

4 Der Einfluss von Blühflächen auf epigäisch lebende Arthropoden

Johannes Burmeister, Christian Wagner

4.1 Zusammenfassung/Abstract

Auf 13 Standorten in Unterfranken und Niederbayern wurden auf der Bodenoberfläche lebende Insekten und Spinnentiere (epigäische Arthropoden) erfasst. An jedem Standort wurden zwei Bodenfallen in einer Blühfläche, einem blühflächennahen und einem blühflächenfernen Maisfeld aufgestellt und von Ende Juni bis Ende August 2011 sechs Mal in zirka einwöchigen Perioden geleert. Die Untersuchung mit Bodenfallen ergab auf Blühflächen mehr Arthropodenarten als auf Maisfeldern und auf blühflächennahen Maisfeldern mehr Arten als auf blühflächenfernen. Allerdings waren diese Effekte nicht signifikant und konnten nur in der Gesamtsumme festgestellt werden. Die Aktivitätsdichte der Laufkäfer war auf den Blühflächen geringer als auf den untersuchten Maisfeldern. Trotzdem leisten Blühflächen durch ihre Funktion als Rückzugsräume, die Erhaltung von Spenderpopulationen und der Bereitstellung eines diversen Nischen- und Nahrungsangebots einen wesentlichen Beitrag zum Reichtum epigäischer Arthropoden in der Agrarlandschaft.

The influence of sown flower-rich fields on epigeic arthropods

The study investigated arthropods living above the soil surface (epigeic species) on 13 sites in Lower Franconia and Lower Bavaria. On each site two pitfall traps were established in a sown flower-rich field, in a maize field close to the sown flower-rich field and in a distant maize field. In the period from end of June to end of August 2011 the traps were emptied six times in periods of about one week. The results showed that there are more arthropod species on sown flower-rich fields than on maize fields, and also on sites close to the sown flower-rich field compared to the distant sites. However, these effects were not significant and they could only be determined in sum total. The activity of carabid beetles was lower on the sown flower-rich fields than on the maize fields investigated. Nonetheless sown flower-rich fields contribute to the wealth of epigeic arthropods in the agricultural landscape due to their function as retreat, the conservation of donor populations and the provision of diverse niches and food supply.

4.2 Einleitung

Als epigäische Arthropoden bezeichnet man die auf der Bodenoberfläche lebenden Gliederfüßer (hier: Insekten und Spinnentiere). Die Zusammensetzung der epigäischen Bodenfauna wird vorwiegend von der Struktur des Lebensraums wie der Durchlässigkeit der Vegetation, den Standortfaktoren, insbesondere der Beschaffenheit des Bodens und der Verfügbarkeit von Nahrung bestimmt. Im Vergleich zu den an Pflanzen lebenden oder blütenbesuchenden Tieren ist ihr Vorkommen in geringerem Maße von dem Pflanzenartenreichtum und dem Blütenangebot abhängig.

In Agrarlandschaften treten auf der Bodenoberfläche lebende, epigäische Arthropoden – vorwiegend Kurzflügelkäfer (Staphylinidae), Spinnen (Araneae) und Laufkäfer

(Carabidae) – häufig in hoher Dichte und Vielfalt auf. Sie sind an die durch die Bewirtschaftung verursachten dynamischen Prozesse, wie Bodenbearbeitung durch verschiedene Strategien und ihre evolutionsgeschichtliche Herkunft aus ähnlich störungsintensiven Habitaten, wie beispielsweise Flussaue, gut angepasst (THIELE 1977, WETZEL 2004). Epigäische Arten sind deswegen auch ein guter Zeiger für Änderungen der Umweltbedingungen und der Bewirtschaftung im Agrarraum. Generell besteht aber nicht unbedingt ein direkter Zusammenhang zwischen der Vielfalt einzelner Tiergruppen, wie beispielsweise der Laufkäfer, und der Vielfalt des ganzen Agrarökosystems (KOIVULA 2011).

Blühflächen sind in der Agrarlandschaft außergewöhnliche Habitate. Es findet keine Bodenbearbeitung statt und abgestorbene Vegetation verbleibt auf den Flächen (WAGNER & VOLZ 2014). Sie bieten deswegen für am Boden lebende Insekten und Spinnentiere zum einen Kleinstrukturen an, die auf Ackerflächen fehlen, und zum anderen ein vielfältiges Angebot an Nahrung. Viele Tiere sind in ihrem Lebenszyklus auch auf Rückzugsräume zum Beispiel für die Reproduktion oder die Überwinterung angewiesen. Darum spielt auch die Zusammensetzung der Landschaft und die Verfügbarkeit verschiedener „extensiver“ Habitate wie Blühflächen eine große Rolle für ihren Artenreichtum (vgl. PURTAUF et al. 2005).

Wie sich Artenreichtum und die Zusammensetzung der epigäischen Fauna von Blühflächen von Maisfeldern unterscheidet und welche Mechanismen wirken, soll hier als Ergänzung zur Auswertung der Malaisefallen dargestellt werden.

Agrarökologische Maßnahmen können neben dem Schutz der biologischen Vielfalt auch ökosystemare Dienstleistungen, wie dem regulierenden Einfluss von räuberischen Arthropoden, fördern. So kann ein nicht zu vernachlässigender Beitrag zur Schädlingsregulation im Ackerbau erbracht werden (LANDIS et al. 2000).

