

Forschungsbericht

Nr. 167

Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft

- Feldstudien an Blütenbesuchern und Bodenarthropoden -

Matthias Schindler und Dieter Wittmann

**Institut für Nutzpflanzenkunde und Ressourcenschutz
- Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft -**

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meckenheimer Allee 172 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2285; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, Juni 2011

ISSN 1610-2460

Projektbearbeiter: Dr. agr. Matthias Schindler

Institut für Nutzpflanzenkunde und Ressourcenschutz
Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft
- Tierökologie - Melbweg 42 53127 Bonn
Tel.: 0228-910190, Fax: 0228-9101930
m.schindler@uni-bonn.de
www.tieroekologie.uni-bonn.de

Projektleitung: Prof. Dr. Dieter Wittmann

Institut für Nutzpflanzenkunde und Ressourcenschutz
Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft
- Tierökologie - Melbweg 42 53127 Bonn
Tel.: 0228-910190, Fax: 0228-9101930
wittmann@uni-bonn.de
www.tieroekologie.uni-bonn.de

Zitiervorschlag:

Schindler, M. & D. Wittmann (2011): Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft - Feldstudien an Blütenbesuchern und Bodenarthropoden - Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 167: 75 S.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	1
Abstract	3
1 Einleitung	5
2 Methoden.....	7
2.1 Das Untersuchungsgebiet	7
2.1.2 Klima	8
2.1.3 Geologie und Böden.....	8
2.1.4 Witterung im Untersuchungszeitraum	8
2.2 Die Untersuchungsflächen.....	8
2.3 Erfassung von Wirbellosen.....	10
2.3.1 Erfassung von Spinnen und Laufkäfern	10
2.3.2 Abgrenzung ökologischer Gruppen bei Laufkäfern.....	13
2.3.3 Abgrenzung ökologischer Gruppen bei Spinnen	14
2.4 Erfassung von Bienen und Tagfaltern	15
2.5 Gewinnung von Pollenproben und Pollenanalyse.....	16
2.6 Erfassung der Ackerbegleitflora.....	16
2.7 Biotoptypen- und Nutzungskartierung	17
2.8 Statistik und ökologische Indizes	17
3 Ergebnisse	19
3.1 Bodenarthropoden	19
3.1.1 Laufkäferzönosen	19
3.1.2 Spinnenzönosen.....	23
3.1.2 Spinnenzönosen.....	24
3.2 Blütenbesucher	29
3.2.1 Bienenzönosen	29
3.2.2 Tagfalterzönosen	31
3.3 Ackerbegleitvegetation.....	32
3.4 Pollenquellen der Mauerbienen.....	32
3.5 Landschaftskonfiguration	33
4 Diskussion	34
5 Schlussfolgerungen für die Praxis.....	40
6 Literatur.....	42
7 Anhang	50

Kurzfassung

Wirbellose Tiere werden direkt und indirekt durch die Bewirtschaftung von Äckern beeinflusst. Auf Laufkäfer- und Spinnenzönosen können sich beispielsweise die Bodenbearbeitung, die Struktur der Pflanzenbestände und mikroklimatische Parameter auswirken. Bei Blütenbesuchern, wie Bienen und Tagfaltern, ist die räumliche und zeitliche Verfügbarkeit geeigneter Nahrungsressourcen von Bedeutung. Bislang gibt es nur wenige Erkenntnisse darüber, wie Fruchtfolgen die Diversität von Wirbellosen Tieren auf Äckern beeinflussen.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Laufkäfer- und Spinnenzönosen sowie Bienen- und Tagfalterzönosen auf Betrieben, die an der Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ teilnehmen (AUM), sowie auf Vergleichsbetrieben (VGL) mit der für das Untersuchungsgebiet typischen, engen Fruchtfolge durchgeführt. Landwirte, die an Agrarumweltmaßnahmen teilnehmen, verpflichten sich für fünf Jahre. In Nordrhein-Westfalen zählen zu den Rahmenbedingungen für die Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ unter anderem der Anbau von mindestens fünf Feldfrüchten, ein Anteil von sieben Prozent Leguminosen in der Fruchtfolge und ein Getreideanteil von maximal 66 Prozent.

Die Untersuchungen wurden 2009 und 2010 in intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten der Zülpicher Börde in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Laufkäfer und Spinnen wurden mit Barberfallen erfasst. Verglichen wurden die Zönosen von Wintergetreide- und Hackfruchtflächen. Bei den AUM-Betrieben wurden außerdem die in die Fruchtfolge integrierten Leguminosen untersucht. Zusätzlich wurde ein Wintergetreide, ein Kartoffel und ein Klee-Gras Feld eines ökologisch wirtschaftenden AUM-Betriebes in die Untersuchungen einbezogen. Tagfalter und Bienen wurden an den Kulturgrenzen zwischen Wintergetreide und Hackfrucht entlang von Transekten erfasst. Außerdem wurde auf den Transekten die Diversität und Dichte der Ackerbegleitvegetation dokumentiert. In den Untersuchungsgebieten wurden Mauerbienenkokons in Niststationen ausgebracht. Der von den Mauerbienen in die Nester eingetragene Pollen wurde analysiert. Schließlich wurde die Flächennutzung sowie die Biotoptypen in den Untersuchungsgebieten kartiert und verschiedene Parameter der Landschaftskomposition und -konfiguration analysiert.

