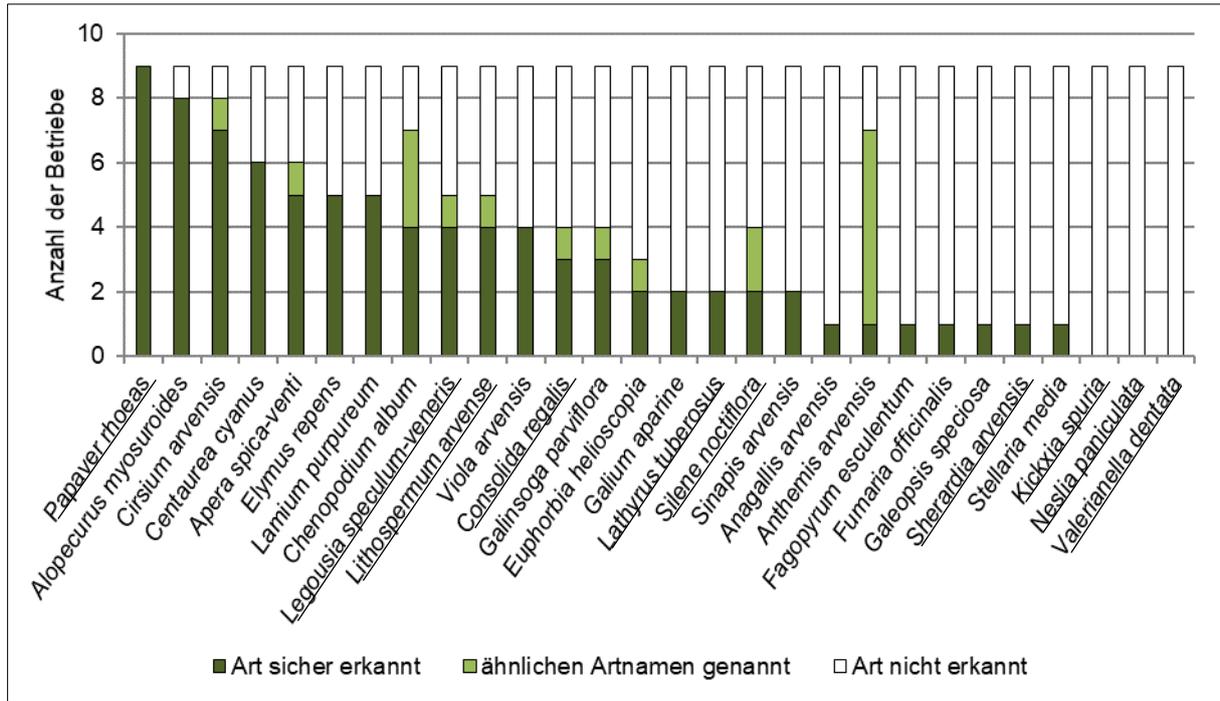
Nein

Warum nicht?