4.3 Material und Methoden

Für die Erfassung der epigäischen Arthropoden stellt die Bodenfalle (Barberfalle) das wohl am häufigsten verwendete Instrument dar. Die Arthropoden wurden 2011 an 13 Standorten in Bayern erfasst (WAGNER et al. 2014 in Kapitel 3). An jedem Standort wurden zwei Bodenfallen in einer Blühfläche, 20 Meter vom Rand zu einem Maisfeld entfernt (Abkürzung: BFl), zwei Bodenfallen in dem zur Blühfläche angrenzenden Maisfeld, 20 Meter vom Rand der Blühfläche entfernt (Abkürzung: Mais(nah)) und zwei Bodenfallen in einem Maisfeld, 20 Meter von dessen Rand und zirka 500 Meter von den anderen beiden Fallengruppen entfernt, installiert (Mais(fern)). Die Barberfallen hatten bei einer Öffnung von sieben Zentimetern Durchmesser eine Tiefe von neun Zentimetern und ein Dach aus Plexiglas. Sie waren mit einem Gemisch von einem Teil Glykol, drei Teilen Wasser und einem Schuss Spülmittel befüllt. Die Barberfallen waren sechsmal ungefähr eine Woche fängig (siehe WAGNER et al 2014 in Kapitel 3). Die Bestimmung der Arthropoden erfolgte durch Experten (siehe WAGNER et al 2014 in Kapitel 3)

Die statistische Auswertung der Artenzahlen und Individuensummen erfolgte mit Hilfe des Friedman-Tests (parameterfrei, verbundene Stichproben) und nachfolgendem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben mit Anpassung des p-Werts für mehrfaches Testen mit Hilfe der Methode nach HOLM (1979). Als Signifikanzniveau gilt, soweit nicht anders angegeben, $p < 0,05$. Weiter wurde ein generalisiertes lineares Modell für die Artenzahlen und Individuensummen auf den 13 Blühflächen mit den erklärenden Variablen Region (Unterfranken/Niederbayern), der Größe der untersuchten Blühfläche und der

Ackerfläche im Radius von 500 Meter angepasst. Für die Artenzahlen wurde eine Poissonverteilung für die Individuensummen eine „Quasipoisson“-Verteilung angenommen. Dargestellt werden die p-Werte des Gesamtmodells sowie der einzelnen erklärenden Variablen.

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Alle Arten (nur erster Fangzeitraum)

Insgesamt wurden in Bodenfallen im ersten Durchgang (8 Tage) 6.545 Käfer, 2.285 Spinnen (inkl. Weberknechte) und 83 Individuen sonstiger Ordnungen gefangen (Tab. 19). Die meisten Arten sowohl von Käfern als auch Spinnen wurden auf Blühflächen gefangen. Hier kamen 146 Käfer- und 33 verschiedene Spinnenarten vor. Auch wurden auf blühflächennahen Maisfeldern mit 109 Käfer- und 28 Spinnenarten mehr Arten gefangen als auf weiter von Blühflächen entfernten Maisfeldern mit 87 Käfer- und 24 Spinnenarten. *Moebelia berolinensis*, eine Zwerg-/Baldachinspinne (Linyphiidae), wurde erstmals für Bayern nachgewiesen (mdl. CHRISTOPH MUSTER). Sie wurde sowohl auf einer Blühfläche, wie auf einem blühflächennahen Maisacker in jeweils einer Bodenfalle gefunden.

Die Aktivitätsdichte zeichnet ein anderes Bild. So wurden auf Blühflächen nahen Maisfeldern mit 3.851 Individuen die höchsten Fangzahlen erreicht. Auf Blühflächen gingen über 1.000 Individuen weniger in die Fallen und auf Blühflächen fernen Maisfeldern gab es mit 2.261 gefangenen Individuen die geringste Aktivitätsdichte.

Tab. 19: Artenzahl und Individuensumme der mit Bodenfallen erfassten Tiergruppen an den 13 untersuchten Standorten im ersten Fangzeitraum vom 13.06.-20.06.2011.

	Arten			Individuen		
	Mais (fern)	Mais (nah)	Blühfläche	Mais (fern)	Mais (nah)	Blühfläche
Käfer	87	109	146	1464	2876	2205
Spinnen	24	28	33	790	958	537
Sonstige	6	13	13	7	17	59
Summe	117	150	192	2261	3851	2801

Abbildung 22 zeigt die Zuwachskurven nachgewiesener Arten bei zunehmender Zahl untersuchter Standorte. Es ist zu erkennen, dass für die 13 untersuchten Standorte noch keine Sättigung der Artenkurve erreicht wird. Bei der Beprobung weiterer Landschaftsausschnitte und einer längeren Fangperiode sind demnach noch deutlich mehr auf der Bodenoberfläche lebende Insekten und Spinnentiere zu erwarten.

Für den Artenreichtum und die Summe der gefangenen Individuen des ersten Durchgangs der Bodenfallen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Blühflächen und Maisfelder nachgewiesen (Abb. 23) (Friedman-Test jeweils $p = n.s.$). Nur auf sieben der dreizehn Blühflächen wurden in dieser kurzen Periode mehr Arten nachgewiesen als auf einem der beiden Maisfelder im selben Landschaftsraum. Auf acht Blühflächen nahen Maisfeldern war die Artenzahl höher als in von Blühflächen weiter entfernten Maisfeldern.

