

Langzeitentwicklung der Segetalvegetation auf Schutzäckern im Vergleich zu konventioneller Ackernutzung

HARALD ALBRECHT, MALOU CZIBECK, FELIX DÖTSCH,
ANNETTE OTTE & MARION RASP

Zusammenfassung: Obwohl es in Deutschland ein Netz extensiv bewirtschafteter Äcker zum Schutz der Segetalflora gibt, wurden die langfristigen Auswirkungen der Schutzmaßnahmen auf diese Zielarten bisher kaum untersucht. Im Rahmen des Ersatzgeldprojekts „Feldflorareservat Pfleimberg bei Titting“ konnte basierend auf Vegetationsaufnahmen des Jahres 1989 eine Wiederholungserhebung im Zeitraum 2020–2023 durchgeführt und die langfristige Vegetationsentwicklung auf a) langjährigen Schutzäckern ($n = 10$) im Vergleich zu b) bis 2019 konventionell bewirtschafteten Ackerflächen ($n = 6$) und c) durchgehend konventionell bewirtschafteten Ackerflächen ($n = 6$) evaluiert werden. Die Auswertung der Artenzahlen (gefährdeter) Segetalarten zeigte, dass am Pfleimberg die artenreiche Segetalvegetation seit 1989 im Wesentlichen erhalten werden konnte. So wurden damals 24 und heute 25 Segetalarten der Roten Liste Bayern (inkl. Vorwarnstufe) dokumentiert. Während es auf den durchgehend konventionell genutzten Referenzflächen zu einer starken Abnahme der Segetalarten und der gefährdeten Arten kam, konnten diese auf den Schutzäckern im Wesentlichen erhalten werden. Bei einigen Arten der Roten Liste wurden zudem Zunahmen beobachtet. Die Ergebnisse der erst 2019/20 auf „Schutzacker“ umgestellten Flächen lagen zwischen denen der beiden anderen Varianten. Die Entwicklung der Artmächtigkeit von Einzelarten fiel je nach Untersuchungsvariante und Art unterschiedlich aus, wobei sich v. a. bei stickstoffaffinen und sommerannuellen Segetalarten negative Trends zeigten. Änderungen der Fruchtfolge sowie der Verzicht auf Düngung und synthetische Pflanzenschutzmittel sind potentielle Ursachen für die Verschiebungen in der Artenzusammensetzung der Schutzäcker. Entsprechende Anpassungen im Bewirtschaftungskonzept am Pfleimberg werden vorgestellt und die Übertragbarkeit auf andere Schutzackerflächen diskutiert.

Key words: arable plants, conservation field, flora management, flora monitoring, repeat survey, segetal species.

Summary: *Long-term vegetation development of an arable plant reserve compared to conventional land use.* Although there has been a network of extensively managed segetal plant reserves in Germany, long-term effects of the conservation measures on the target species have hardly been studied to date. As part of the „Feldflorareservat Pfleimberg bei Titting“ funding project, a repeat sampling was carried out in the period 2020–2023 based on vegetation surveys from 1989 and the long-term vegetation development on a) long-term conservation fields ($n = 10$) was evaluated in comparison to b) conventionally managed arable land until 2019 ($n = 6$) and c) continuously conventionally managed arable land ($n = 6$). The evaluation of the number of (endangered) segetal species showed that the species-rich segetal vegetation has essentially been preserved on the conservation fields since 1989. At that time 24 and

Anschriften der Autoren: Dr. Harald Albrecht, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, TUM School of Life Sciences, Emil-Ramann-Str 6, 85354 Freising-Weihenstephan; Malou Czibeck, Felix Dötsch & Dr. Marion Rasp, Bayerische KulturlandStiftung, Kaiser-Ludwig-Platz 2, 80366 München; Prof. i. R. Dr. Annette Otte, Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung JLU Gießen, Bellenberger Str. 9, 89269 Vöhringen; Korrespondenz: Harald Albrecht; E-Mail: harald.albrecht@tum.de

today 25 segetal species of the Bavarian Red List (incl. early warning level) were documented. While there was a steep decline in segetal species and endangered species on the reference areas used conventionally throughout, these species were largely preserved on the conservation fields and some increases were observed in some Red List species. The results of the areas converted to conservation fields in 2019/20 were between those of the other two treatments. The development of the species richness of individual species varied depending on the study treatment and species, with negative trends particularly evident in nitrogen-affine and summer annual segetal species. Changes in crop rotation and the abandonment of fertilization and herbicides are potential causes for the shifts in the species composition of the arable plant reserve. Corresponding adjustment to the management concept at Pfeimberg is presented and options to transfer the results to other conservation fields are discussed.

Einführung

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte haben die Pflanzengemeinschaften der Äcker viel von ihrer früheren Artenvielfalt eingebüßt (MEYER et al. 2013; RICHNER et al. 2015). Als Ursachen für diese Entwicklung gelten der Einsatz von Herbiziden und Mineraldüngern, die zunehmende Effizienz der Bodenbearbeitung, die verbesserte Reinigung von Saatgut und Maschinen, vereinfachte Fruchfolgen, die Vergrößerung der Ackerflächen im Zuge der Flurbereinigung und die Aufgabe der Bewirtschaftung auf Grenzertragsstandorten (STORKEY et al. 2012; ALBRECHT et al. 2016). Viele Segetalarten kamen nur schlecht mit diesen Nutzungsänderungen zurecht und zeigen einen deutlichen Rückgang ihrer Vorkommen. Während in vielen Ländern die Pflanzen des Kulturlandes gar nicht in den Roten Listen berücksichtigt werden, haben dort, wo der Rückgang und die Gefährdung dieser Sippen erfasst werden, inzwischen viele Arten einen Gefährdungsstatus. So werden in Bayern aktuell 42 % der 283 Arten mit Schwerpunkt- oder Hauptvorkommen auf Ackerflächen als gefährdet eingestuft (LANG et al. 2022; KLOTZ et al. 2024).

Diese in den 1950er Jahren einsetzende Entwicklung führte schon in den 1970er Jahren zu ersten Initiativen, seltene Arten in Feldflorenreservaten und Freilandmuseen zu erhalten (vgl. Überblick bei MEYER et al. 2013). Ein erster Ansatz, den Schutz von seltenen Segetalpflanzen in die reguläre Bewirtschaftung der Äcker einzubinden, erfolgte mit dem von SCHUMACHER (1980) initiierten Ackerrandstreifenprogramm. Da im Pilotprojekt in der Nordeifel unter den günstigen Entwicklungsbedingungen der herbizid- und mineraldüngerfreien Randstreifen viele seltene Arten nachweislich geschützt werden konnten, wurde dieses Modell in anderen Regionen und Bundesländern übernommen (MEYER et al. 2013). Aufgrund von Schwierigkeiten bei der Umsetzungskontrolle, des hohen bürokratischen Aufwands und der rückläufigen Präferenz von Segetalpflanzen im Naturschutz verloren entsprechende Förderprogramme allerdings schon in den 1990er Jahren wieder an Bedeutung und kamen in den meisten Bundesländern zum Erliegen (MEYER et al. 2008).

So zeigte eine 2007 durchgeführte, deutschlandweite Studie, dass nur noch 170 Flächen mit dem Bewirtschaftungsschwerpunkt „Segetalschutz“ übrig waren (MEYER et al. 2008). Um möglichst viele dieser naturschutzfachlich besonders hochwertigen Ackerflächen zu erhalten, wurde 2009 das bundesweite Projekt ‘100 Äcker für die Vielfalt’ ins Leben gerufen (MEYER et al. 2008). 2015 war das Projekt in allen 13 Flächen-Bundesländern etabliert und umfasste 112 Schutzacker-Komplexe mit 284 Einzelschlägen und einer Gesamtfläche von 478 ha.

Ein Landschaftsausschnitt, der bei Recherchen nach geeigneten Flächen für den Segetalartenschutz in Südbayern schon Ende der 1980er Jahre besonders auffiel, war der 24,6 ha große Pfleimberg bei Titting (OTTE et al. 1988). Er liegt auf einem Kalkplateau in der Südlichen Frankenalb über dem Tal der Anlauter und ist durch flachgründige Kalkscherbenböden gekennzeichnet (Abb. 1). Hauptbodentyp ist Mullrendzina (BRUNNACKER 1962). Ein geringer Feinbodenanteil, eine limitierte nutzbare Feldkapazität und ein Mangel an Nährstoffen wie Phosphor führt dort vor allem bei längeren Trockenphasen während der Wachstumszeit zu eingeschränktem Pflanzenwachstum. Zudem erschwert ein hoher Steinanteil die Bodenbearbeitung. So waren bis in die 1990er Jahre auf dem Pfleimberg jahrhundertealte Bewirtschaftungsverfahren wie die Wanderschäferei und die Beweidung von Brachen und abgernteten Ackerflächen üblich (SCHÖLLER 2003). Diese Form der Landnutzung hat über die Grenzen der einzelnen Parzellen hinweg zu einer regen Ausbreitung von pflanzlichen Diasporen geführt (FISCHER et al. 1996) und war dafür verantwortlich, dass auf den Äckern neben zahlreichen typischen Segetalarten auch viele Ruder- und Grünlandarten vorkamen. Dieses Nutzungssystem hatte maßgeblich zur Entwicklung der von SIEBEN & OTTE (1992) dokumentierten Artenvielfalt auf dem Pfleimberg beigetragen. Im Zuge der zwischen 1982 bis 2005 durchgeführten Flurneuordnung wurden deshalb viele Elemente der historischen Landnutzung auf dem Pfleimberg gezielt geschützt und neu angelegt. So werden die Talflanken und Teile des Plateaus immer noch mit Schafen beweidet und Strukturen wie Langstreifenfluren, Schaftritten und Lesesteinriegel blieben bis heute erhalten. Die heute insgesamt 15,4 ha große Ackerfläche ist in 43 Parzellen unterteilt. Grünland, Lesesteinriegel und Wege bedecken weitere 9,1 ha.