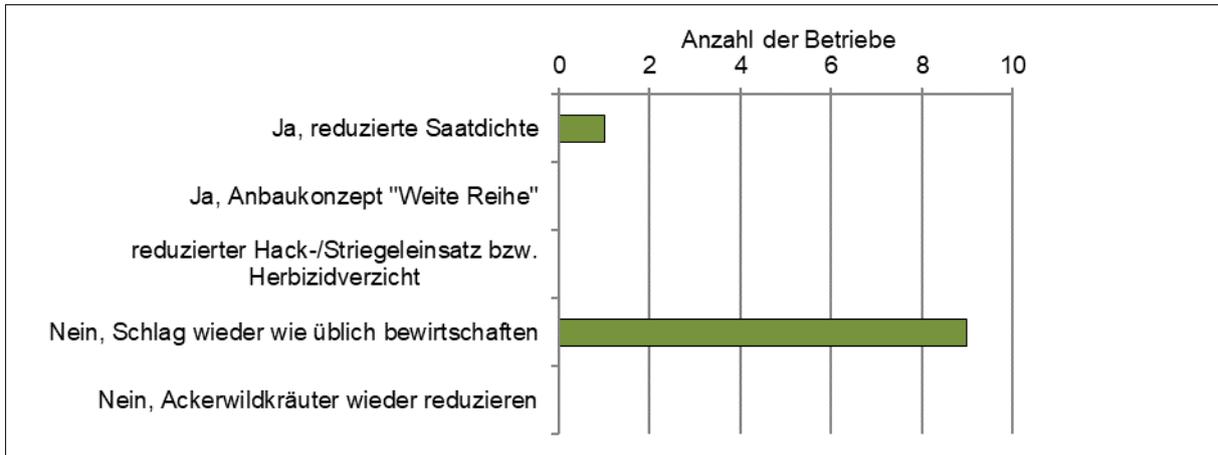
**Anhang 20:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 8: "Können Sie sich vorstellen weiterhin an Ackerwildkrautprojekten teilzunehmen?" (Fragebogen im Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich.



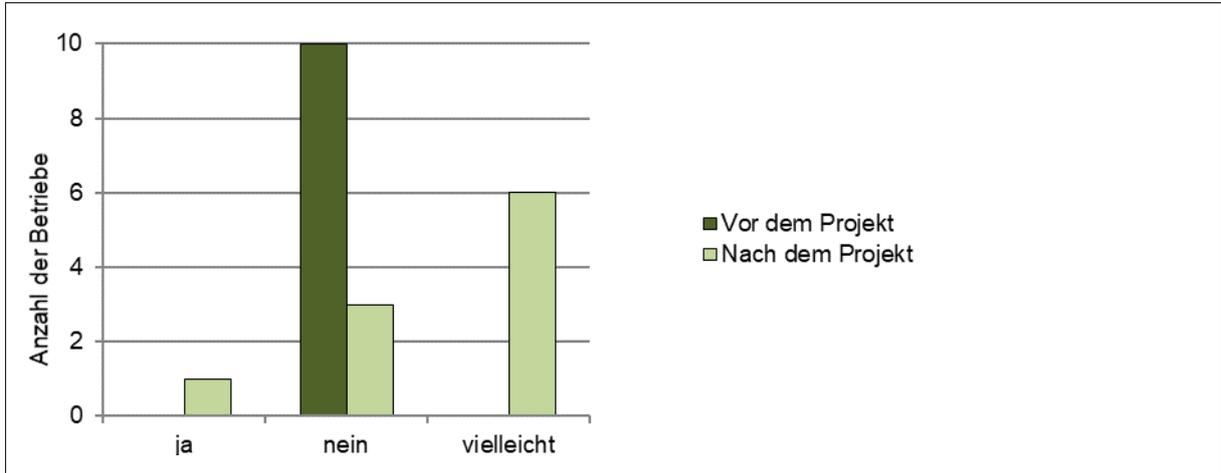
**Anhang 21:** Auswertung des Artenquiz. Die unterstrichenen Arten stellen die zehn Projektarten dar, die auf den Versuchspartellen der Projektbetriebe ausgesät wurden. Teilnahme von neun Projektbetrieben.