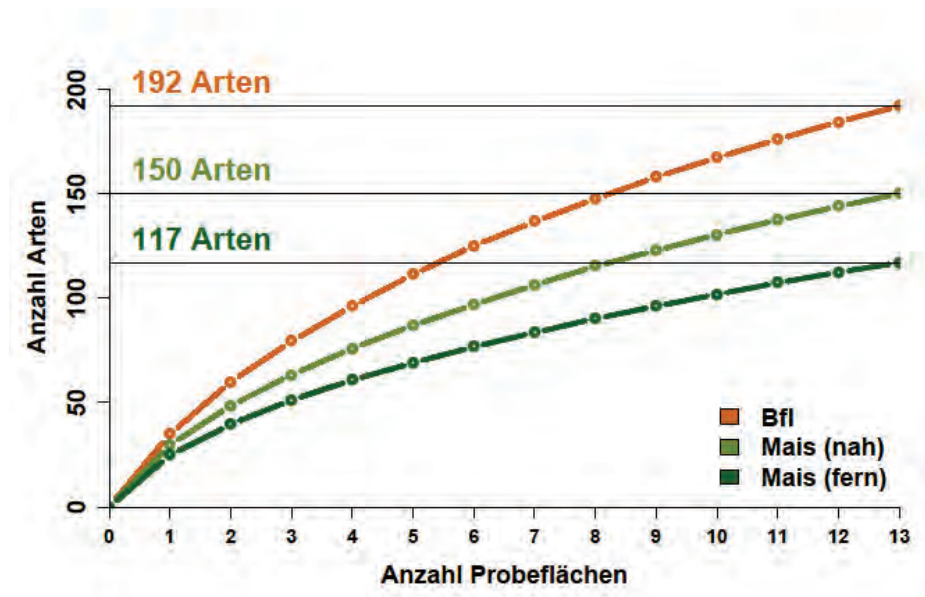


Abb. 22: Kumulative Artenkurve der Bodenfallenfänge (Insekten und Spinnentiere) für die 13 untersuchten Standorte im ersten Fangzeitraum 13.06.-20.06.2011.

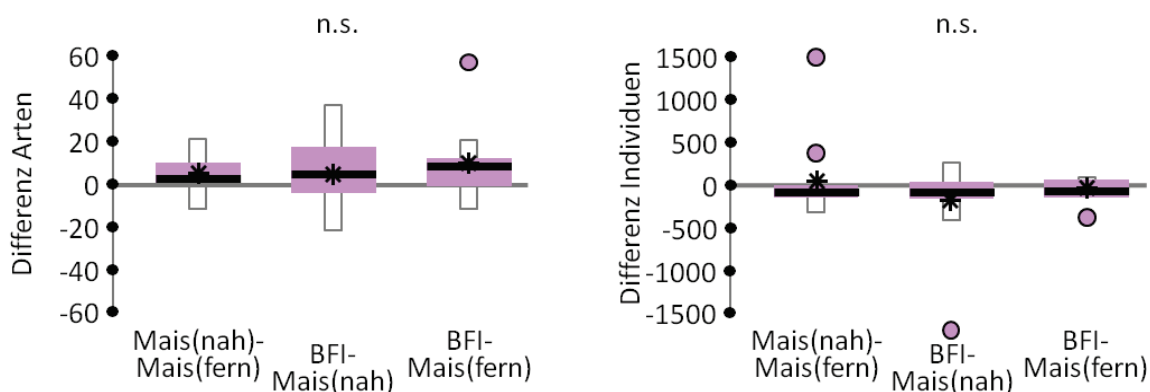


Abb. 23: Differenzen der Artenzahl und der Individuensumme der Bodenfallenfänge (Insekten und Spinnentiere) für die 13 untersuchten Standorte im Zeitraum 13.06.-20.06.2011, n.s. = Friedman-Test nicht signifikant.

Die Ergebnisse der linearen Modellierung mit den Einflussfaktoren Region (Niederbayern, Unterfranken), Größe der Blühfläche und Ackerfläche in einem Radius von 500 Meter zeigen, dass die Artenzahl auf den Blühflächen zu einem gewissen Umfang durch diese Variablen erklärt wird und sich die Größe der Blühfläche und die Intensität der Nutzung in der sie umgebenden Landschaft, gemessen in Ackerfläche im 500 Meter Radius, positiv auswirken (Tab. 20). Unterschiede zwischen den Regionen hatten keinen signifikanten Einfluss auf Artenreichtum und Individuensumme.

Tab. 20: Einfluss von Umweltvariablen (Region, Größe Blühflächen, Ackerflächen im 500 m-Radius) auf Artenreichtum und Abundanz aller Arten und Laufkäfer, $n = 13$ Blühfläche, $p =$ Modellgüte (intercept), gerechnetes Modell = glm, (+) = $p < 0,1$, + = $p < 0,05$, ++ = $p < 0,01$, + = positiver Einfluss, wenn kein Zeichen, dann nicht signifikant.

		p	Region	Größe BFI	Ackerfläche im 500 m-Radius
Alle Tiere DG1	Artenzahl	<0,001		++	+
	Individuensumme	<0,001		(+)	
Laufkäfer	Artenzahl	<0,001			
	Individuensumme	<0,001		+	

4.4.2 Laufkäfer (kompletter Fangzeitraum)

Im Gegensatz zu den übrigen Tiergruppen aus Bodenfallen liegen für die Laufkäfer Daten für die gesamte Fangperiode mit sechs Leerungen vor. Deswegen werden sie hier gesondert behandelt. Insgesamt wurden bei der Untersuchung 14.127 Laufkäfer aus 84 Arten nachgewiesen (661 Laufkäfer in 44 Arten aus Malaisefallen werden hier nicht berücksichtigt).

Trotz den Problemen mit der Fängigkeit durch Schnecken in den späteren Leerungsperioden wurden in Blühflächen die meisten Arten nachgewiesen. 66 Arten wurden auf Blühflächen gefangen, 59 auf blühflächennahen Maisfeldern und 45 auf blühflächenfernen Maisfeldern (Abb. 25 links). Die Ergebnisse sind allerdings nicht signifikant (Abb. 24, Friedman-Test, $p = n. s.$). 17 Arten wurden ausschließlich auf Blühflächen gefunden, acht Arten auf den blühflächennahen Maisäckern und vier Arten exklusive auf den blühflächenfernen Maisäckern. Die nachgewiesenen mittleren Artenzahlen sind sowohl für Blühflächen als auch für Maisfelder vergleichsweise niedrig (BFI: 16,9, Mais(nah): 16,2, Mais(fern): 14,2). Dies ist mit bedingt durch die spät einsetzende Fangperiode und die geringe Fallenzahl ($n = 2$) auf den untersuchten Feldstücken. Die Aktivitätsdichte der Laufkäfer war in den Blühflächen signifikant niedriger als in den Maisfeldern (Friedman-Test: $p = 0,002$, siehe (Abb. 24 rechts).