Abb. 1: Pfleimberg, Ackerrand. 24.06.2008.

Foto: HARALD ALBRECHT

Den standortökologischen Bedingungen entsprechend lässt sich die dortige Artengemeinschaft pflanzensoziologisch der Ordnung Papaveretalia rhoedalis zuordnen, die basenreiche Ackerstandorte kennzeichnet (HILBIG & NEZADAL 2023). Es treten zwei unterschiedliche Verbände auf: Die Haftdoldengesellschaften (*Caucalidion platycarpi*), die eher in den im Herbst oder im zeitigen Frühjahr gesäten Halmfrüchten vorkommt, und die Erdrauch-Wolfsmilchgesellschaften (*Fumario officinalis-Euphorbion pepli*), die in der Fruchtfolge zeitlich korrespondierend den Schwerpunkt in sommerannuellen Blattfrüchten haben (SIEBEN & OTTE 1992).

Zu den Besonderheiten des Pfleimbergs zählt neben der historischen Flurstruktur auch die ungewöhnlich reiche Ausstattung an seltenen und gefährdeten Segetalpflanzen. Dazu gehören 18 Arten, die auf der Roten Liste Bayerns einen Gefährdungsstatus haben und 10 weitere Arten, die auf der Vorwarnliste stehen oder bei denen eine Gefährdung anzunehmen ist (siehe Tab. 2 am Ende des Artikels). Zudem wurden weitere Arten der Roten Liste außerhalb der Probeflächen gefunden.

Im Rahmen der Flurneuordnung wurde im Jahr 1991 für 10 Parzellen mit einer Gesamtfläche von 1,4 ha eine extensive Ackerbewirtschaftung zum Schutz der Segetalflora festgeschrieben. Die entsprechenden Flächen wurden vom Landkreis Eichstätt gekauft und nach den Vorgaben des Ackerrandstreifenprogramms bewirtschaftet. Ab 1996 wurde die extensiv bewirtschaftete Ackerfläche auf weitere im Privat- oder Gemeindeeigentum befindliche Parzellen ausgeweitet und umfasste insgesamt 3,5 ha. Dort fand seitdem eine extensive Bewirtschaftung nach Vorgaben des bayerischen Vertragsnaturschutzprogrammes statt, i. d. R. mit Winterroggen, Sommergerste und Brache (GÜTHLER & WALTZ 2018). Auf einigen Parzellen wurde die extensive Ackerbewirtschaftung durch mehrjährige Stilllegungen mit Einsaat von Kleegrasmischungen unterbrochen. Die restlichen Ackerflächen wurden konventionell mit Herbizid- und Mineraldüngereinsatz bewirtschaftet.

2019 wurde Titting als eine von zehn Modellgemeinden in Bayern zur Umsetzung des Projektes „Marktplatz der biologischen Vielfalt“ ausgewählt (MARKTGEIMEINDE TÄNNESBERG o. J.). In der Biodiversitätsstrategie der Gemeinde wird die Erhaltung und Erweiterung des Pfleimbergs als Feldflorareservat festgeschrieben (MARKT TITTING o. J.). Über das Ersatzgeldprojekt „Feldflorareservat Pfleimberg bei Titting“ des Landkreises Eichstätt mit der Bayerischen KulturlandStiftung wurde die extensive Ackernutzung zum Schutz der Segetalpflanzen ab Herbst 2019 auf 9,6 ha erweitert und im Jahr 2022 in das Schutzackerprojekt „100 Äcker für die Vielfalt“ aufgenommen. Da auf dem Pfleimberg im Jahr 1989 von SIEBEN & OTTE (1992) vegetationskundliche Erhebungen durchgeführt und kartiert worden waren, bot sich die Möglichkeit, die langfristige Vegetationsentwicklung auf den langjährigen Schutzäckern zu evaluieren und diese mit den Veränderungen auf den bis 2019 konventionell bewirtschafteten Schutzäckern und auf den durchgehend konventionell bewirtschafteten Ackerflächen zu vergleichen.

Methodik

Vegetationsvergleich

Die Vegetationsentwicklung zwischen 1989 und 2020–2023 wurde anhand von zwei Methoden evaluiert. Zum einen wurde zu jeder Erstaufnahme von 1989 eine

Wiederholungsaufnahme im Zeitraum 2020–2023 mit einer vergleichbaren Kultur ausgewählt, um eine paarweise Gegenüberstellung eines einzelnen Aufnahmejahres unter ähnlichen Bewirtschaftungsbedingungen (winter- bzw. sommerannuelle Kulturen) zu ermöglichen. Zum anderen wurde die Erstaufnahme von 1989 mit dem höchsten der bei den vier Wiederholungserhebungen von 2020–2023 erreichten Wert (Artenzahl pro Aufnahmefläche, Artmächtigkeit von Einzelarten) verglichen, um das auf den Flächen noch vorhandene Artenpotential umfänglich zu erfassen und zukünftige Schutzmaßnahmen möglichst präzise an den gesamten Artenbestand anzupassen.

Die Auswirkung der Nutzungsumstellung wurde nur für Segetalarten untersucht. Als Segetalart wurden die nach HILBIG & NEZADAL (2023) in Deutschland vorwiegend im Lebensraum Acker vorkommenden Taxa sowie die regelmäßig in Äckern auftretenden ruderalen Begleitarten eingestuft. Zusätzlich wurden auch *Fumaria schleicheri* und *Valerianella ramosa* als Ackerarten mit einbezogen (LANG et al. 2022). Wie von SIEBEN & OTTE (1992) dokumentiert, enthielt auch die Vegetation der Kalkmagerrasen und Lesesteinriegel zum Zeitpunkt der Erstaufnahme 1989 viele naturschutzfachlich bedeutsame Arten, von denen einige gelegentlich auch im Randbereich der Äcker gefunden wurden. Da die Förderung der Grünlandvegetation kein Ziel der hier thematisierten Schutzackerbewirtschaftung darstellt, wurden deren Arten einschließlich der von HILBIG & NEZADAL (2023) beschriebenen *Knautia arvensis*-Gruppe nicht mit ausgewertet.

Vegetationskundliche Aufnahmen

Von 34 bei der Ersterhebung 1989 erfassten Aufnahmeflächen wurden 2020–2023 noch 22 Aufnahmeflächen als Acker bewirtschaftet, sodass sie in die Untersuchung zur Vegetationsveränderung einbezogen werden konnten. Dort wurden folgende drei Bewirtschaftungsvarianten praktiziert: (a) Schutzacker, durchgehend extensiv bewirtschaftet ($n=10$), (b) bis 2019 konventionell bewirtschaftet, seitdem Schutzacker ($n=6$) und (c) durchgehend konventionell bewirtschaftet ($n=6$).

Wie bei Vegetationsaufnahmen früher üblich (BRAUN-BLANQUET 1964) wurde bei der Ersterhebung eine variable Flächengröße von 50–300 m² gewählt, in die auch der besonders artenreiche Ackerrand in die Aufnahmefläche mit einbezogen wurde. Um die statistische Vergleichbarkeit der Varianten untereinander zu ermöglichen und um die Größe der Erhebungsflächen auch an das Design anderer Schutzäcker anzugeleichen (MEYER et al. 2010), wurde die Fläche bei den Wiederholungsuntersuchungen 2020–2023 auf eine Größe von 20 m × 5 m festgelegt. Die Erstaufnahme erfolgte durch zweimalige Erfassung im Früh- und Hochsommer 1989, diese Vorgehensweise wurde 2020–2023 wiederholt, wobei 2021 zwei und in den anderen Jahren nur eine Aufnahme pro Fläche durchgeführt wurde. Bei den Aufnahmen wurde die Artmächtigkeit aller in den Probeflächen gefundenen Gefäßpflanzen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) erfasst, die Klasse 2 wurde in 2a mit 5–15 % Deckung bzw. 2b mit 15–25 % Deckung unterteilt. Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach MEIEROTT et al. (2024).