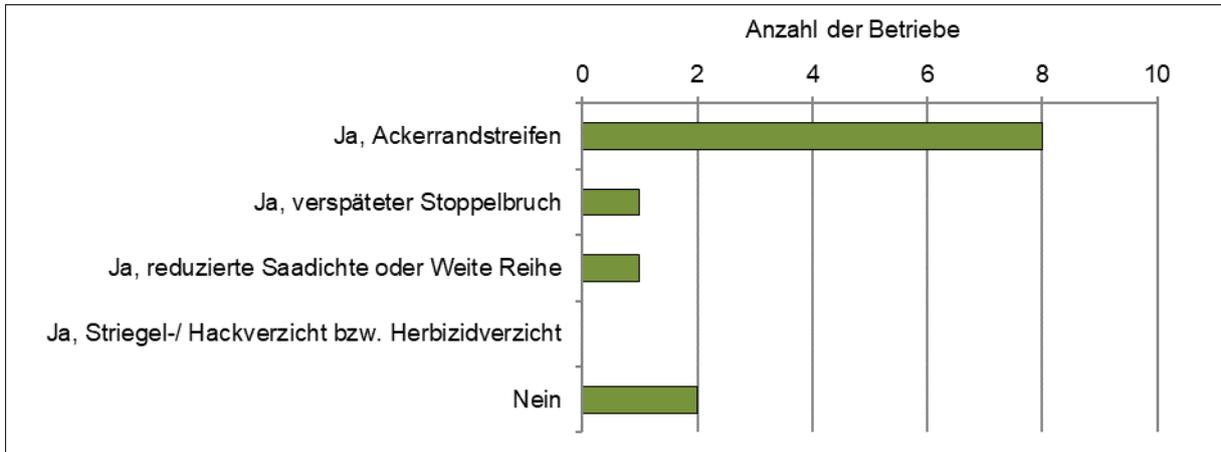
**Anhang 22:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 7: "Werden Sie in Zukunft versuchen die Ackerwildkräuter zu erhalten und den Schlag ackerwildkrautfreundlicher bewirtschaften?" (Fragebogen Anhang 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich.



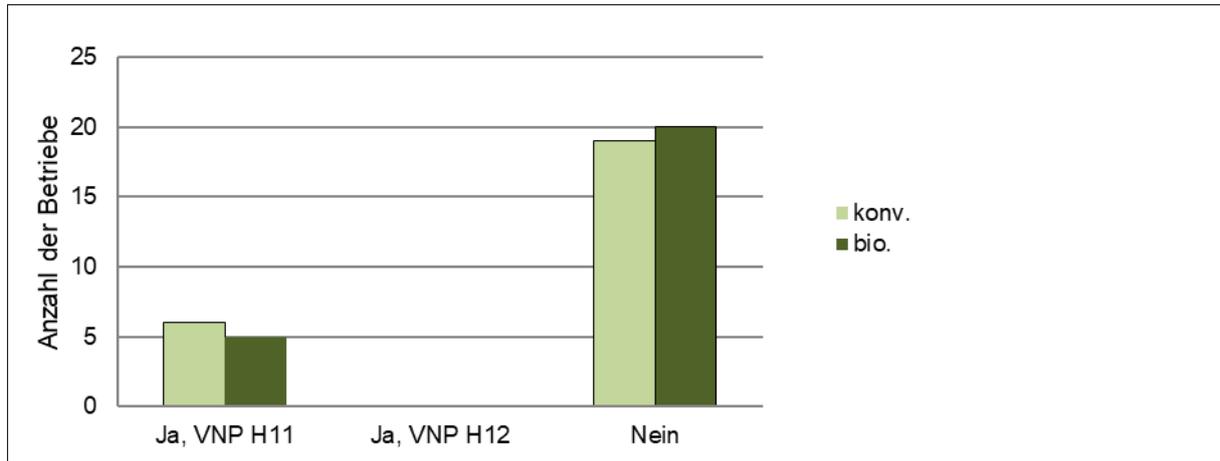
**Anhang 23:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu den Fragen 9+10: "Haben Sie/Würden Sie vor/nach dem Projekt an Agrarumwelt- bzw. Vertragsnaturschutzprogrammen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen/ teilnehmen?" (Fragebogen Anhnag 18). Zehn Projektbetriebe.