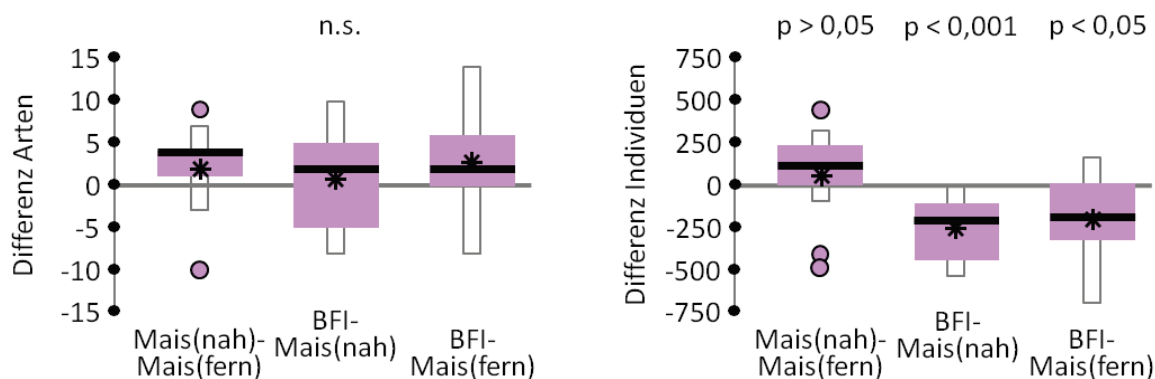


Abb. 24: Differenzen der Artenzahl und der Individuensumme der mit Bodenfallen gefangenen Laufkäfer für die 13 untersuchten Standorte, n.s. = Friedman-Test nicht signifikant.

Die Laufkäfer wurden in fünf ökologische Gruppen eingeteilt. Unter „typischen Ackerarten“ (AN) sind Laufkäfer zusammengefasst, die beinahe auf allen Äckern zu finden sind und für die der Acker einen Schwerpunkt ihrer Verbreitung darstellt. Unter den sonstigen Arten des Offenlands (OS) finden sich nicht eindeutig pflanzenfressende Arten, die auf Brachen, im Grünland oder in ähnlichen Habitaten vorkommen, zudem Arten, die auch auf Ackerflächen leben, hier aber nicht auffällig stetig sind oder in geringer Dichte auftreten. In der Gruppe der Phytophagen (PY) sind Arten, deren Nahrung auch aus Pflanzensamen und zum Teil anderen Pflanzenteilen besteht, zusammengefasst (Gattung *Amara*, *Harpalus*, *Ophonus*, *Anisodactylus*). Die Arten, die sowohl im Offenland als auch im Wald zu finden sind (WO), werden von den reinen Waldarten (WA) getrennt. Unter Wald-Offenlandarten (WO) fallen hier auch viele Arten mit einem gewissen Anspruch an die Feuchtigkeit des Habitats.

Die Laufkäfer auf Blühflächen setzten sich, im Vergleich zu den Maisfeldern, zu einem größeren Anteil aus phytophagen Tieren (PY) und Offenlandarten, die weniger häufig auf Äckern gefunden werden (OS), zusammen (Abb. 25 rechts). Nur etwa 50 Prozent der auf den Blühflächen gefangenen Individuen waren im Mittel typische Ackerarten, während auf den Maisflächen mit 80 bis 90 Prozent der Individuen die typischen Ackerarten dominierten. Allerdings wurden neun von zehn dieser Arten auch auf den Blühflächen gefunden. Auf den Maisfeldern in direkter Nachbarschaft zur Blühfläche (Mais(nah)) war noch ein leicht erhöhter Anteil phytophager Tiere im Vergleich zu Blühflächen fernen Maisäckern zu finden. Deutlich höher war jedoch die Zahl phytophager Arten auf den Blühflächen als in den Maisfeldern (Abb. 25). Bemerkenswert ist, dass auf den Blühflächen nahen Maisfeldern mehr sonstige Offenlandarten vorkamen als auf den Blühflächen. Insgesamt waren die Blühflächen durch ein ausgeglichenes Dominanzspektrum gekennzeichnet.

Bei der Untersuchung wurden 25 Arten mit Erwähnung in der Rote Liste Bayerns (LORENZ 2003) gefunden. Auf den Blühflächen wurde in der Summe mit 18 Arten und 420 Individuen die meisten Rote Liste Arten und Individuen erfasst (Tab. 21). Während die in Bayern stark gefährdeten Arten *Zabrus tenebrioides* und *Calathus ambiguus* (RL 2) ausschließlich in Maisfeldern nachgewiesen wurden, fielen bei den Blühflächen viele Arten und Individuen aus der Vorwarnstufe der Rote Liste auf. Letztendlich müssen gerade diese Tiere als Zielarten im ertragsorientiert genutzten Agrarraum angesehen werden. Hierunter fielen auch die nachgewiesenen Großlaufkäfer *Carabus cancellatus*, *Carabus violaceus* und *Carabus ulrichii*. Rechnet man den ungefährdeten *Carabus granulatus* hinzu, so war diese Gattung im Schnitt mehr als fünfmal häufiger in den Blühflächen zu finden als auf den Maisäckern (trotz z.T. eingeschränkter Fängigkeit der Fallen s.o.).

Die Ergebnisse der linearen Modellierung mit den Einflussfaktoren Region (Niederbayern, Unterfranken), Größe der Blühfläche und Ackerfläche in einem Radius von 500 Meter zeigten einen erklärenden positiven Effekt der Größe der Blühfläche auf die Individuensumme gefangener Laufkäfer (Tab. 20).