Bewirtschaftung

Bei den Ackerkulturen der Erstaufnahme dominierten Winter- und Sommergerste sowie in geringerem Umfang Winterroggen, Kartoffeln und Mais (Tab. 1). Bei den Wiederholungserhebungen wurden auf den Schutzäckern häufig Winterroggen, daneben auch Sommergerste, Winterdinkel, Winteremmer und Linsen mit Sommergerste als Stützfrucht angebaut. In sehr geringem Umfang wurden zudem Kartoffeln kultiviert oder einjährige Brachen mit Bodenumbruch im Herbst und anschließender Selbstbegrünung praktiziert. Auf den durchgehend konventionell bewirtschafteten Flächen wurden 2020–2023 Winterweizen, Wintertriticale, Gerste, Raps, Erbse und Mais angebaut (Tab. 1).

Tab. 1: Bei der Erstaufnahme 1989 und bei den Wiederholungserhebungen 2020 bis 2023 als Winterung (W) und Sommerung (S) angebaute Feldfrüchte. Die Kulturen, die für eine Gegenüberstellung „vergleichbarer Kulturen“ herangezogen wurden, sind **fett** gedruckt. Auf Fläche B8 gab es keine vergleichbare Kultur, diese Fläche wurde im direkten Vergleich daher nicht berücksichtigt.

Variante	Nr.	1989	2020	2021	2022	2023
Schutzacker	H11	W-Gerste	W-Roggen	W-Emmer	S-Gerste	W-Roggen
	H37	S-Gerste	W-Roggen	Linse mit S-Gerste	Kartoffel	W-Emmer
	H43	W-Gerste	W-Roggen	S-Gerste	W-Roggen	Brache
	H15	S-Gerste	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	Linse mit S-Gerste
	B7	Mais	W-Roggen	S-Gerste	W-Roggen	Brache
	H39	S-Gerste	W-Roggen	Linse mit S-Gerste	W-Roggen	W-Emmer
	H1	W-Roggen	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	W-Roggen
	B8	Kartoffel	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	W-Roggen
	H10	W-Gerste	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	W-Roggen
	H17	S-Gerste	W-Roggen	S-Gerste	W-Roggen	W-Emmer
bis 2019 konventionell	H4	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	S-Gerste	W-Roggen
	B1	Mais	W-Roggen	W-Roggen	W-Emmer	S-Gerste
	H19	W-Gerste	W-Dinkel	W-Roggen	S-Gerste	W-Emmer
	H45	W-Gerste	W-Dinkel	W-Roggen	S-Gerste	W-Emmer
	H13	W-Gerste	W-Dinkel	W-Emmer	Linse mit S-Gerste	W-Roggen
	B11	Rüben	W-Dinkel	W-Roggen	W-Emmer	Linse mit S-Gerste
durchgehend konventionell	H14	S-Gerste	W-Weizen	Mais	W-Triticale	Mais
	H26	S-Gerste	Raps	W-Weizen	Gerste	ErbSEN
	B6	Mais	Raps	W-Weizen	Gerste	ErbSEN
	H35	S-Gerste	W-Weizen	Mais	W-Triticale	Mais
	B3	Kartoffel	Raps	W-Weizen	Gerste	ErbSEN
	H48	S-Gerste	Raps	W-Weizen	Gerste	ErbSEN

Im Zeitraum zwischen 1989 und 2020 wurden auf den Schutzäckern vor allem Winterroggen und Sommergerste angebaut. Auf den meisten der insgesamt neun Ackerparzellen kam es 2001 bis 2014 zu mehrjährigen Stilllegungen, die mit Klee- grasmischungen eingesät und jährlich gemulcht wurden.

Datenauswertung

Bei der Auswertung wurde einerseits die Anzahl der Arten pro Aufnahmefläche und andererseits die Veränderung von Einzelarten analysiert.

Zur Auswertung der Artenzahlen wurde sowohl die Gesamtzahl der Segetalar- ten pro Aufnahmefläche als auch die Zahl der in Bayern auf der Roten Liste (KLOTZ et al. 2024) stehenden Arten (inkl. Vorwarnliste) berechnet. Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe paarweiser Mittelwertvergleiche nach DAALGARD (2008) in R (Version 4.3.3, R CORE TEAM 2024). Da die Voraussetzung der Normalverteilung der Differenzen bei allen Vergleichspaaren gegeben war, konnte hierfür der T-Test für gepaarte Stichproben genutzt werden. Die Option „paired“ wurde auf „TRUE“ gesetzt. Die Darstellung der Graphen erfolgte mit dem Paket „ggplot2“ (WICKHAM 2016). Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt.

Die Entwicklung der Artmächtigkeit von Einzelarten wurde mit dem Vorzeichen- test für gepaarte Stichproben nach DIXON & Mood (1946) ausgewertet. Wegen der geringen Stichprobenzahl wurden hier Entwicklungstrends, die auf einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P < 0,1$ basieren, angegeben. Zunehmende, unver- änderte oder abnehmende Trends sind in Tab. 2 durch die Symbole +, ± oder – gekennzeichnet.

Ergebnisse

Entwicklung der Gesamtzahl von Segetal- und Rote Liste-Arten

30 Jahre nach Einrichtung der ersten Schutzäcker zeigte die Entwicklung der Segetalarten in den Aufnahmeflächen deutliche Unterschiede zu den konventionell bewirtschafteten Referenzflächen (Abb. 2A, 2C). Obwohl auf Flächen mit ver- gleichbaren Kulturen in beiden Varianten ein signifikanter Rückgang der Artenzahl zu verzeichnen war, fiel die Abnahme auf den konventionellen Referenzflächen von 44 auf 8 Segetalarten ($p < 0,001$, $df = 5$; Abb. 1C) deutlich stärker aus als auf den Schutzäckern, wo die Artenzahl von 45 auf 33 pro Aufnahmefläche zurückging ($p < 0,01$; $df = 8$; Abb. 2A). Auch beim Vergleich aller von 2020 bis 2023 gefun- denen Segetalarten wurden auf den konventionell bewirtschafteten Ackerflächen nur noch 17,5, im Vergleich zu vormals 44 Segetalarten ($p < 0,001$, $df = 5$, Abb. 2C) gefunden. Auf den Schutzäckern wurden dagegen mit durchschnittlich 52,5 gegenüber 45,5 Arten signifikant mehr Arten beobachtet als bei der Ersterhebung ($p < 0,05$, $df = 8$; Abb. 2A). Auf Ackerflächen, die Ende 2019 von konventioneller Nutzung auf die extensive Nutzung der Schutzäcker umgestellt wurden (Abb. 2B), war in vergleichbaren Kulturen ebenfalls eine signifikante Abnahme von durch- schnittlich 40,5 auf 21 Segetalarten ($p < 0,01$, $df = 5$) zu verzeichnen (α -Diver- sität). Wenn alle zwischen 2020 und 2023 pro Aufnahmefläche nachgewiesenen Arten einbezogen wurden, gab es jedoch einen signifikanten Anstieg auf 43,5 Arten ($p < 0,01$, $df = 5$; γ -Diversität; SIMMERING et al. 2003).

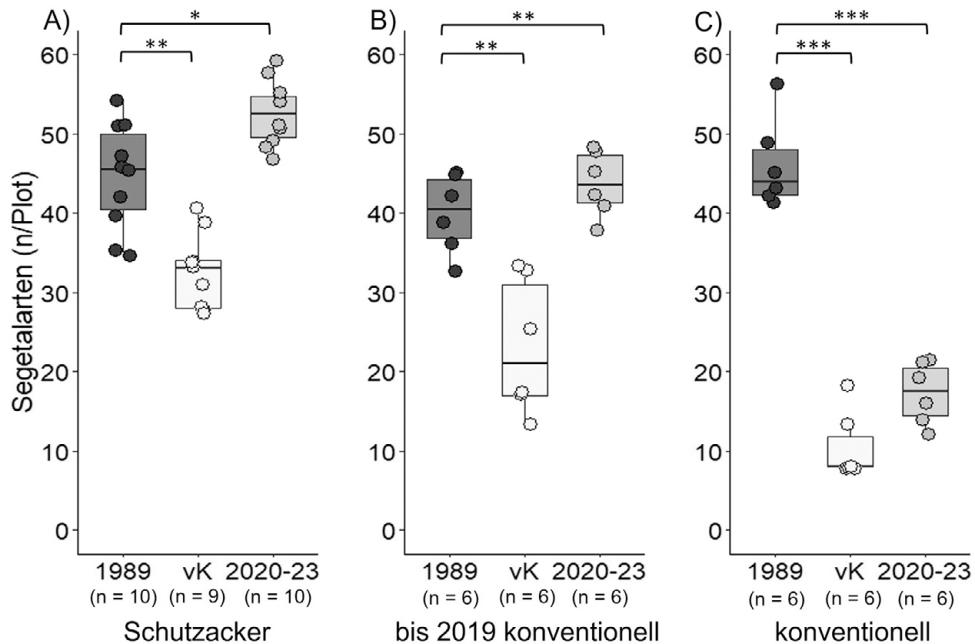
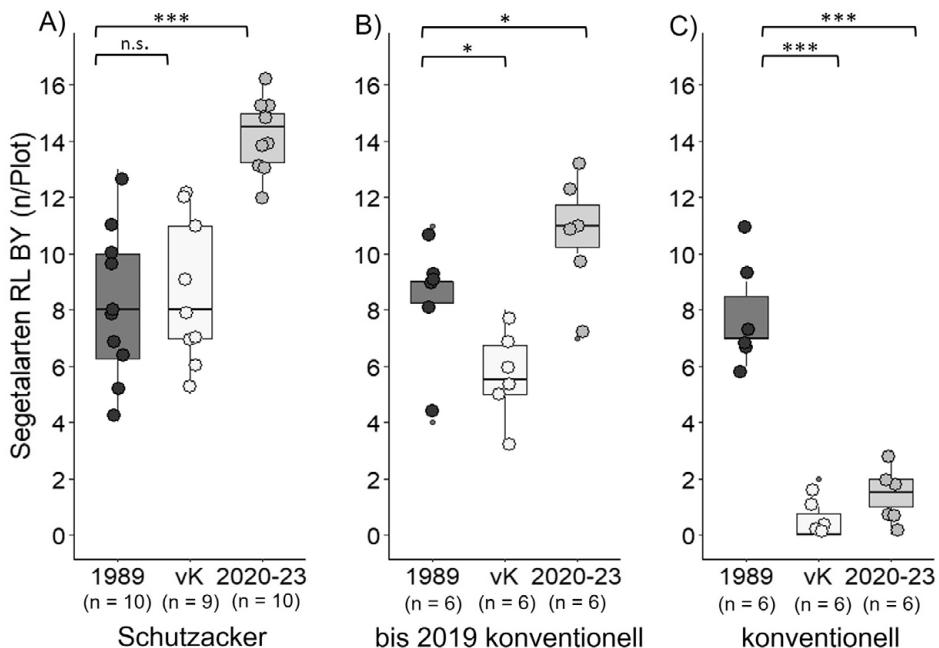