Insgesamt wurden 55 Laufkäferarten und 57 Spinnenarten nachgewiesen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede bei der Artenvielfalt und Aktivitätsdichte von Laufkäfern und Spinnen auf AUM- und VGL-Betrieben festgestellt. Auch bei der Zusammensetzung der unterschiedlichen ökologischen Gruppen bestanden keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Bei den Laufkäfern war die SHANNON-Diversität und Evenness auf den AUM-

Flächen geringfügig höher. Auf den Flächen des ökologisch wirtschaftenden Betriebes wurden insgesamt die meisten Laufkäfer- und Spinnenarten sowie die größte Anzahl unterschiedlicher ökologischer Typen erfasst.

Die Bienenzönosen der Ackerflächen umfassten insgesamt 24 Arten, die der Tagfalter 10 Arten. Bei Bienen wurden auf den AUM- gegenüber den VGL-Betrieben eine signifikant höhere Artendiversität und Aktivitätsdichte gemessen. Diese Unterschiede sind auf die Präsenz von Leguminosen in der Fruchtfolge der AUM-Betriebe zurückzuführen. Auch bei Tagfalter wurde auf den AUM-Betrieben eine signifikant höhere relative Aktivitätsdichte beobachtet. Auf den Flächen des ökologisch wirtschaftenden Betriebes wurden sowohl bei Bienen als auch bei Tagfaltern insgesamt die höchsten Artenzahlen erfasst.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration blühender Kulturen in die Fruchtfolge zur Förderung der lokalen Artenvielfalt beitragen kann. Bei den Leguminosen führte der Anbau von Ackerbohnen und Klee gras (mehrjähriges Ackerfutter) zumindest temporär zu einer deutlichen Verbesserung der Habitatqualität der Ackerflächen für Blütenbesucher. Mögliche Effekte der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf Laufkäfer- und Spinnenzönosen sind aufgrund deren Adaption an die spezifischen Bedingungen von Ackerhabitaten erst bei der langfristigen Verfügbarkeit neu hinzugewonnener Habitatstrukturen zu erwarten.

Um die positive Wirkung der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf wirbellose Tiere weiter zu stärken, werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Förderung des Anbaus von Körnerleguminosen. Ackerbohnen haben gegenüber Bohnen oder Erbsen eine höhere Qualität als Nahrungshabitat.
- Optimierter Einsatz von Zwischenfrüchten: Durch einen geeigneten Aussatzeitpunkt und die Verwendung bestimmter Saadmischungen könnten bei Zwischenfrüchten zusätzliche Effekte bei der zeitlichen Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen für blütenbesuchende Insekten erzielt werden.
- Förderung von mehrjährigem Ackerfutter, wie z.B. Luzerne-Klee gras. Sowohl die bessere Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen (Blütenpflanzen, Beutetiere) als auch die Bodenruhe wirken sich positiv auf wirbellose Tiere aus.
- Kombination der AUM Vielfältige Fruchtfolgen mit pflugloser Bodenbearbeitung. Eine Verringerung der Störungen des Bodens kann sich positiv auf Bodenarthropoden und bodennistende Wildbienen auswirken.

Abstract

Many invertebrates of arable fields are directly and indirectly influenced by farming. For example ground beetle and spider communities are affected by farming operations as well as vegetation structure and microclimatic conditions. Spatial and temporal availability of food resources have an impact on flower visiting insects such as wild bees and butterflies. Little is known about the influence of crop rotation on the diversity of these invertebrates.

In the present study we investigated ground beetle, spider, wild bee and butterfly communities on fields of farms participating in the agri-environmental scheme “diversified crop rotation” (DCR) as well as fields of farms cultivating narrow crop rotation (NCR). In North Rhine Westphalia participation in the agri-environmental measure “diversified crop rotation” is binding for five years. Further commitments are e.g. the cultivation of at least five different main crops, of at least seven percent of legumes and of a maximum of 66 percent of cereals.