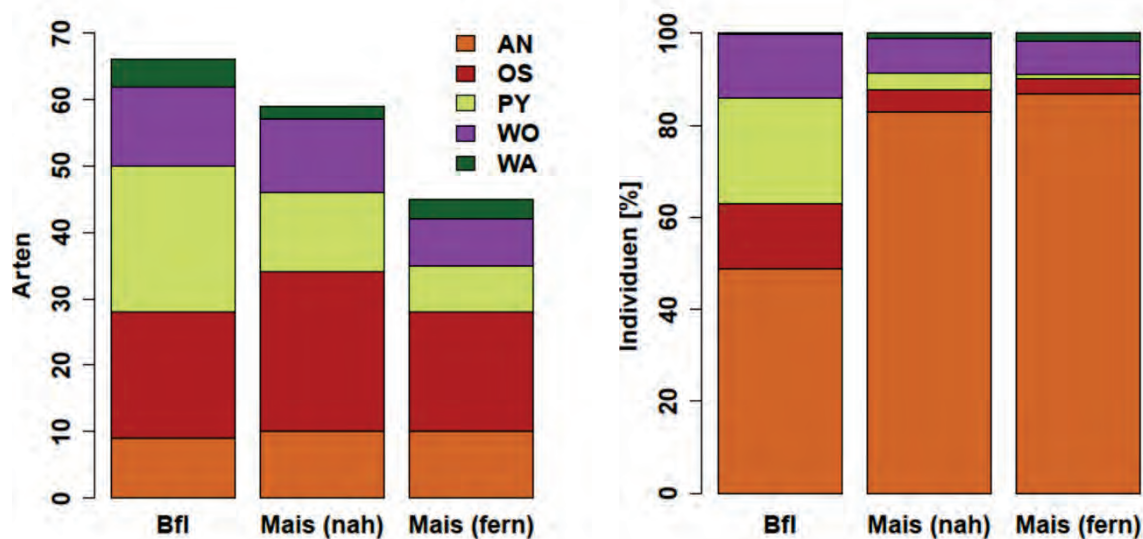


Abb. 25: LINKS: Zugehörigkeit der nachgewiesenen Laufkäferarten der Flächen zu ökologischen Gruppen (AN = „typische Ackerarten“, OS = Arten des Offenlands, PY = phytophage Arten, WO = Wald-Offenlandarten, WA = Waldarten). RECHTS: Mittlerer Anteil der ökologischen Gruppen auf den 13 Untersuchungsflächen.

Tab. 21: Arten mit Erwähnung in der Rote Liste Bayerns (LORENZ 2003), Arten/Individuen.

Rote Liste Status	Mais(fern)	Mais(nah)	Bfl
„Stark gefährdet“ 2	1/4	2/17	0/0
„Gefährdet“ 3	3/35	2/6	3/12
„Vorwarnstufe“ V	4/12	10/219	14/374
„Gefährdung anzunehmen“ G	1/2	0/0	0/0
„Datenstand defizitär“ D	0/0	1/1	1/34
Summe	9/53	15/243	18/420

4.5 Diskussion

Beim Vergleich von Bodenfallenfängen in Habitaten mit deutlich abweichender Vegetationsstruktur, wie im vorliegenden Fall Blühflächen und Maisfeldern, ist zu beachten, dass die erfasste Aktivitätsdichte auch vom sogenannten Raumwiderstand beeinflusst wird (HEYDEMANN 1957). Hohe Raumwiderstände führen zu einer niedrigen Aktivitätsdichte. Andere Faktoren wie der Ernährungszustand der Laufkäfer (CHIVERTON & SOTHERTON 1991, FORUNIER & LOREAU 2001) und die Temperaturverhältnisse (HONEK 1997) beeinflussen die Aktivität der Tiere ebenfalls und damit die Fallenfänge und deren Interpretati-

on. Die Aktivitätsdichte ist deswegen nicht mit der Siedlungsdichte gleichzusetzen. Hinzu kamen bei den vorliegenden Untersuchungen Probleme mit sehr zahlreich auftretenden Nacktschnecken auf den Blühflächen, die die „Fängigkeit“ der Fallen eventuell einseitig negativ beeinträchtigten. In gewissem Umfang ist auch die Zahl nachgewiesener Arten bei eingeschränkter Erfassungseffektivität auf den Blühflächen mit der Zahl gefangener Individuen korreliert. Trotz dieser methodischen Einschränkungen liefern Bodenfallenfänge gute Anhaltspunkte über die Zusammensetzung der Fauna und einen Anhaltspunkt für den Artenreichtum der Habitate.