Abb. 2: Entwicklung der Segetalarten (oben) und bayernweit gefährdeter Segetalarten (inklusive Vorwarnstufe, unten) pro Aufnahmefläche in den Varianten (A) durchgehend Schutzacker, (B) 2019/20 Umstellung von konventionellem Anbau auf Schutzacker und (C) durchgehend konventionelle Bewirtschaftung. Vergleich der Ersterhebung von 1989 mit Ergebnissen von 2020–2023 in einer vergleichbaren Kultur (vK) und allen vier Aufnahmehäufigkeiten (2020–23). n = Anzahl Aufnahmeflächen. Signifikanzprüfung mit zweiseitigem T-Test für abhängige Stichproben.



Die Unterschiede zwischen den Schutzäckern und den durchgängig konventionell genutzten Äckern sind bei alleiniger Betrachtung der in der Roten Liste Bayern (KLOTZ et al. 2024) als (stark) gefährdet oder auf der Vorwarnliste geführten Segetalarten deutlicher als bei Betrachtung aller Segetalarten zusammen. Auf den Schutzäckern (Abb. 3A) wurde bei vergleichbaren Kulturen kein signifikanter Unterschied zu der Ersterhebung festgestellt. Im Vergleich mit allen von 2020 bis 2023 gefundenen Rote Liste-Arten kam es zu einem signifikanten Anstieg von durchschnittlich 8 auf 14,5 Arten pro Aufnahmefläche ($p < 0,001$, $df = 8$). Auf den durchgehend konventionell genutzten Äckern, wo bei der Erstaufnahme noch 7 Rote Liste-Arten vorkamen, wurden in vergleichbaren Kulturen keine und über alle Wiederholungsjahre hinweg noch 1,5 Arten pro Aufnahmefläche beobachtet (beide Vergleiche $p < 0,001$, $df = 5$; Abb. 3C). Auf den seit der Vegetationsperiode 2019/20 auf die extensive Bewirtschaftung der Schutzäcker umgestellten Flächen wurde bei vergleichbaren Kulturen ein Rückgang von 9 auf 5,5 Arten pro Aufnahmefläche festgestellt ($P < 0,05$, $df = 5$; Abb. 3B). Wurden alle zwischen 2020 und 2023 pro Aufnahmefläche erfassten Arten einbezogen, ergab sich ein Anstieg auf 11 Arten ($p < 0,01$, $df = 5$; Abb. 3B).

Entwicklung einzelner Arten

Bei der Erstaufnahme der Ackerflächen auf dem Pfleimberg wurden insgesamt 95 Segetalarten gefunden, davon stehen 24 auf der Roten Liste von Bayern, 14 mit Gefährdungskategorie 0 bis 3 und 10 Sippen auf der Vorwarnliste (Tab. 2). Bei den Wiederholungsaufnahmen waren es insgesamt 25 Rote-Liste-Arten, 17 mit Gefährdungsstatus und 8 Arten der Vorwarnliste. Bei den Wiederholungserhebungen nicht mehr nachgewiesen wurden die gefährdete Sippe *Anagallis foemina* sowie die beiden Vorwarnliste-Arten *Fumaria vaillantii* und *Galeopsis ladanum* agg. Vier Arten mit Gefährdungsstatus, *Scandix pecten-veneris*, *Gypsophila vaccaria*, *Ranunculus arvensis* und *Valerianella rimosa* wurden 2020–2023 neu gefunden. *Gypsophila vaccaria* galt für Bayern als ausgestorben, der stark gefährdete Venuskamm (*S. pecten-veneris*) konnte sich in 16 der 22 Aufnahmeflächen neu etablieren.

Auf den Schutzäckern, auf denen das Management auf die Erhaltung der Segetalflora ausgerichtet ist, konnten für 53 Einzelarten die Entwicklungstendenzen in vergleichbaren Kulturen analysiert werden. Bei sechs davon kam es zur Zunahme, 14 Arten nahmen ab und bei 33 war keine deutliche Veränderung zu beobachten. Beim Vergleich der Erstaufnahme mit den höchsten bei den Wiederholungsaufnahmen erzielten Artmächtigkeiten konnten 64 Sippen analysiert werden: Bei 22 war der Trend positiv, bei fünf negativ und bei 37 Arten unverändert. Unter den Arten mit zunehmendem Trend konnten mit *Adonis aestivalis*, *Buglossoides arvensis*, *Consolida regalis*, *Centaurea cyanus*, *Legousia speculum-veneris*, *Microthlaspi*

←
Abb. 3: Entwicklung der bayernweit gefährdeten Segetalarten (inklusive Vorwarnstufe) pro Aufnahmefläche in den Varianten (A) durchgehend Schutzacker, (B) 2019/20 Umstellung von konventionellem Anbau auf Schutzacker und (C) durchgehend konventionelle Bewirtschaftung. Vergleich der Ersterhebung von 1989 mit Ergebnissen von 2020–2023 in einer vergleichbaren Kultur (vK) und in allen vier Aufnahmeyahren (2020–2023). n = Anzahl Aufnahmeflächen. Signifikanzprüfung mit zweiseitigem T-Test für abhängige Stichproben.

perfoliatum, *Odontites vernus*, *Scandix pecten-veneris* und *Valerianella dentata* bereits neun Arten der Roten Liste (Tab. 2) erfasst werden. Die meisten dieser Zunahmen wurden allerdings nur beim Vergleich der Erstaufnahme mit der höchsten zwischen 2020 und 2023 erzielten Artmächtigkeit beobachtet, bei vergleichbarer Kultur blieben viele dieser Sippen unverändert. In den Schutzäckern seltener geworden sind die allgemein häufigen Segetalarten *Capsella bursa-pastoris*, *Erodium cicutarium*, *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Geranium pusillum*, *Lamium amplexicaule*, *L. purpureum*, *Lapsana communis*, *Myosotis arvensis*, *Sonchus asper*, *Stellaria media*, *Veronica arvensis*, *Veronica polita* und *Viola arvensis*. Fast alle dieser rückläufigen Arten sind Stickstoffzeiger mit N-Zeigerwerten zwischen 6 und 8 (ELLENBERG et al. 2001, vgl. Tab. 2), die auch einen Vorkommensschwerpunkt in niedrigen Blattfruchtkulturen haben, wie Kartoffeln oder Futterrüben, die auf dem Pfleimberg nicht mehr angebaut werden. Zudem zeigte die an Gräsern und Kräutern Wasser und Nährstoffe parasitierende Sippe *Rhinanthus alectorolophus* auf den Schutzäckern eine deutliche Zunahme.

Auf den durchgehend konventionell bewirtschafteten Flächen kam es bei 23 Arten im direkten Vergleich zu Abnahmen und auch beim Vergleich mit dem gesamten Erhebungszeitraum 2020 bis 2023 nahmen 20 Arten ab und nur 13 blieben unverändert. Zugenummen hat bei dieser Bewirtschaftung keine der gefundenen Arten. Die meisten der rückläufigen Taxa sind mehr oder minder häufige, teilweise problematische Segetalpflanzen wie *Aethusa cynapium*, *Anagallis arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Avena fatua*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Galium aparine*, *Lamium spp.*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus asper*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense* und *Veronica persica* (s. o.). Mit *Euphorbia exigua*, *Legousia speculum-veneris*, *Neslia paniculata*, *Sherardia arvensis* und *Silene noctiflora* sind auch seltener, teilweise gefährdete Arten vom Rückgang betroffen.