Studies were conducted in 2009 and 2010 from April to September in the intensively managed agricultural region “Zülpicher Börde” in North Rhine-Westphalia. Ground beetles and spiders were caught with pitfall traps. We investigated ground beetle and spider communities in winter cereal fields and sugar beet fields of three DCR-farms and seven NCR-farms as well as legume fields of DCR farms. Altogether 17 winter cereal fields, 17 sugar beet fields and 6 fields with legumes were examined. In addition a winter cereal, a potatoe and a clover-grass field of an organic DCR farm (Demeter) with diversified crop rotation was studied. Wild bees and butterflies were recorded at transects at the boundary between root crops and winter cereal fields as well as at transects at the adjacent boundary ridges. Different legume fields of DCR farms were also investigated. Diversity and abundance of herbs at the different transects were documented. Furthermore trap nests with mason bees were established in order to analyse the diversity of pollen in their brood cells. Different landscape parameters were recorded by biotope mapping in the surrounding of the trap nests and in the surrounding of the pitfall traps.

In total 55 ground beetle species and 57 spider species were recorded. We found no significant differences in species richness of ground beetles and spiders between DCR and NCR fields. A weak increasing effect on ground beetle diversity (H_s) was detected on DCR fields whereas spider diversity (H_s) was slightly higher on NCR fields. The comparison of ground beetle and spider richness of different ecological groups revealed no significant differences. Highest species richness of ground beetles and spiders was found on the organic fields.

We recorded 24 wild bee species and 10 butterfly species at the study sites. Species richness as well as activity density of wild bees was significantly higher on DCR fields compared to NCR fields. Studies on butterflies revealed a significantly higher activity density. These effects are attributed to the presence of legumes in the crop rotation of the DCR farms. Legumes such as field beans can temporarily improve the habitat quality of fields. Highest species richness of wild bees and butterflies was recorded on the organic fields.

Results indicate a positive impact of legumes on the local diversity of flower visiting insects in intensively managed agricultural regions. Particularly the cultivation of field beans and legume-grass mixtures can increase the quality of fields as foraging habitat. Effects of the agri-environmental measure “diversified crop rotation” on ground beetles and spider communities are to be expected only after a long cultivation period of diversified crop rotations. Ground dwelling arthropods are well adapted to the specific conditions in arable fields. Therefore only a long-term availability of new habitat structures might affect the communities of ground beetles and spiders.

We suggest additional measures to improve the effects of the agri-environmental measure “diversified crop rotation” on invertebrates:

- Promoting the cultivation of certain grain legumes: field beans provide a higher quality as foraging habitat in contrast to bush beans and peas.
- Optimised cultivation of catch crops: a suitable date of sowing as well as an appropriate mixture of plant species can increase the spatial and temporal availability of food resources.
- Promoting perennial forage legumes such as legume-grass mixtures: the increased availability of food resources (e.g. pollen and nectar, prey) as well as the undisturbed soil can have a positive impact on the diversity of invertebrates.
- Combination of the agri-environmental measure “diversified crop rotations” with non-tillage farming practices: reduced soil disturbance can positively affect the diversity of ground dwelling arthropods and fossorial wild bees.

1 Einleitung

Die Agrarumweltmaßnahme (AUM) „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ wird seit 2003 in Nordrhein-Westfalen angeboten. Der Umfang der geförderten Fläche liegt derzeit bei rund 70.000 ha (MKULNV 2011). Ziel ist es, den Umfang an Ackerflächen, auf denen vielfältige Fruchtfolgen angebaut werden bis 2013 auf 90.000 ha auszuweiten (MKULNV 2009). Die Schwerpunktgebiete dieser Maßnahme befinden sich vor allem in den intensiven Ackerbauregionen Nordrhein-Westfalens (vgl. FAL 2005, vTI & ENTERA 2010).

Mit der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolge“ werden Ackerbaubetriebe gefördert, die zusätzliche Kulturen in ihre Fruchtfolgen aufnehmen. Hierdurch soll unter anderem die Feldflur als Lebensraum für Flora und Fauna verbessert werden (MUNLV 2004). Für die AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ ist in Nordrhein-Westfalen folgender Rahmen vorgegeben (Richtl. zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung, 4.6.2007):

- Auf der Ackerfläche des Betriebes mit Ausnahme der stillgelegten Ackerfläche müssen mindestens fünf verschiedene Hauptfruchtarten angebaut werden.
- Außer bei Leguminosen oder Leguminosengemengen wird je Hauptfruchtart ein Mindestanteil von 10 Prozent der Ackerfläche eingehalten und ein Anteil von 30 Prozent der Ackerfläche nicht überschritten.
- Der Getreideanteil von zwei Dritteln der Ackerfläche wird nicht überschritten.
- Gemüse und andere Gartengewächse werden auf maximal 30 Prozent der Ackerflächen angebaut.
- Auf mindestens 7 Prozent der Ackerfläche werden Hauptfruchtarten angebaut, die aus Leguminosen oder einem Gemenge bestehen, das Leguminosen enthält.
- Nach Leguminosen ist eine über Winter bleibende Folge- oder Zwischenfrucht anzubauen, die über Winter den Boden bedeckt.
- Werden mehr als 5 Hauptfruchtarten angebaut und wird der Mindestanteil einer oder mehreren Hauptfruchtarten nicht erreicht, können Hauptfruchtarten zusammengefasst werden.