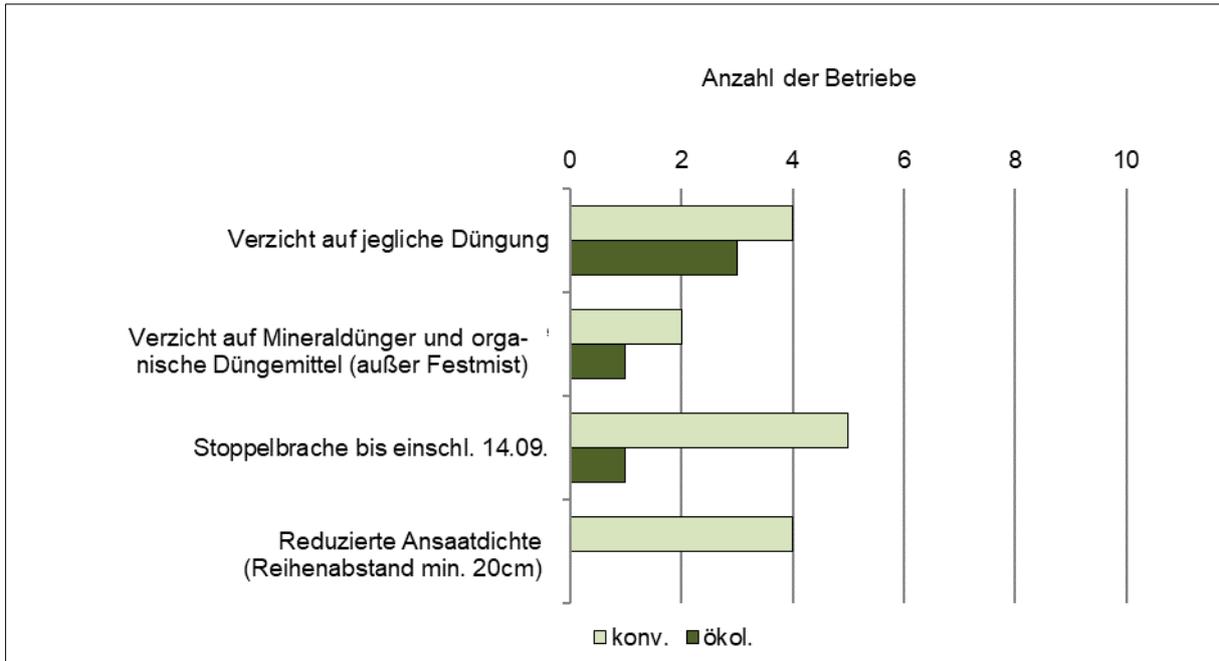
**Anhang 24:** Ergebnis der Motivationsanalyse zu Frage 11: „Wären Sie für die Umsetzung von Ausgleichmaßnahmen (unter Wahrung des Erhalts des Ackerstatus), sogenannter PiK-Maßnahmen, zur Förderung von Ackerwildkräutern bereit?“ (Fragebogen Anhnag 18). Zehn Projektbetriebe. Mehrfachantworten waren möglich.