Auf den Flächen, die bis 2019 konventionell bewirtschaftet und in der Vegetationsperiode 2019/20 zu Schutzäckern umgewidmet wurden, kam es nur zu geringfügigen Veränderungen. In vergleichbaren Kulturen gab es kaum Veränderungen in der Artmächtigkeit, beim Vergleich der Erstaufnahme mit der höchsten 2020 bis 2023 erreichten Artmächtigkeit zeigten *Anagallis arvensis*, *Aphanes arvensis*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Geranium dissectum*, *Medicago lupulina*, *Polygonum aviculare*, *Tripleurospermum inodorum*, *Veronica persica*, *Vicia hirsuta* und *V. segetalis* eine zunehmende Tendenz. Profitiert von dieser Umstellung haben aber auch die Rote Liste-Arten *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, *Scandix pecten-veneris*, *Sherardia arvensis* und *Valerianella dentata*.

Diskussion

Nach dem Kenntnisstand der AutorInnen handelt es sich hier um die erste Studie, die die Auswirkungen gezielter Maßnahmen zum Schutz der Segetalpflanzen über mehrere Jahrzehnte auf deren Diversität dokumentiert und parallel dazu die Entwicklung bei konventioneller Bewirtschaftung vergleicht.

Auf den Flächen, die seit über 30 Jahren durchgängig als Schutzacker bewirtschaftet wurden, kam es nicht zu einem generellen Populationswachstum der Segetalarten. Die Entwicklung der Populationen hing viel mehr von den ökologischen

Eigenschaften der jeweiligen Sippe ab. So ist ein erheblicher Teil der Arten mit zunehmender Entwicklungstendenz winterannuell und / oder hat einen Schwerpunkt in Halmfrüchtäckern (ALBRECHT 1989; HOFMEISTER & GARVE 1998; HILBIG & NEZADAL 2023). Hauptursache für diese Entwicklung ist vermutlich, dass auf den Schutzäckern nach 1990 verstärkt (Winter-)Getreide und keine sommerannuellen Blattfrüchte angebaut wurden. Die Entscheidung, auf den Schutzäckern vermehrt Getreidearten wie Winterroggen und Sommergerste zu kultivieren, fiel, weil vor allem die typischen Arten der (Winter-)Getreideäcker schon Ende der 1980er Jahre als die Gruppe von Segetalpflanzen identifiziert worden war, die besonders stark vom Rückgang betroffen war (SCHUMACHER 1980; ALBRECHT 1995; OTTE et al. 2006).

Dass insgesamt neun Arten der Roten-Liste auf den Schutzäckern bei der Wiederholungsuntersuchung häufiger gefunden wurden als bei der Ersterhebung belegt, dass mit dieser Fruchtfolgeumstellung und dem Verzicht auf Düngung und Herbizide viel für die gefährdeten Arten der Äcker erreicht wurde. Dies zeigt, dass solch eine Umstellung der Bewirtschaftung nicht nur die Erhaltung, sondern auch eine Förderung der entsprechenden Populationen bewirken kann. Auch die mehrjährige Brachephäsen haben offensichtlich das Überleben der gefährdeten Arten nicht wesentlich beeinträchtigt. Studien von KOHLER et al. (2011) und WÄLDCHEN et al. (2005) haben gezeigt, dass die Samen seltener Segetalarten in ungestörten Ackerbrachen jahrzehntelang im Boden überdauern können (siehe auch ALBRECHT 1989). Grund dafür ist, dass die Dormanz der Samen erst durch Licht- und Temperaturreize oder mechanische Stimulation gebrochen wird und sie so im Diasporenvorrat des unberührten Bodens überdauern können.

Die Erwartung, dass sich mit Aufgabe der bis 1989 praktizierten Beikrautregulierung die Lebensbedingungen für die Segetalpflanzen generell verbessern würden und dass es so zu einer Zunahme der Artenzahl und Artmächtigkeit vieler ungefährdeter Segetalarten kommen könnte, wurde nicht bestätigt. Eine wesentliche Ursache dafür, dass eine Reihe von Segetalarten auf den Schutzäckern abgenommen hat, könnte mangelnde Nährstoffversorgung der Pflanzen in den Schutzäckern sein. Auf diesen Parzellen wurden seit 1991 weder Mineral- noch Stalldünger ausgetragen. Die Folge war, dass vor allem stickstoffaffine Arten oft nur geringe Wuchshöhen und niedrigere Deckungsgrade und somit schwächere Blühaspekte erreichten als bei der vormaligen, regelmäßigen Nährstoffzufuhr. Solche Effekte schlechter N-Versorgung wurden u. a. für *Chenopodium album* und *Galium aparine* bei verschiedenen Düngungsversuchen gezeigt (WALTER 1963; PYSEK 1981). Eine weitere Ursache für die unveränderte bis rückläufige Populationsgröße vieler Segetalarten auf den Schutzäckern könnte in der starken Zunahme von *Rhinanthus alectorolophus* liegen. Bei Untersuchungen in Grünlandbeständen konnte IEVINSH (2024), nachweisen, dass *Rhinanthus*-Arten wie *R. minor* und *R. alectorolophus* an vielen verschiedenen Artengruppen parasitieren und über 70 % Biomasseverluste verursachen können. Dabei reagierten nicht alle Wirtsarten einheitlich auf den Befall. So erwies sich u. a. *Medicago lupulina* zwar als gute Wirtspflanze für *R. minor*, wurde aber kaum in ihrer Entwicklung beeinträchtigt. Auch auf den Schutzäckern am Pfleimberg hat *M. lupulina* deutlich zugenommen. Dass auf den Schutzäckern phasenweise stickstofflieferndes Kleegras als Brachemischung eingesät wurde, könnte

die Situation der N-affinen Arten verbessert haben, trotzdem kam es bei diesen Sippen insgesamt eher zu einer negativen Bestandsentwicklung.

Da einige dieser nährstoffaffinen Arten wie *Galium aparine*, *Lamium* spp., *Sonchus asper* oder *Stellaria media* durch ihre Konkurrenzkraft auch bei den Kulturpflanzen Ertragsverluste verursachen können (HOLZNER & GLAUNINGER 2005), ist deren Rückgang aus ackerbaulicher Sicht eher von Vorteil. Als Nebeneffekt des Düngeverzichts kann die Zunahme kleinwüchsiger, konkurrenzschwacher und teilweise auch seltener Arten gewertet werden. Vermutlich ist diese Entwicklung auf eine Verbesserung des Lichtangebotes zurückzuführen. Dass einige dieser Arten schwach bodensaure Standorte anzeigen, könnte ein Hinweis auf eine oberflächliche Entkalkung der Böden durch Regenniederschlag sein (SIEBEN & OTTE 1992). Es gab aber auch Artveränderungen, die aus naturschutzfachlicher Sicht als eher unerwünscht zu bewerten sind. So entwickelten sich die Rote Liste-Arten *Euphorbia exigua*, *Fumaria vaillantii* und *Veronica agrestis* auch beim Vergleich aller 2020–2023 erhobenen Daten auf deutlich weniger bzw. keinen Aufnahmeflächen im Vergleich zur Ersterhebung. Diese Arten benötigen vergleichsweise hohe Keimungstemperaturen und bevorzugen deshalb eher sommerannuelle Kulturen.

Auf den Äckern, die nach der Ersterhebung 1989 durchgehend konventionell bewirtschaftet wurden, zeigt sich ein ähnlich deutlicher Rückgang der Artenvielfalt wie er inzwischen durch zahlreiche Veröffentlichungen für große Teile der europäischen Ackerflächen dokumentiert ist (STORKEY et al. 2012; MEYER et al. 2013; RICHNER et al. 2015). Zu den 23 Arten mit rückläufigem Trend zählen auch fünf Arten der Roten-Liste: *Euphorbia exigua*, *Legousia speculum-veneris*, *Neslia paniculata*, *Silene noctiflora* und *Veronica polita*. Zu einer Abnahme der Nachweise kam es auch noch bei weiteren Arten der Roten-Liste, diese waren allerdings zu selten, um die rückläufigen Entwicklungstendenzen zu belegen. Die durchgehend konventionelle Bewirtschaftung hat dazu geführt, dass viele häufige Kulturbegleiter abgenommen haben. Darüber hinaus waren dort Problemunkräuter wie *Avena fatua*, *Chenopodium album*, *Galium aparine* und *Tripleurospermum inodorum* seltener zu finden als bei der Ersterhebung. Diese Ergebnisse zeigen, wie effizient über die konventionelle Bewirtschaftung häufige und problematische Segetalpflanzen als Konkurrenten der Kulturarten regulierbar sind. Diese Form der Bewirtschaftung bietet daher keinen Schutz für gefährdete Segetalpflanzen.