Obwohl die möglichen Effekte für den floristischen Artenschutz eher unbedeutend sind, werden positive Effekte der AUM beispielsweise bei wirbellosen Tieren erwartet (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007). Neben der Förderung der Biodiversität sind hierbei unter anderem auch die Stärkung der Regulationsfunktionen in Agrarökosystemen von Bedeutung (z.B. ALTIERI 1999, GURR et al. 2003 PLACHTER et al. 2005). So können durch die Förderung der Populationen bestäubender Insekten oder natürlicher Gegenspieler von Schädlingen Ertrag und Qualität

von Nutzpflanzen gesteigert werden (z.B. THIES & TSCHARNTKE, 1999, ALTIERI & NICHOLLS 2004).

In verschiedenen wissenschaftlichen Einzelarbeiten wurde bislang die Zusammensetzung von Wirbellosengruppen in Beständen bestimmter Kulturpflanzenarten untersucht (s. Ref. in SCHINDLER & SCHUMACHER 2007). Aus diesen Arbeiten lassen sich Schlüsselfaktoren ableiten, die für die Besiedlung von Ackerhabitaten durch Wirbellose von Bedeutung sind. Für Spinnen- und Laufkäferzönosen werden vor allem die Bodenstruktur, Vegetationsstruktur, das Mikroklima und das Beutespektrum als determinierende Faktoren für das Vorkommen in Nutzpflanzenbeständen genannt. Die Besiedlung von Ackerhabitaten durch phytophage Insekten, wie z.B. Tagfalter und Bienen, wird durch die Präsenz geeigneter Nahrungspflanze für die Raupen bzw. die Verfügbarkeit geeigneter Pollen- und Nektarpflanzen beeinflusst. Auch die zeitliche Stabilität der Reproduktionshabitate ist für Tagfalterraupen von Bedeutung, Bienen sind auf die Verfügbarkeit von Trachtpflanzen in der Nähe der Nisthabitate angewiesen. Kaum Beachtung bei den bisherigen Arbeiten fand bislang die Frage, welchen Effekt unterschiedliche Fruchtfolgen auf die Diversität von Zoozönosen auf Ackerstandorten haben. Es gibt bislang nur wenig umfassende Studien über die Zusammensetzung von Wirbellosen-Zönosen unter unterschiedlichen Bewirtschaftungsregimen. Für die Bewertung und Weiterentwicklung der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ in Nordrhein-Westfalen stehen daher bislang nur unzureichend Ergebnisse aus feldökologischen Untersuchungen zur Verfügung, die als Referenzwerte herangezogen werden können.

Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Auswirkungen der Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ gegenüber vereinfachten Fruchtfolgen in Nordrhein-Westfalen zu analysieren. Es sollte überprüft werden, ob sich eine Diversifizierung der Fruchtfolgen positiv auf die Lebensraumqualität von Äckern auswirkt. Hierzu wurde auf unterschiedlichen trophischen Ebenen (phytophage und carnivore Wirbellose) die Diversität und Zusammensetzung von Wirbellosen-Zönosen untersucht. Mögliche Einflussfaktoren auf die Ausprägung der Zönosen sollten unter Berücksichtigung von Landschaftsparametern bestimmt werden. Auf der Basis der Ergebnisse sollten Vorschläge zur Weiterentwicklung der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ gemacht werden.

2 Methoden

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungsflächen liegen in der Zülpicher Börde in den Landkreisen Düren und Euskirchen (s. Abb. 1). Die Zülpicher Börde befindet sich in Nordrhein-Westfalen und erstreckt sich von der Eifel im westlichen Teil bis zur Ville und dem Erftgraben im Osten (ZENSES 1995). Südlich reicht sie bis zum unteren Mittelrheintal, im Norden geht sie in das Niederrheinische Tiefland über (DUMBECK 2009). Das Bördegebiet weist ein von Süden nach Nordosten abfallendes Relief auf, welches durch die Haupt- und Mittelterrassen geprägt wird. Es befindet sich auf 100-200 m ü. NN und bildet den westlichen Teil der Großlandschaft „Niederrheinische Bucht“ (ARNDT 1980). Die Zülpicher Börde wird durch die ackerbauliche Nutzung geprägt (ZENSES 1995). Feldgehölze oder Hecken treten nur vereinzelt auf. Der Anteil an Grünland ist ebenfalls gering, Waldflächen befinden sich in Bereichen mit fehlender Lössauflage (DINTER 1999).