4.5.1 Positiver Effekt von Blühflächen auf Artenreichtum

Hervorzuheben ist, dass die gefundenen Artenzahlen in dieser Untersuchung sowohl bei der Betrachtung der ersten nur einwöchigen Leerungsperiode als auch bei der Auswertung der Laufkäferfänge auf den Blühflächen der gesamten Untersuchung deutlich höher waren als in den Maisfeldern. Dieser Effekt war allerdings nicht signifikant. Vorsichtig lässt sich ein positiver Effekt der Blühflächen auf den Artenreichtum der Laufkäfer im Agrarraum bestätigen. Der Effekt ist umso bemerkenswerter, da bekannt ist, dass Äcker eine überraschend große Vielfalt und Zahl gut angepasster epigäischer Arthropoden beheimaten (WETZEL 2004) und auch auf den Versuchsflächen der Landesanstalt für Landwirtschaft in Castell war die größte Artenzahl in einem Acker mit Minimalbodenbearbeitung verglichen mit selbstbegrüntem Brachflächen, extensivem Getreideanbau und Kleegrasesaat zu finden (UNGER et al. 2011). Beim Vergleich von unterschiedlich bewirtschafteten Blühflächen mit einem Maisacker fanden VOLLRATH et al. (2012) die geringste Artenzahl jedoch ebenfalls im Maisfeld. Bei den Untersuchungen von Blühstreifen in Nordrhein-Westfalen (MUCHOW et al. 2007) brachte der Vergleich mit Wegrainen jeweils höhere Artenzahlen in den eingesäten Blühstreifen. Bei den Laufkäfern verzeichneten die Autoren einen deutlichen Rückgang der Aktivitätsdichte, bei gleichzeitigem Anstieg der Artenzahlen zwischen ein- und zweijährigen Blühstreifen. Hierfür kann auch die sich verändernde Vegetationsstruktur verantwortlich sein, was auch die geringe Aktivitätsdichte der Laufkäfer in den dreijährigen Blühflächen der vorliegenden Untersuchung erklären könnte. Allerdings ist es auch nicht überraschend, dass auf den Blühflächen weniger Laufkäferindividuen nachgewiesen wurden als auf den Maisfeldern, da auch andere Autoren diese Ergebnisse bestätigen. So fanden AVIRON et al. 2007, LUKA et al. 2001 und MARSHALL et al. 2006 die höchste Aktivitätsdichte von Laufkäfern in Feldern verglichen mit eingesäten Randstreifen.

Weiter bestätigt wird der positive Einfluss der Blühflächen auf den Reichtum epigäischer Arthropoden in der Agrarlandschaft durch die Tatsache, dass an Blühflächen angrenzende Maisfelder in der Summe der untersuchten Landschaftsausschnitte mehr Arten aufwiesen als die von Blühflächen weiter entfernten, wenngleich auch dies statistisch nicht signifikant war. LUKA et al. (2001) konnten diesen Effekt an Spinnen und Laufkäfern in Blühstreifen benachbarten Randbereichen von Äckern der Schweiz nachweisen. Weitere Untersuchungen mit Bodenfallen aus Europa bestätigen im Wesentlichen den positiven Einfluss von eingesäten Randstreifen auf den Artenreichtum epigäischer Arthropoden sowohl auf den Randstreifen selbst als auch auf den angrenzenden Äckern. Bezüglich der Eignung unterschiedlicher Ansaaten sind die Ergebnisse jedoch weniger deutlich (AVIRON et al. 2007, JACOT et al. 2007, MEEK et al. 2002, THOMAS & MARSHALL 199).

Auch haben zahlreiche Studien den positiven Wert von Feldrandstrukturen (inklusive Hecken) für den Artenreichtum und/oder die Individuensumme verschiedener epigäischer

Tiergruppen insbesondere den Laufkäfern gezeigt (Holland: GEIGER et al. 2009, SASKA 2007, Schweiz: ANJUM-ZUBAHIR et al. 2010, LYS & NENTWIG 1994, PIFFNER & LUKA 2000, Frankreich: FOURNIER & LOREAU 1999, ROUME et al. 2011, England: COLLINS et al. 2003, HAWTHORNE et al. 1998, MAUDSLEY et al. 2002, PYWELL et al. 2005, THOMAS et al. 1992, Ungarn: PÉTER et al. 2001 u.a.). Mit gewissen Einschränkungen lassen sich die Ergebnisse auch auf Blühflächen und -streifen übertragen. Ganz allgemein scheint für die Entfaltung der funktionalen Bedeutung der Laufkäfer auf dem Acker auch das Vorhandensein von extensiv genutzten Randstrukturen, wie sie mehrjährige Blühflächen darstellen können, als Rückzugshabitats (z. B. für die Überwinterung oder bei Bewirtschaftungsmaßnahmen) wichtig zu sein.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass Blühflächen ein ausgeglicheneres Dominanzspektrum der Laufkäfer aufweisen als Maisfelder, in denen meist die euryöke Feldart *Pterostichus melanarius* sehr dominant auftritt. Bei naturschutzfachlichen Bewertungen wird das Kriterium der Ausgewogenheit der Artenzusammensetzung oft herangezogen, da es ein Maß für die Naturnähe ist. Neben den typischen Ackerarten beheimateten Blühflächen zusätzlich mehr phytophage Laufkäferarten, also Arten, die sich zum großen Teil von Unkrautsamen ernähren. Diese Tiere strahlen von den Blühflächen aus in die umgebende Ackerflur ein. Dieser Effekt war besonders deutlich für die beiden Arten *Harpalus affinis* und *Amara aulica*. Sie traten sowohl in den Blühflächen als auch in den benachbarten Maisfeldern in größerer Dichte auf. Nicht zu vernachlässigen ist, dass entsprechende Arten durchaus durch ihre Fraßtätigkeit einen regulierenden Einfluss auf die Unkrautflora haben können (HONEK 2003, MENALLED et al. 2007). Bei den Laufkäfern stellen besonders die phytophagen Tiere häufig das entscheidende Mehr an Reichtum auf extensiv bewirtschafteten und naturnahen Flächen.

4.5.2 Eigenschaften von Blühflächen und deren Umgebung

Werden in einigen anderen Ländern eher streifenförmige Anlagen von Blühflächen gefördert, war eine Besonderheit der Blühflächen des Bayerischen Kulturlandschaftsprogramms auch die Größe der angelegten Flächen. So waren die untersuchten Blühflächen 0,5 bis 1,5 Hektar groß. Dies entspräche 10 Meter breiten Streifen von 500 bis 1.500 Metern Länge. Bemerkenswerterweise wirkt sich auch die Größe der Blühflächen positiv auf den Artenreichtum der epigäischen Arthropoden des ersten Fangzeitraums und die Aktivitätsdichte von Laufkäfern über den gesamten Fangzeitraum aus. Auf Grund der methodischen Einschränkungen (Aktivitätsdichte, kurzer Fangzeitraum) und der geringen Stichprobenzahl müsste die Bedeutung der Flächengröße weiter verifiziert werden. Es kann jedoch vermutet werden, dass stärker spezialisierte Arten von einem größeren und damit strukturell, mikroklimatisch und populationsökologisch stabileren Habitat profitieren. Hinsichtlich des Angebots von Überwinterungsquartieren und Rückzugsräumen für auf den Ackerflächen nützliche Insekten- und Spinnentiere sind streifenförmige Anlagen mit größeren Randzonen effektiv (COLLINS et al. 2003, LYS 1994, THOMAS et al. 1992).