Im Vergleich zu den durchgehend konventionell bewirtschafteten Äckern kam es auf den Flächen, die 2019 in Schutzäcker umgewidmet wurden, nur zu geringfügigen Veränderungen. Eine Ursache für diese vergleichsweise moderaten Veränderungen könnte in der mit durchschnittlich 0,36 ha geringen Parzellengröße der Äcker am Pfleimberg liegen. Dies führt im Vergleich zur sonstigen Kulturlandschaft zu überproportional hohen Ackerrandlängen, was die Überlebenschancen der Wildpflanzen im weniger intensiv bewirtschafteten Randbereich sicher begünstigt hat (MARSHALL 1989). Dass parallel zur Einrichtung der Schutzäcker viele Hecken, Lesesteinriegel und Grasstreifen als geschützte Landschaftselemente ausgewiesen wurden und erhalten geblieben sind könnte ebenfalls die Erhaltung der Segetalarten im Ackerrandbereich begünstigt haben (SIMMERING et al. 2006; SOLÉ-SENAN 2014). Die rasche Wiederbesiedelung der zuvor konventionell bewirtschafteten Äcker lässt sich auch durch den Nachbau von nur grob gereinigtem Saatgut innerhalb des Pfleimbergs

erklären. Nicht zuletzt könnten diese Arten auch im Bodensamenvorrat von Äckern und Ackerrändern die konventionelle Bewirtschaftung überlebt und von dort die Flächen wieder besiedelt haben (SCHNEIDER et al. 1994; ALBRECHT et al. 2016).

Bei den Wiederholungsuntersuchungen 2020–2023 konnte *Anagallis foemina* als einzige gefährdete Art nicht wiedergefunden werden. *Anagallis foemina* wurde 1989 zweimal mit wenigen Einzelexemplaren gefunden, 2025 wurde außerhalb der Probeflächen wieder ein Exemplar auf dem Pfleimberg nachgewiesen. Der vermehrte Anbau von Wintergetreide ist eine mögliche Erklärung dafür, dass die sommeranuelle Art nicht von der Einrichtung der Schutzäcker profitiert hat. Unter den vier neu gefundenen Sippen hat sich *Scandix pecten-veneris* besonders erfolgreich etabliert. Die Art wurde erstmalig bei einer Kartierung von Vertragsnaturschutzäckern 1997/98 durch ERCHINGER (1998) mit zahlreichen Exemplaren in einer Ackerparzelle beschrieben. Dazu, wie die Art dort hingekommen ist, gibt es keine Informationen. Seitdem hat sich *S. pecten-veneris* über viele Ackerparzellen ausgebreitet. Von der in Bayern als verschollen eingestuften *Gypsophila vaccaria* wurden 2021 und 2022 Einzelexemplare in zwei verschiedenen Äckern mit Linsen-/Sommergersteneinsäaten gefunden. Da es zu der Art in den umliegenden Rasterquadranten der Floristischen Kartierung Bayern historische Nachweise gibt (ARBEITSGEMEINSCHAFT FLORA VON BAYERN 2025), ist auch eine spontane Zuwanderung z. B. über Schaftrift denkbar. Da beim Linsenanbau in Deutschland fast ausschließlich nicht einheimisches Saatgut eingesetzt wird und in Hauptlieferländern wie Spanien *G. vaccaria* häufiger als Segetalpflanze vorkommt, ist eine Einschleppung dieser großsamigen Art über verunreinigtes Saatgut wahrscheinlich. Die Arten *Ranunculus arvensis* und *Valerianella rimosa* waren schon bei der Erstaufnahme außerhalb der Aufnahmeflächen gefunden worden und konnten sich vermutlich unter den günstigen Lebensbedingungen dorthin ausbreiten.

Weiterführung der Schutzackerbewirtschaftung

Das Feldflorareservat am Pfleimberg ist für den Ackerwildkrautschutz in Oberbayern und darüber hinaus von großer Bedeutung. Anhand der historischen Vegetationsaufnahmen von 1989 in Kombination mit den Wiederholungsaufnahmen 2020–2023 konnte gezeigt werden, dass die Segetalvegetation auf diesem Schutzackerkomplex im Wesentlichen erhalten und sogar gefördert werden konnte. Zahlreiche gefährdete Arten kommen in hohen Individuendichten vor, jedoch kam es auch zum Rückgang einzelner Arten. Durch das langjährige Monitoring und die Möglichkeit eines flexiblen Bewirtschaftungskonzepts in enger Zusammenarbeit mit den Bewirtschaftern kann im Rahmen des Ersatzgeldprojekts am Pfleimberg optimal auf Populationsänderungen sowohl von wertgebenden Segetalarten also auch von problematischen Kräutern wie *Tripleurospermum inodorum* und Gräsern wie *Alopecurus myosuroides* reagiert werden. So sind z. B. seit 2021 verstärkt Sommerungen mit unterschiedlichen Aussaatterminen (Sommergerste, Linse, Hafer, Erbse und Lein) angebaut worden, um wertgebende sommerannuelle Ackerwildkrautarten zu fördern. Zudem wurde der Anteil stickstofffixierender Leguminosen innerhalb der Fruchtfolge erhöht, um dem Nährstoffmangel, welcher mittlerweile in der Vitalität einiger wertgebender Segetalarten bemerkbar ist, entgegenzuwirken. Darüberhinaus verbessert ein höherer N-Gehalt in den Ackerwildkräutern die Stresstoleranz

gegenüber Trockenheit. Auf ausgewählten Flächen ist auch eine Erhaltungsdüngung angedacht, vorzugsweise mit Festmist. Ein weiteres Ziel des Projektes am Pfleimberg ist auch die Extensivierung der bislang konventionell bewirtschafteten Äcker. Die langfristige Sicherung könnte z. B. über das Ersatzgeldprojekt, Kompensationsmaßnahmen oder den Vertragsnaturschutz erfolgen.

Bewirtschaftungskonzepte für Schutzäcker müssen stets unter Einbindung der lokalen Standort- und Nutzungsbedingungen sowie Artenpotentiale spezifisch ausgearbeitet und kontinuierlich angepasst werden. Wichtige Grundlage dafür ist ein Monitoring der Segetalvegetation, um die Entwicklung der Zielarten zu erfassen und um bei unerwünschten Veränderungen die Bewirtschaftung zu modifizieren. Entscheidende Voraussetzungen für derartige Langzeitprojekte sind die fortlaufende finanzielle Ausstattung sowie fachliche Betreuung durch regionale Behörden und Akteure im Zusammenwirken mit örtlichen Landwirten, die die artenschutzorientierte Bewirtschaftung sinnvoll in den Betriebsablauf integrieren können.

Dank

Unser Dank gilt den Mitarbeitenden am Landratsamt Eichstätt, die sowohl die Bewirtschaftung als auch die fachliche Begleitung und das Monitoring am Pfleimberg durch Ersatzgelder des Landkreises ermöglicht haben. Ein besonderer Dank sei hier an Uwe Sachser (Untere Naturschutzbehörde, Lkr. Eichstätt) gerichtet für den jahrzehntelangen Einsatz zur Erhaltung der Artenvielfalt auf dem Pfleimberg bis hin zur Initiierung des Feldflorareservates. Dank gilt auch dem Bayerischen Naturschutzfonds, der die Ersatzgelder verwaltet und das Projekt bewilligt hat.

Ein besonderer Dank geht an den Bürgermeister der Marktgemeinde Titting Andreas Brigm und die Biodiversitätsbeauftragte Katharina Hinterholzinger für das gute Zusammenwirken bei der Erhaltung der Segetalflora am Pfleimberg.

Ganz besonders möchten wir uns außerdem bei Jakob Bösl, Ludwig Ammer und Rupert Schneider für die Bewirtschaftung der „steinreichen“ Flächen und für die Aufgeschlossenheit gegenüber Nutzungsänderungen und neuen Kulturen bedanken. Annette Sieben, Wiebke Feldmann und Lisa Ott gilt schließlich unser Dank dafür, dass sie in den Jahren 1989, 2020 und 2022 Vegetationsaufnahmen auf den Aufnahmeflächen angefertigt haben.



Tabelle 2: Veränderung von Segetalarten zwischen den Zeiträumen 1989 und 2020–2023 in drei Behandlungsvarianten: Seit 1990 durchgehend Schutzacker ($n = 10$), bis 2019 konventionell bewirtschaftet, seitdem Schutzacker ($n = 6$) und durchgehend konventionell bewirtschaftet ($n = 6$). "Vorkommen" bezeichnet die Zahl der Erhebungsflächen, auf denen die Art gefunden wurde. Die Liste umfasst Arten der Roten Listen von Bayern (Klotz et al. 2024) sowie Segetalarten und Begleiter mit mindestens sechs Vorkommen (Zuordnung zu Segetalarten nach Hilbig & Nezadal (2023)). Zur Analyse der Entwicklungstendenzen wurde die Veränderung der Artmächtigkeit anhand des Vorzeichentests (Irrtumswahrscheinlichkeit $P < 0,1$) geprüft. + Zunahme, ± unverändert, - Abnahme. Bei Arten mit weniger als fünf Stichproben pro Variante konnte kein Trend ermittelt werden (Leerzellen). In der Spalte "vK" wurden die Artmächtigkeiten in vergleichbaren Kulturen gegenübergestellt, die Spalte "2020–2023" zeigt, ob die Art in allen vier Jahren der Wiederholungsuntersuchungen einen höheren Wert erreichte als im Ersterhebungsjahr.