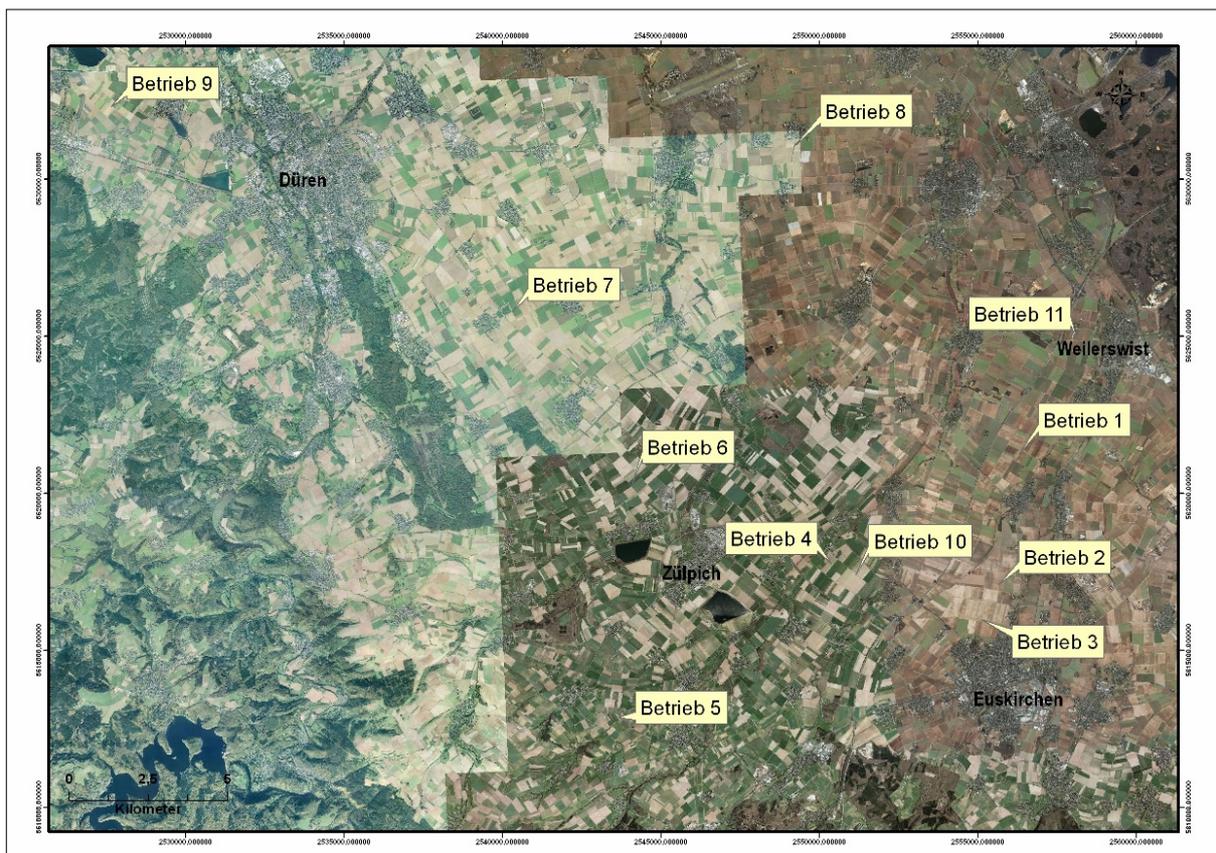


Abb. 1: Luftbild mit Kennzeichnung der Lage der Betriebe (Untersuchungsjahr 2009: Betrieb 1 bis 9, Untersuchungsjahr 2010: Betrieb 1 bis 7, 9, 10, 11).

2.1.2 Klima

Der Kreis Euskirchen befindet sich im subatlantisch-atlantischen Klimabereich mit milden Wintern und warmen Sommern. Die Jahresmitteltemperatur in der Zülpicher Börde liegt über 9 °C. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen meist weniger als 600 mm (DINTER 1999). Durch den Leeseiteneffekt der Eifel im Regenschatten der Ardennen können jährliche Schwankungen von 300 mm auftreten. Das Gebiet lässt sich daher auch als Wassermangelgebiet einstufen (CRAMER 2006)

2.1.3 Geologie und Böden

Das Ausgangsgestein der Niederrheinischen Bucht bilden Gesteine des Devons und des Karbons. Beim Ausgangsmaterial der Bodenbildung handelt es sich in der Zülpicher Börde um Löss. Die Lössdecken weisen durchschnittliche Mächtigkeiten von 1-2 m auf (CRAMER 2006). Hier haben sich überwiegend tiefgründige, nährstoffreiche Parabraunerden mit bis zu 90 Bodenpunkten (Ackerschätzungsrahmen) entwickelt. Außerdem treten im Gebiet Braunerden sowie nährstoff- und basenreiche Auenböden auf.