Ein Effekt, der in der vorliegenden Arbeit nicht beantwortet werden konnte, ist der Einfluss des Alters beziehungsweise der Sukzession auf die epigäische Arthropodenfauna. Im Laufe der Entwicklung der Blühflächen nimmt der Anteil an Gräsern zu und der Anteil blühender Pflanzen ab. Dies wird zum Teil als qualitative Degeneration der Fläche betrachtet. Dennoch scheint das Alter der Flächen eine wichtige Rolle besonders für die Bodenfauna zu spielen. In Blühflächen wurden mehr überwinternde Arten und Individuen an Kurzflügel- und Laufkäfer in zwei und drei Jahre alten Blühstreifen gefunden als in Ein-

jährigen (FRANK & REICHART 2004). Der Ernährungszustand von Laufkäfern, der von wichtiger Bedeutung für den Reproduktionserfolg der Tiere ist, ist bei einigen untersuchten Laufkäferarten in älteren Blühstreifen besser als in frisch Angelegten (BARONE & FRANK 2003, FRANK et al. 2007).

Die Bedeutung des Landschaftsraums ist ein weiterer Faktor, der das Vorkommen epigäischer Arthropoden beeinflussen kann (z. B. PURTAUF et al. 2005). Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Laufkäferfauna sind auch deutlich von der untersuchten Region und deren strukturellen und standortfaktoriellen Eigenschaften abhängig. Während in Unterfranken beispielsweise seltener trocken- und wärmepräferierende Arten auftraten (z. B. *Brachinus crepitans*, *Calathus ambiguus*), fehlen diese naturgegeben in bestimmten Teilen Niederbayerns. Generell ist mit einem Effekt der Örtlichkeit auch auf kleineren Skalenebenen zu rechnen, so dass eine Verteilung von Blühflächen im Raum durchaus als positiv erachtet werden kann. So kann sowohl den unterschiedlichen Standortsansprüchen verschiedener Arten als auch der unterschiedlichen Artenausstattung verschiedener Regionen genüge getan werden (siehe auch GONGALSKY & CIVIDANES 2008).

Langfristig betrachtet sind vitale Populationen in den für sie günstigen Habitaten und Habitatkomplexen, wichtige Ausbreitungsquellen und sichern das Überleben der Tierart bei temporär oder auch länger andauernden widrigen Bedingungen. Dies trifft sowohl für Tiere zu, die uns als nützlich gelten als auch für solche, die wir auf Grund unseres Verantwortungsgefühls erhalten wollen. Blühflächen stellen ein Habitat dar, welches als Teil des Landschaftsraums ein Beitrag zur Erhaltung des Reichtums und der regulativen Funktion des Ökosystems beiträgt. Als Beispiel für die Vereinbarkeit dieser beiden Punkte können die empfindlichen Großlaufkäfer (Gattung *Carabus*) genannt werden. Sie fanden sich in dieser Untersuchung deutlich häufiger in den Blühflächen.

4.6 Literaturverzeichnis

- ANJUM-ZUBAIR, M., SCHMIDT-ENTLING, M., QUERNER, P., FRANK, T. (2010): Influence of within-field position and adjoining habitat on carabid beetle assemblages in winter wheat. – *Agricultural and Forest Entomology* 12, 301-306.
- AVIRON, S., HERZOG, F., KLAUS, I., LUKA, H., PFIFFNER, L., SCHUPBACH, B., JEANNERET, P. (2007): Effects of Swiss agrienvironmental measures on arthropod biodiversity in arable landscapes. – *Aspects of Applied Biology* 81, 101-109.
- BARONE, M., FRANK, T. (2003): Habitat age increases reproduction and nutritional condition in a generalist arthropod predator. – *Oecologia* 135, 78-83.
- CHIVERTON, P., SOTHERTON, N. (1991): The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. – *Journal of Applied Ecology* 28, 1027-1039.
- COLLINS, K., BOATMAN, N., WILCOX, A., HOLLAND, J. (2003): Effects of different grass treatments used to create overwintering habitat for predatory arthropods on arable farmland. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 96, 59-67.
- FRANK, T., REICHART, B. (2004): Staphylinidae and Carabidae overwintering in wheat and sown wildflower areas of different age. – *Bulletin of Entomological Research* 94, 209-217.