Pflanzenart	RL Bayern	N-Zeigerwert	Alle Aufnahmen		Schutzäcker			Bis 2019 konventionell			Durchgehend konventionell		
			Vorkommen		Gesamt	vK	2020–2023	Gesamt	vK	2020–2023	Gesamt	vK	2020–2023
			Gesamt	1989	2020–2023	Flächenzahl	Trend (n=9)	Trend (n=10)	Flächenzahl	Trend (n=6)	Trend (n=6)	Flächenzahl	Trend (n=6)
Adonis aestivalis	2	3	18	10	13	10	±	+	5	±	±	3	
Aethusa cynapium	*	5	22	20	21	10	±	±	6		±	6	-
Anagallis arvensis	*	6	22	18	16	10	±	±	6		+	6	-
Anagallis foemina	3	5	1	1	0	0			0			1	
Anthemis arvensis	*	6	7	6	1	4			2			1	
Aphanes arvensis	*	5	16	9	15	10	±	+	5		+	1	
Arenaria serpyllifolia	*	x	22	19	20	10	+	+	6	±	±	6	-
Artemisia vulgaris	*	8	6	5	2	2			2			3	
Atriplex patula	*	7	11	11	0	4			3			4	
Avena fatua	*	x	22	21	14	10	±	±	6	±	±	6	-
Bromus hordeaceus	*	5	9	5	4	5		±	3			1	
Bromus sterilis	*	5	14	4	12	8	±	±	3			3	
Buglossoides arvensis	2	5	17	10	15	10	+	+	5		±	2	
Camelina microcarpa	3	6	3	1	2	2			1			0	
Capsella bursa-pastoris	*	6	21	19	7	10	-	±	5		±	6	-
Centaurea cyanus	4	x	10	3	10	7		+	3			0	
Cerastium arvense	*	4	9	2	7	6	+	+	2			1	
Chaenorhinum minus	*	5	8	7	1	5		±	0			3	
Chenopodium album	*	7	22	14	18	10	±	±	6		+	6	-
Cirsium arvense	*	7	20	19	15	9	±	±	5	±	±	6	±

<i>Consolida regalis</i>	3	5	20	12	18	10	±	+	6	+	+	4		
<i>Convolvulus arvensis</i>	*	x	22	22	22	10	±	±	6	±	±	6	±	±
<i>Elymus repens</i>	*	7	22	20	19	10	±	±	6	±	±	6	±	±
<i>Erodium cicutarium</i>	*	5	15	15	8	7	-	-	4			4		
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	4	7	3	2	1	2			0			1		
<i>Euphorbia exigua</i>	4	4	17	13	8	7	±	±	5		±	5		-
<i>Euphorbia helioscopia</i>	*	7	21	21	19	10	±	±	6	±	±	5	±	±
<i>Fallopia convolvulus</i>	*	6	21	13	19	10	±	±	5		+	6	±	±
<i>Fumaria officinalis</i>	*	7	18	13	12	9	-	±	5		±	4		
<i>Fumaria vaillantii</i>	4	5	5	5	0	2			1			2		
<i>Galeopsis ladanum agg.</i>	4	3	4	4	0	3			0			1		
<i>Galeopsis tetrahit</i>	*	6	9	7	1	4			2			3		
<i>Galium aparine</i>	*	8	21	21	13	9	-	-	6	±	±	6	-	-
<i>Geranium columbinum</i>	*	7	14	12	8	9	±	±	2			3		
<i>Geranium dissectum</i>	*	5	20	12	20	10	±	±	6		+	4		
<i>Geranium pusillum</i>	*	7	22	21	20	10	-	±	6	±	±	6	±	±
<i>Gypsophila vaccaria</i>	0	3	2	0	2	1			1			0		
<i>Holosteum umbellatum</i>	*	2	11	2	10	8		+	3			0		
<i>Lactuca serriola</i>	*	4	11	0	11	7		+	4			0		
<i>Lamium amplexicaule</i>	*	7	22	22	10	10	-	-	6	-	-	6	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	*	7	22	20	17	10	-	-	6	±	±	6	-	-
<i>Lapsana communis</i>	*	7	22	22	10	10	-	±	6	-	-	6	-	-
<i>Lathyrus tuberosus</i>	*	4	7	6	3	3			3			1		
<i>Legousia speculum-veneris</i>	3	3	22	18	16	10	±	+	6	±	+	6	-	-

<i>Linaria vulgaris</i>	*	5	15	14	5	8	±	±	4			3		
<i>Medicago lupulina</i>	*	x	22	14	19	10	+	+	6		+	6	-	±
<i>Melampyrum arvense</i>	3	3	3	1	2	2			0			1		
<i>Mentha arvensis</i>	*	x	6	4	2	4			0			2		
<i>Microthlaspi perfoliatum</i>	4	2	17	7	15	10	±	+	5		±	2		
<i>Myosotis arvensis</i>	*	6	20	16	15	10	-	±	6	±	±	4		
<i>Neslia paniculata</i>	2	4	15	9	8	9	±	±	1			5	-	-
<i>Odontites vernus</i>	3	5	12	5	9	9	±	+	2			1		
<i>Papaver argemone</i>	4	5	12	7	8	7		±	5		±	0		
<i>Papaver rhoeas</i>	*	6	22	17	20	10	+	+	6	±	±	6		±
<i>Persicaria maculosa</i>	*	7	12	11	1	4			4			4		
<i>Phleum paniculatum</i>	2	4	10	5	7	6		±	3			1		
<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>	*	4	9	9	0	3			1			5	-	-
<i>Poa annua</i>	*	8	15	10	6	7		±	3			5	-	
<i>Polygonum aviculare</i>	*	5	22	15	22	10	±	+	6		+	6	±	±
<i>Ranunculus arvensis</i>	2	x	4	0	2	2			2			0		
<i>Rhinanthus alectorolophus*</i>	4	3	15	2	2	9	+	+	5		+	1		
<i>Scandix pecten-veneris</i>	1	4	16	0	16	10	+	+	6		+	0		
<i>Sherardia arvensis</i>	4	5	22	20	18	10	±	±	6	+	+	6	-	±
<i>Silene noctiflora</i>	4	5	21	16	18	10	±	±	6	±	±	5	-	-
<i>Sinapis arvensis</i>	*	6	21	16	11	10	±	±	5	±	±	6	-	-
<i>Sonchus asper</i>	*	7	14	13	3	6	-	±	2			6	-	-
<i>Stellaria media</i>	*	8	21	21	3	10	-	-	5	-	-	6	-	-
<i>Teucrium botrys</i>	3	2	6	4	4	4			1			1		

<i>Thlaspi arvense</i>	*	6	18	12	12	10	±	±	3			5	-	-
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	*	6	21	19	18	10	±	+	6	±	+	5	±	±
<i>Valerianella dentata</i>	4	x	19	10	16	10	±	+	6		+	3		
<i>Valerianella locusta</i>	*	6	16	8	16	10	±	+	5		±	1		
<i>Valerianella rimosa</i>	2	5	1	0	1	0			1			0		
<i>Veronica agrestis</i>	3	7	12	10	2	6		±	5	±	±	1		
<i>Veronica arvensis</i>	*	x	20	18	17	10	-	±	6	±	±	4		
<i>Veronica hederifolia</i>	*	7	12	6	10	9	±	±	3			0		
<i>Veronica persica</i>	*	7	22	19	21	10	±	±	6	±	+	6	-	±
<i>Veronica polita</i>	*	7	20	16	13	9	-	±	6	±	±	5	-	-
<i>Veronica praecox</i>	2	1	2	1	1	2			0			0		
<i>Veronica triphyllus</i>	3	4	6	2	4	5		±	0			1		
<i>Vicia angustifolia</i>	*	x	11	9	4	6			2			3		
<i>Vicia hirsuta</i>	*	4	20	14	17	10	±	+	6		+	4		
<i>Vicia segetalis</i>	*	x	16	0	16	9		+	6		+	1		
<i>Vicia villosa</i>	*	5	12	6	8	6	±	±	2			4		
<i>Viola arvensis</i>	*	x	22	20	22	10	-	±	6	±	±	6	±	±
Trendangaben gesamt							53	64		26	46		32	33
Zunahmen (+)							6	22		2	17		0	0
Unverändert (±)							33	37		21	26		9	13
Abnahmen (-)							14	5		3	3		23	20

**R. alectorolophus*: Der häufig gefundene Parasit von Wasser und Nährstoffen an Kräutern und Gräsern hatte möglicherweise großen Einfluss auf das Wachstum der Zielarten, ist aber keine Segetalart im engeren Sinne. Die Entwicklung der Art wird deshalb aufgezeigt aber nicht als Segetalart mit ausgewertet.