2.1.4 Witterung im Untersuchungszeitraum

Der Beginn der Untersuchungen war in 2009 und 2010 durch eine Periode mit vergleichsweise hohe Temperaturen und geringen Niederschlägen geprägt. In den Sommermonaten wurden in beiden Untersuchungsjahren im Juli höhere Niederschlagsmengen registriert. Im Untersuchungsjahr 2010 zeichnete sich der Monat Juni durch eine sehr warme und niederschlagsarme Witterungsperiode aus. (s. Abb. I, Anhang).

2.2 Die Untersuchungsflächen

Die Untersuchungen wurden im Jahr 2009 auf 9 landwirtschaftlichen Betrieben, im Jahr 2010 auf 10 Betrieben durchgeführt (s. Abb. 1). Vier Betriebe, einschließlich eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes, nahmen an der Agrarumweltmaßnahme „Vielfältige Fruchtfolge“ teil (AUM-Betriebe). Die übrigen Betriebe werden in der vorliegenden Studie als „Vergleichsbetriebe“ (VGL-Betriebe) bezeichnet. Die Auswahl der Untersuchungsflächen wurde in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Suchräume mit potentiell geeigneten Flächen wurden über Luftbilder und den Feldblock-Finder NRW identifiziert. Für die weitere Auswahl der Betriebsflächen wurden folgende Kriterien festgelegt:

- Teilnahmezeitraum der Betriebe: seit 2003 bzw. 2004 bis 2013
- Betriebsflächengröße mind. 50 ha
- Entfernung der Bienenstationen zu Siedlungsstrukturen mind. 500 m

Nachfolgend werden die an dieser Untersuchung teilnehmenden Betriebe kurz charakterisiert:

Betrieb 1

Der Betrieb befindet sich bei Bodenheim (138 m ü. NN) in der Gemeinde Weilerswist. Es handelt sich um einen reinen Ackerbaubetrieb mit einer Gesamtgröße von 225 ha. Die Böden im Gebiet bestehen überwiegend aus Braunerden (z.T. pseudovergleyt) aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse. Betrieb 1 nimmt seit 2003 an der AUM teil.

Betrieb 2 und Betrieb 3

Beide Betriebe befinden sich bei Euskirchen (ca. 155 m ü. NN). Die Flächen dieser Ackerbaubetriebe umfassen 175 ha (Betrieb 2) bzw. 150 ha (Betrieb 3). Vorherrschende Böden sind Braunerden aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse (z.T. schwach pseudovergleyt). Betrieb 2 nimmt seit 2003, Betrieb 3 seit 2004 an der AUM teil.

Betrieb 4

Der biologisch-dynamisch wirtschaftende Betrieb (Demeter) befindet sich bei Zülpich (ca. 158 m ü. NN). Es handelt sich um einen Gemischtbetrieb, der neben Ackerbau auch Milchviehwirtschaft betreibt. Die Gesamtgröße beträgt 195 ha (133 ha Ackerland und 62 ha Grünland). Die Böden bestehen überwiegend aus Braunerden (z.T. pseudovergleyt) aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse. Betrieb 4 nimmt seit 2004 an der AUM teil.

Betrieb 5

Die Untersuchungsflächen des Betriebes befinden sich bei Mechernich (192 m ü. NN). Der Gemischtbetrieb betreibt neben Ackerbau auch Mutterkuhhaltung (90 Mutterkühe mit Nachzucht). Die Gesamtgröße beträgt 142 ha (82 ha Ackerland und 24 ha Grünland). Die vorherrschenden Böden sind Braunerden aus umlagertem Lösslehm über Eifelschottern und in kleinerem Umfang Semigleye und Gleye aus Löss- und Triasmaterial.

Betrieb 6

Die Flächen des Ackerbaubetriebes befinden sich bei Vettweiß, in der Nähe von Zülpich (157 m ü. NN). Insgesamt werden 51 ha bewirtschaftet. In diesem Gebiet sind Löss-Parabraunerden aus tonigem Schluff die vorherrschende Bodenart.

Betrieb 7

Die Untersuchungsflächen des Betriebes befinden sich bei Jakobwüllesheim (140 m ü. NN) in der Gemeinde Vettweiß. Der Ackerbaubetrieb hat eine Gesamtgröße von 215 ha. Die vorherrschenden Böden sind Braunerden aus Löss über Eifelschottern.

Betrieb 8

Die Flächen des Betriebes befinden sich bei Wissersheim (107 m ü. NN), in der Gemeinde Nörvenich. Es handelt sich um einen reinen Ackerbaubetrieb, der eine Gesamtfläche von 100 ha aufweist. Die vorherrschenden Braunerden aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse sind teilweise schwach pseudovergleyt.