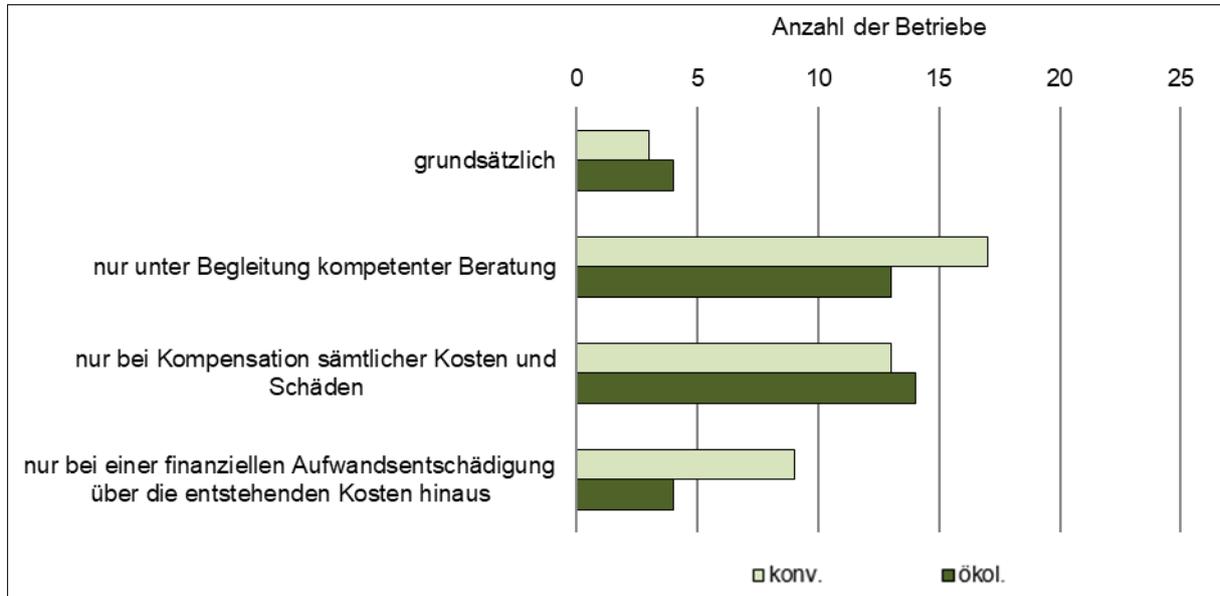
**Anhang 25:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 4: "Haben Sie schon mal an einer Agrarumweltmaßnahme zur Förderung von Ackerwildkräutern teilgenommen. In Bayern gibt es das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP)?" (Fragebogen Anhang 19). 50 Betriebe, aufgeteilt in ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe.



**Anhang 26:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 4 in Bezug auf abgeschlossene Zusatzleistungen der VPN-Maßnahme H11. (Fragebogen Anhang 19). Elf Betriebe



**Anhang 27:** Ergebnis der Akzeptanzanalyse zu Frage 8: „Wären Sie bereit, an bestehenden oder neuen Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung von Ackerwildkräutern teilzunehmen?“ (Fragebogen Anhang 19). 50 Betriebe, aufgeteilt in ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe. Mehrfachantworten waren möglich.



**Anhang 28:** Übersicht der aktuellen Ackerwildkraut- und Blühstreifenprogramme in den Bundesländern Bayern, Thüringen und Niedersachsen – Stand: 02/2021.

Bayern (2021-2025)	Thüringen	Niedersachsen
<b>Ackerwildkrautprogramme</b>		
<b>H11 Extensive Ackernutzung für Feldbrüter und Ackerwildkräuter</b>	<b>Kulap-Maßnahme A424: Ackerrandstreifen</b>	<b>BS3 Mehrjährige Schonstreifen für Ackerwildkräuter</b>
Fördersatz: 420 €/ha Zuschläge: N11 Verzicht auf jegliche Düngung 180 €/ha oder N12 Verzicht auf Mineraldünger und organische Düngemittel (außer Festmist) 130 €/ha und W01-W06 Erschwernisse Einzelkriterien zw. 30 bis 220 €/ha, W07 Erhalt von Streuobstäckern 12 €/Baum; H15 Stoppelbrache als Einzelleistung 130 €/ha	Fördersatz: 840 €/ha	Fördersatz: 750 €/ha Zuschläge: Verzicht auf Ernte 545 €/ha Beteiligung der zuständigen UNB bei der Wahl der konkreten Flächenlage 100 €/ha
Ziel: Erhaltung, Entwicklung oder Verbesserung von naturschutzfachlich bedeutsamen Lebensräumen auf Ackerstandorten (insb. für Feldbrüter und Ackerwildkräuter).	Ziel: Förderung von Ackerrandstreifen mit wertvoller Segetalflora (Kulissenbezug oder schützenswerte Segetalflora)	Ziel: Gefördert wird die Extensivierung von Anbauverfahren auf Ackerland zum Erhalt von vor allem nach der Roten Liste Niedersachsen und Bremen landesweit vom Aussterben bedrohter und stark gefährdeter Pflanzenarten und -gesellschaften.
In der Rechtsgrundlage keine speziellen Hinweise zur Aussaat von Wildkräutern.	In der Rechtsgrundlage keine speziellen Hinweise zur Aussaat von Wildkräutern.	Die Aussaat von Wildkräutern ist untersagt.
<b>H12-H14 Brachlegung auf Acker mit Selbstbegrünung aus Artenschutzgründen</b>		
Fördersatz: Ackerlagen - EMZ bis 2500 – H12 245 €/ha - EMZ ab 2501-3500 – H13 445 €/ha - EMZ ab 3501 – H14 700 €/ha		
Ziel: Erhaltung, Entwicklung oder Verbesserung von naturschutzfachlich bedeutsamen Lebensräumen auf Ackerstandorten (insb. für Feldbrüter und Ackerwildkräuter).		
In der Rechtsgrundlage keine speziellen Hinweise zur Aussaat von Wildkräutern.		