Literatur

- ALBRECHT, H. 1989: Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. – Diss. Bot. **141**. Cramer/Borntraeger, Stuttgart.
- ALBRECHT, H. 1995: Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. – Proc. 9th EWRS-Symposium „Challenges for Weed Science in a Changing Europe“, Budapest, 10.-12.7.1995: 41-48.
- ALBRECHT, H., CAMBECÈDES, J., LANG, M. & WAGNER, M. 2016: Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. – Bot. Lett. **163**: 389-415.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT FLORA VON BAYERN 2025: Botanischer Informationsknoten Bayern. *Gypsophila vaccaria*. taxref 36925. – URL: https://daten.bayernflora.de/de/info_pflanzen.php?taxnr=36925&suchtext=Vaccaria%20hispanica&g=&de=#name=36925,yearGrouping=2,yearColorGrouping=1,map=6/48.844/13.700 [Zugriff am 17.06.2025].
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. – Springer-Verlag, Wien / New York.
- BRUNNACKER, K. 1962: Feldbodenkundliche Untersuchungen im Frankenjura. – Bayer. Landw. Jb. **39**, SH 1: 7-18.
- DALGAARD, P. 2008: Introductory Statistics with R. – 2. Aufl. Springer, New York.
- DIXON, W.J. & MOOD, A.M. 1946: The Statistical Sign Test. – J. Am. Stat. Assoc. **236**: 557-566.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. 2001: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. – Scr. Geobot. **18**.
- ERCHINGER, H. 1998: Projekt Vertragsnaturschutz auf ökologisch wertvollen Ackerflächen. – Unveröffentlichter Abschlussbericht. Oktober 1998, 30 S.
- FISCHER, S.F., POSCHLOD, P. & BEINLICH, B. 1996: Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. – J. Appl. Ecol. **33**: 1206-1222.
- GÜTHLER, W. & WALTZ, T. 2018: Das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm – Artenvielfalt mit Bauern sichern. – Naturschutz Landschaftsplan. **50**: 368-373.
- HILBIG, W. & NEZADAL, W. 2023: Stellariea mediae – Vogelmieren-Ackerunkrautgesellschaften. – In: HÄRDTLE, W. (Hrsg.): Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Band **14**. – Selbstverlag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, Göttingen.
- HOFMEISTER, H. & GARVE, E. 1998: Lebensraum Acker. 2. Aufl. – Parey, Hamburg.
- HOLZNER, W. & GLAUNINGER, W. 2005: Ackerunkräuter. Bestimmung - Biologie - Landwirtschaftliche Bedeutung. – Leopold Stocker Verlag, Graz/Stuttgart.
- IEVINSH, G. 2024: Biology of hemiparasitic *Rhinanthus* species in the context of grassland biodiversity. – Land **13(6)**: e814.
- KLOTZ, J., WAGNER, A., FLEISCHMANN, A., RUFF, M., NIEDERBICHLER, C., SCHEUERER, M., WAGNER, I., WOSCHÉE, R., GILCK, F. & ZEHM, A. 2024: Rote Liste Bayern – Farn- und Blütenpflanzen (Gefäßpflanzen – Tracheophyta). – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.).
- KOHLER, F., VANDENBERGHE, C., IMSTEPF, R. & GILLET, F. 2011: Restoration of threatened arable weed communities in abandoned mountainous crop fields. – Restor. Ecol. **19**: 62-69.
- LANG, M., HIMMLER, D., ALBRECHT, H., SOMMER, M., MEYER, S. & KOLLMANN, J. 2022: Ackerwildkrautschutz – Leitfaden zur Umsetzung von Produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen. – Bayerische KulturlandStiftung und Technische Universität München (Hrsg.), München, 28 S.
- MARKTGEMEINDE TÄNNESBERG. o. J.: Natur.Vielfalt.Tännesberg. Biodiversitätsgemeinde. – <https://www.taennesberg.de/naturvielfalttaennesberg/biodiversitaetsgemeinde/> [Zugriff am 21.07.2025].
- MARKT TITTING. o. J.: Biodiversitäts-Strategie des Marktes Titting. –https://www.titting.de/timm/download.php?file=data/docs/downloads/mdbv_markt-titting_biodiversitaets-strategie_komprimiert.pdf [Zugriff 21.07.2025].

- MARSHALL, E.J.P. 1989: Distribution patterns of plants associated with arable field edges. – *J. Appl. Ecol.* **26**: 247-257.
- MEIEROTT, L., FLEISCHMANN, A., KLOTZ, J., RUFF, M., & LIPPERT, W. 2024: Flora von Bayern. – Haupt Verlag, Bern.
- MEYER, S., LEUSCHNER, C. & VAN ELSEN, T. 2008: Schutzäcker für die Segetalflora in Deutschland - Bestandsanalyse und neue Impulse durch das Projekt „Biodiversität in der Agrarlandschaft“. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz*, SH **21**: 363-368.
- MEYER, S., VAN ELSEN, T., GOTZWALD, F., HOTZE, C. & WEHKE, S. 2010: Monitoring-Konzept für die Entwicklung der Vegetation auf Schutzäckern. – https://segetalflora.de/wp-content/uploads/2024/04/Monitoring_Schutzaecker.pdf [Zugriff 21.07.2025].
- MEYER, S., HILBIG, W., STEFFEN, K. & SCHUCH, S. 2013: Ackerwildkrautschutz - Eine Bibliographie. – BfN-Skripten **351**. https://bfn.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/433/file/Skript_351.pdf [Zugriff 21.07.2025].
- OTTE, A., ZWINGEL, W., NAAB, M. & PFADENHAUER, J. 1988: Ergebnisse der Erfolgskontrolle zum „Ackerrandstreifenprogramm“ aus den Regierungsbezirken Oberbayern und Schwaben Jahre 1986 und 1987. – *Schr.reihe Bayer. Landesamt Umweltschutz* **84**: 161-205.
- OTTE, A., BISSELS, S. & WALDHARDT, R. 2006: Samen-, Keimungs- und Habitateigenschaften: Welche Parameter erklären Veränderungstendenzen in der Häufigkeit von Ackerwildkräutern in Deutschland? – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz*, SH **20**: 507-516.
- PYSEK, A. 1981: Differenzierung der Unkrautvegetation durch unterschiedliche Düngung mit stickstoffhaltigen Mitteln. – *Preslia* **55**: 173-179.
- RICHNER, N., HOLDEREGGER, R., LINDER, H.P. & WALTER, T. 2015: Reviewing change in the arable flora of Europe: a meta-analysis. – *Weed Res.* **55**: 1-13.
- SCHNEIDER, C., SUKOPP, U. & SUKOPP, H. 1994: Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. – *Schr.reihe Veg.kd.* **26**. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- SCHÖLLER, R.G. 2003: Hut und Hirten in Mitteleuropa. Ein soziotypologischer Abriss. – In: EIMRATH, R. et al. (Hrsg.): Auf der Hut. Hirtenleben und Weidewirtschaft. – *Schr.reihe Süddt. Freilandmus.* **2**: 11-58.
- SCHUMACHER, W. 1980: Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. – *Nat. Landsch.* **55**: 447-453.
- SIEBEN, A. & OTTE, A. 1992: Nutzungsgeschichte, Vegetation und Erhaltungsmöglichkeiten einer historischen Agrarlandschaft in der südlichen Frankenalb. – *Ber. Bayer. Bot. Ges., Beih.* **6**: 1-55.
- SIMMERING, D., WALDHARDT, R. & OTTE, A. 2003: Indikation von Pflanzenartenvielfalt in Vegetationsmustern einer Extensivlandschaft. – *Agrarspectrum* **36**: 260-261.
- SIMMERING, D., WALDHARDT, R. & OTTE, A. 2006: Quantifying determinants contributing to plant species richness in mosaic landscapes: A single- and multi-patch perspective. – *Landsc. Ecol.* **21**: 1233-1251.
- SOLE-SEÑAN, X.O., JUÁREZ-ESCARÍO, A., ANTONI CONESA, J., TORRA, J., ROYO-ESNAL, A. & RECASENS, J. 2014: Plant diversity in mediterranean cereal fields: Unraveling the effect of landscape complexity on rare arable plants. – *Agr. Ecosyst. Environ.* **185**: 221-230.
- STORKEY, J., MEYER, S., STILL, K.S. & LEUSCHNER, C. 2012: The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. – *Proc. Roy. Soc. B* **279**: 1421-1429.
- WÄLDCHEN, J., PUSCH, J. & LUTHARDT, V. 2005: Zur Diasporen-Keimfähigkeit von Segetalpflanzen. – *Beitr. Forstwirtsch. Landsch.ökol.* **38**: 145-156.
- WALTER, H. 1963: Über die Stickstoffansprüche (die Nitrophilie) der Ruderalpflanzen. – *Mitteilungen Flor.-Soz. AG NF* **10**: 56-69.
- WICKHAM, H. 2016: ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. – Springer-Verlag, New York.