- FRANK, T., KEHRLI, P., GERMANN, C. (2007): Density and nutritional condition of carabid beetles in wildflower areas of different age. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120, 377-383.
- FORUNIER, E., LOREAU, M. (1999): Effects of newly planted hedges on ground-beetle diversity (Coleoptera, Carabidae) in an agricultural landscape. – *Ecography* 22, 87-97.
- FORUNIER, E., LOREAU, M. (2001): Activity and satiation state in *Pterostichus melanarius*: an experiment in different agricultural habitats. – *Ecological Entomology* 26, 235-244.
- GEIGER, F., WACKERS, F., BIANCHI, F. (2009): Hibernation of predatory arthropods in semi-natural habitats. – *Biological Control* 54, 529-535.
- GONGALSKY, K.B., CIVIDANES, F. (2008): Distribution of carabid beetles in agroecosystems across spatial scales – A review. – *Baltic Journal Coleopterologie* 8, 15-30.
- HAWTHORNE, A., HASSALL, M., SOTHERTON, M. (1998): Effects of cereal headland treatments on the abundance and movements of three species of carabid beetles. – *Applied Soil Ecology* 9, 417-422.
- HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. – *Verh. Dtsch. Ges. Hamburg*, 332-347.
- HOLM, S. (1979): A simple sequentially rejective multiple test procedure. – *Scandinavian Journal of Statistics* 6(2), 65-70.
- HONEK, A. (1997): The effect of temperature on the activity of Carabidae in a fallow field. – *European Journal of Entomology* 94, 97-104.
- HONEK, A., MARTINKOVA, Z., JAROSIK, V. (2003): Ground beetles (Carabidae) as seed predators. – *European Journal of Entomology* 100, 531-544.
- JACOT, K., EGGENSCHWILER, L., JUNGE, X., LUKA, H., BOSSHARD, A. (2007) Improved field margins for a higher biodiversity in agricultural landscapes. – *Aspects of Applied Biology* 81, 277-283.
- KOIVULA, M. (2011): Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. – *ZooKeys* 100, 287-317.
- LANDIS D.A., WRATTEN S.D., GURR G.M. (2000): Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. – *Annual Review of Entomology* 45, 175-201.
- LORENZ, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera: Carabidae s. l.) Bayerns. – in: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns*, 102-111.
- LUKA, H., LUTZ, M., BLICK, T., PFIFFNER, L. (1991): Einfluss von eingesäten Wildblumenstreifen auf die epigäischen Laufkäfer und Spinnen (Carabidae und Araneae) in der intensiv genutzten Agrarlandschaft "Grosses Moos", Schweiz. – *Peckiana* 1, 45-60.
- LYS, J., NENTWIG, W. (1994): Improvement of the overwintering sites for Carabidae, Staphylinidae and Aranea by strip-management in a cereal field. – *Pedobiologia* 38, 238-242.

- LYS, J. (1994): The positive influence of strip-management on ground beetles in cereal field: increase, migration and overwintering. – in: Desender, K., Dufréne, M., Loreau, M., Luff, M., Maelfait, J. (Hrsg.): *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*, Kluwer Academic Publishers, 451-455.
- MARSHALL, E.J.P., WEST, T.M., KLEIJN, D. (2006): Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113, 36-44.
- MAUDSLEY, M., SEELEY, B., LEWIS, O. (2002): Spatial distribution patterns of predatory arthropods within an English hedgerow in early winter in relation to habitat variables. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89, 77-89.
- MEEK, B., LOXTON, D., SPARKS, T., PYWELL, R., PICKETT, H., NOWAKOWSKI, M. (2002): The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. – *Biological Conservation* 106, 259-271.
- MENALLED, F., SMITH, R., DAUER, J., FOX, T. (2007): Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 49-54.
- MUCHOW, T., BECKER, A., SCHINDLER, M., WETTERICH, F. (2007): Naturschutz in Börde-Landschaften durch Strukturelemente am Beispiel der Kölner-Bucht. – Abschlussbericht zum Projekt Az. 19430 der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, 129 S.
- PÉTER, G., KÁDÁR, F., KISS, J., TÓTH, F. (2001): Role of field margin in the winter phenophase of Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in winter wheat field. – *IOBC wprs Bulletin* 24, 91-94.
- PIFFNER, L., LUKA, H. (2000): Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 215-222.
- PURTAUF, T., ROSCHEWITZ, I., DAUBER, J., THIES, C., TSCHARNTKE, T., WOLTERS, V. (2005): Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108, 165-174.
- PYWELL, R., JAMES, K., HEBERT, I., MEEK, W., CARVELL, C., BELL, D., SPARKS, D. (2005): Determinants of overwintering habitat quality for beetles and spiders on arable farmland. – *Biological Conservation* 123, 79-90.
- ROUME, A., OUIN, A., RAISON, L., DECONCHAT, M. (2011): Abundance and species richness of overwintering ground beetles (Coleoptera: Carabidae) are higher in the edge than in the centre of a woodlot. – *European Journal of Entomology* 108, 615-622.
- SASKA, P. (2007): Diversity of carabids (Coleoptera: Carabidae) within two Dutch cereal fields and their boundaries. – *Baltic Journal of Coleopterology* 7, 37-50.
- SYMONDSON, W., SUNDERLAND, K., GREENSTONE, M. (2002): Can generalist predators be effective biocontrol agents? – *Annual Review of Entomology* 47, 561-594.
- THIELE, H. (1977): *Carabid Beetles in Their Environments*. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 369 S.
- THOMAS, S., WRATTEN, S., SOTHERTON, N.W. (1992): Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and species composition. – *Journal of Applied Ecology* 29, 524-531.

- THOMAS, C., MARSHALL, E. (1999): Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 72, 131-144.
- THORBECK, P., BILDE, T. (2004): Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. – *Journal of Applied Ecology* 41, 526-538.
- UNGER, H., KUHN, G., RANFTL, H., KREUTER, T. (2011): Agrarökologische Untersuchungen auf einer langfristig bereitgestellten Ackerfläche in Castell (Kitzingen) Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere. – LfL-Information, www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_42303.pdf (aufgerufen am 6.12.2013).
- VOLLRATH, B., WERNER, A., DEGENBECK, M., ILLIES, I., ZELLER, J.M.K. (2012): Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich – eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion. – Schlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 22005308 (08NR053), Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 201 S.
- WAGNER, C., VOLZ, H. (2014): Das Projekt „Faunistische Evaluierung von Blühflächen“. – Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 1/2014, 17-32.
- WAGNER, C., HOLZSCHUH, A., WIELAND, P. (2014): Der Beitrag von Blühflächen zur Arthropodendiversität in der Agrarlandschaft. – Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 1/2014, 45-64.
- WETZEL, T. (2004): Integrierter Pflanzenschutz und Agrarökosysteme. Steinbeis Transferzentrum Integrierter Pflanzenschutz und Ökosysteme, Pausa.