<b>Blühstreifenprogramme</b>		
<b>B47 – Jährlich wechselnde Blühfläche (zwei Mischungen)</b>	<b>Einjährige (A411/V411) und mehrjährige Blühstreifen (A412/V412) ohne Kulissenbezug</b>	<b>BS 1 - Einjährige Blühstreifen - (BS11 Grundförderung) und BS12 (struktureiche Blühstreifen)</b>
Fördersatz: bis EMZ 5000 - 600 €/ha je weitere 100 EMZ +15 €/ha	Fördersatz: A411 (720 €/ha), V411 (340 €/ha), A412 (680 €/ha), V412 (300 €/ha)	Fördersatz: BS11 (700 €/ha - bei Imkerbeteiligung zzgl. 100 €/ha) BS 12 (875 €/ha – bei Beteiligung einer anerkannten naturschutzfachlichen Begleitung (LPV/UNB) zzgl. 100 €/ha).
Ziel: Kulap-Blühmischungen sollen sowohl Nektar und Pollen für blütensuchende Insekten liefern, als auch Struktur, Deckung und Äsung für Wildtiere bieten. Diese Mischungen haben eigene Qualitätskriterien; sie müssen floristisch unbedenklich sein und sollen keine Probleme in der Fruchtfolge darstellen.	Ziel: Etablierung blütenreicher Bestände die Nützlingen, Bienen oder anderen Tieren als Wirts-, Nahrungs- oder Schutzpflanzen dienen können. Der Landwirt berücksichtigt bei der Auswahl der standortangepassten Saatgutmischungen, Pflanzenarten oder -sorten, das die daraus erwachsenden Bestände von ggf. angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen oder den natürlichen bzw. zum Zweck der gezielten Begrünung angesäten Pflanzengesellschaften deutlich unterscheidbar sind.	Ziel: Gefördert wird die Anlage und Pflege von einjährigen besonders naturschutzgerechten Blühstreifen bzw. Blühflächen auf Ackerland.
Saatgutmischungen mit 5% (B47) bzw. 6,5% (B47 – mit Zuckerrübenfruchtfolge) Wildarten (u.a. <i>Cyanus segetum</i> , <i>Papaver rhoeas</i> ). Die in den Kulap-Blühmischungen eingesetzten Wildarten stammen ausschließlich aus den anteilig in Bayern liegenden Produktionsräumen. Die Aussaat kann bayernweit erfolgen. Die B47 „Einjährige Kulap-Blühmischung – Sondermischung 2020“ enthielt keine Wildarten!	Standortangepasste Saatgutmischungen B1-B5 nur mit Kulturpflanzen. B6 mit Wildarten u.a. <i>Papaver rhoeas</i> , <i>Myosotis arvensis</i> und <i>Cyanus segetum</i> . Ausschließlich Herkünfte der Wildpflanzen aus Ursprungsgebieten, die Anteil an Thüringen haben mit Herkunftsnachweis!	Das Saatgut besteht aus 21 Kulturarten, aus denen mindestens fünf Arten gewählt werden müssen.
<b>B48 – Blühflächen an Waldrändern und in der Feldflur (fünf Mischungen)</b>	<b>Einjährige (A421/V421) und mehrjährige Blühstreifen (A422/V422) mit Kulissenbezug</b>	<b>BS 2 - Anlage von mehrjährigen Blühstreifen</b>
Fördersatz: bis EMZ 5000 600 €/ha je weitere 100 EMZ +15 €/h	Fördersatz: A421 (856 €/ha), V421 (485 €/ha), A422 (800 €/ha), V422 (420 €/ha)	Fördersatz: 875 €/ha - bei Beteiligung einer anerkannten naturschutzfachlichen Begleitung (LPV/UNB; zzgl. 100 €/ha).
Ziel: Kulap-Blühmischungen sollen sowohl Nektar und Pollen für blütensuchende Insekten liefern, als	Ziel: Etablierung blütenreicher Bestände die Nützlingen, Bienen oder anderen Tieren wie	Es sollen zusätzliche Streifenstrukturen, Übergangsflächen zu ökologisch sensiblen