Betrieb 9

Der Gemischtbetrieb (Ackerbau und Milchviehwirtschaft) befindet sich zwischen Geich und Echtz (107 m ü. NN) im Landkreis Düren. Die Gesamtfläche umfasst 93 ha (80 ha Ackerland und 13 ha Grünland). Die vorherrschenden Böden sind Braunerden aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse.

Betrieb 10

Die Flächen dieses Betriebes befinden sich bei Frauenberg (158 m ü. NN) in der Nähe von Zülpich. Es handelt sich um einen reinen Ackerbaubetrieb. Die vorherrschenden Böden sind Braunerden aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse.

Betrieb 11

Dieser Betrieb befindet sich bei Weilerswist. Es handelt sich um einen reinen Ackerbaubetrieb. Die vorherrschenden Böden sind Braunerden aus Löss über Kies und Sand der Hauptterrasse.

2.3 Erfassung von Wirbellosen

Die Erfassung von Laufkäfern, Spinnen, Bienen und Tagfaltern erfolgte 2009 auf drei Betrieben, die an der Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ teilnahmen (AUM-Betriebe) und auf fünf Vergleichsbetrieben. Im Jahr 2010 wurden die Untersuchungen auf drei AUM- und sechs Vergleichsbetrieben durchgeführt. In beiden Untersuchungsjahren wurde zusätzlich ein ökologischer Betrieb einbezogen, der an der AUM-Maßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ teilnahm. Die Ergebnisse dieses Betriebes wurden bei der Auswertung nicht der Gruppe der AUM-Betriebe zugeordnet, sondern als „Referenzwert“ dargestellt.

2.3.1 Erfassung von Spinnen und Laufkäfern

Laufkäfer und Spinnen wurden mit Barberfallen erfasst (vgl. BARBER 1931, STAMMER 1948). Die Barberfallen-Methode beruht auf dem Prinzip, dass laufaktive Arthropoden zufällig in die ebenerdig versenkten Fallen geraten und in einer Konservierungsflüssigkeit abgetötet werden. Bei der Erfassung mit Barberfallen wird die Aktivitätsdichte der entsprechenden Organismen ermittelt.

Auf den Versuchsflächen wurden sechs Fallen mit einem Meter Abstand eingegraben (s. Abb. 3). Die Fallen wurden mit 30 m Abstand zum Vorgewende und 30 m Abstand zur angrenzenden Kultur aufgestellt und die Standorte mit Vierkanthölzern mit rot markierter Spitze gekennzeichnet. Bei den AUM-Betrieben wurde jeweils ein Wintergetreide- (WG), ein Hackfrucht- (HF, Zuckerrüben), und ein Leguminosenschlag (LG, Ackerbohnen, Erbsen/Buschbohnen) untersucht, bei den Vergleichsbetrieben ein Wintergetreide- und ein Hackfruchtschlag (Zuckerrüben). Bei dem ökologischen Betrieb wurden Fallen in einem Wintergetreide-, einem Hackfrucht- (Kartoffeln) und einem Luzerne-Klee gras Feld aufgestellt.



Abb. 3: Anordnung der Bodenfallen auf den Versuchsflächen (hier Zuckerrüben).

Die verwendeten Barberfallen bestanden aus einem handelsüblichen Honigglas (H 9 cm, \varnothing 7,5 cm). Die Gläser wurden in ein PVC-Rohr gesetzt und mit einem Schraubdeckel mit Loch versehen (s. Abb. 2). Um Kleinsäuger zu schützen und Regen abzuhalten, wurde eine Abdeckung aus Plexiglas verwendet, die mit geringem Abstand (ca. 2 cm) zur Falle angebracht wurde. Beim Beginn des Erfassungsintervalls wurden ca. 250 ml eines Glykol-Wasser-Gemisches (Verhältnis 1:1) in die Gläser gefüllt sowie Agepon zur Reduktion der Oberflächenspannung hinzu gegeben. Die Fallen wurden wöchentlich geleert (s.u.) und anschließend mit neuer Fangflüssigkeit gefüllt. Nach der zweiten Leerung wurden die Fallen bis zu Beginn des nächsten Intervalls verschlossen. Die für die Erfassung notwendigen artenschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigungen lagen vor (Untere Landschaftsbehörde Kreis Euskirchen, Untere Landschaftsbehörde Kreis Düren).