<p>auch Struktur, Deckung und Äsung für Wildtiere bieten. Diese Mischungen haben eigene Qualitätskriterien; sie müssen floristisch unbedenklich sein und sollen keine Probleme in der Fruchtfolge darstellen.</p>	<p>Feldhamster, Grauammer und Rebhuhn als Wirts-, Nahrungs- oder Schutzpflanzen dienen können. Der Landwirt berücksichtigt bei der Auswahl der standortangepassten Saatgutmischungen, Pflanzenarten oder -sorten, das die daraus erwachsenden Bestände von ggf. angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen oder den natürlichen bzw. zum Zweck der gezielten Begrünung angesäten Pflanzengesellschaften deutlich unterscheidbar sind.</p>	<p>Bereichen sowie Verbindungskorridore oder Schutz-, Brut- oder Rückzugsflächen für Wildtiere in der Agrarlandschaft gefördert werden.</p>
<p>Standortangepasste Saatgutmischungen mit 26,9% - 47,1% Wildarten (u.a. <i>Cyanus segetum</i>, <i>Papaver rhoeas</i>, <i>Knautia arvensis</i>). Die in den Kulap-Blühmischungen eingesetzten Wildarten stammen ausschließlich aus den anteilig in Bayern liegenden Produktionsräumen. Die Aussaat kann bayernweit erfolgen.</p>	<p>Standortangepasste Saatgutmischungen B1–B5 nur mit Kulturpflanzen. B6 (Veitshöchheimer Bienenweide mit Wildarten u.a. <i>Papaver rhoeas</i>, <i>Myosotis arvensis</i> und <i>Cyanus segetum</i>. Ausschließlich Herkünfte der Wildpflanzen aus Ursprungsgebieten, die Anteil an Thüringen haben mit Herkunftsnachweis!</p>	<p>Das Saatgut muss sich aus 70% Wildpflanzen und 30% Kulturpflanzen zusammensetzen. Die Wildpflanzen sind ausschließlich aus zertifiziertem und gebietspezifischem Regiosaatgut zusammenzustellen. Auf der Liste sind 21 Wildarten (keine Segetalarten) und 12 Kulturarten verzeichnet.</p>

**Anhang 29:** Feldführung auf dem Gelände des Parzellenversuchs der Seidlhofstiftung. Veranstalter: Seidlhof Stiftung und Volkshochschule Würmtal am 06.05.2019 in Gräfelfing.