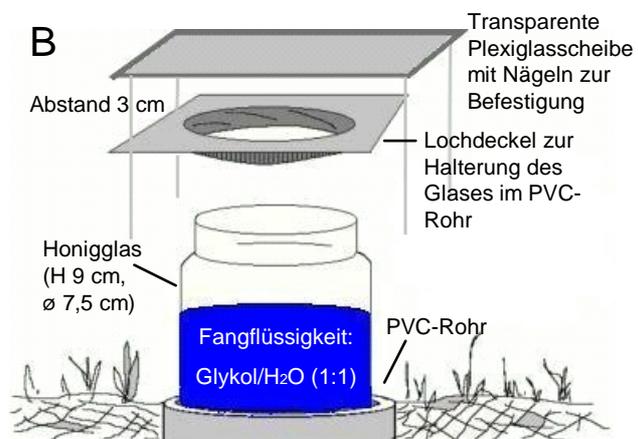


Abb. 2: Konstruktion der Barberfallen. A: Aufsicht, B: Schematischer Aufbau, seitliche Ansicht.

Fangperiode

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich 2009 über vier Erfassungsintervalle mit jeweils 14 Tagen, in 2010 über drei Erfassungsintervalle mit jeweils 14 Tagen (s. Tab. 1). Der Abstand zwischen den einzelnen Intervallen betrug ca. vier Wochen. Die Erfassungen wurden in den Monaten April bis Juli durchgeführt, das vierte Erfassungsintervall in 2009 im September.

Tab. 1: Erfassungsintervalle in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010.

		Beginn	1. Leerung	2. Leerung
2009	1. Intervall	16.04.	23.04.	30.04.
	2. Intervall	28.05.	04.06.	11.06.
	3. Intervall	02.07.	09.07.	16.07.
	4. Intervall	11.09.	18.09.	25.09.
2010	1. Intervall	23.04.	30.04.	07.05.
	2. Intervall	28.05.	04.06.	11.06.
	3. Intervall	06.07.	13.07.	20.07.

Präparation und Determination

Die aus den Bodenfallen entnommenen Spinnen und Laufkäfer wurden sortiert, gereinigt und in PE-Flaschen mit 75%-igem Alkohol überführt. Anschließend wurden die Individuen unter einem Binokular (10 bis 100-fache Vergrößerung) bestimmt. Bei den Laufkäfern erfolgte eine Bestimmung bis auf Artniveau. Hierbei wurde nicht zwischen Männchen und Weibchen unterschieden. Spinnen wurden nach ihrem Geschlecht unterschieden. Es erfolgte außerdem eine Unterscheidung zwischen Adulten und Juvenilen, da juvenile Spinnentiere im Rahmen dieser Studie nicht bestimmt werden konnten. Laufkäfer wurden mit Hilfe der Bestimmungsliteratur von FREUDE, HARDE, LOHSE (1964-1989), TRAUTNER & GEIGENMÜLLER (1987), DJN (2000) sowie BROHMER (2002) determiniert. Die Bestimmung der Spinnen erfolgte nach HEIMER & NENTWIG (1991), Roberts (1985, 1995) sowie BÄHRMANN (1995). Angaben zur Lebensweise und Ökologie der Arten folgen TRAUTNER & GEIGENMÜLLER (1987), WACHMANN, PLATEN, BARNDT (1995), ROBERTS (1995, 1996) sowie BELLMANN (2001).

Die Determinationsergebnisse einiger *Amara*-, *Harpalus*- und *Calathus*-Arten wurden von Herrn Jochen Weglau (Köln) überprüft. Taxonomisch schwierige Spinnenarten wurden von Herrn Dr. Martin Kreuels (Münster) nachbestimmt.

2.3.2 Abgrenzung ökologischer Gruppen bei Laufkäfern

Lebensraumtypen

Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) treten in fast allen Biotoptypen auf (WACHMANN et al. 1995). Sowohl biotische (z. B. Konkurrenz, Nahrung) als auch abiotische Faktoren (Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Bodentyp) sind entscheidend für die Anpassung der Laufkäfer an einen bestimmten Lebensraum (HOFELD 1963, THIELE 1964, THIELE 1977, BASEDOW 1987, BARNDT et al. 1991). Bestimmten Laufkäferarten kann eine eindeutige Habitatpräferenz zugeordnet werden. Sie können an Offenland, Wälder, Feuchtigkeit oder Trockenheit angepasst sein, so dass man sie gut in ökologische Typen (nach BARNDT et al. 1991) gliedern kann.

Überwinterungstypen

Der Reproduktionserfolg und die Entwicklungsdauer werden ebenfalls stark von biotischen und abiotischen Faktoren und dem daraus resultierenden physiologischen Optimum beeinflusst (WACHMANN et al. 1995). Laufkäfer verfolgen zwei wesentliche Reproduktionsstrategien (nach LARSSON 1939 und LINDROTH 1945). Sie produzieren ihre Eier entweder im Frühjahr und zu Beginn des Sommers, sodass sie als adulte Tiere überwintern (Imaginalüberwinterer, Frühlingsfortpflanzer) oder die Begattung und Eiablage findet im Herbst statt, sodass sie als Larve überwintern (Larvalüberwinterer, Herbstfortpflanzer). Folglich sind verschiedene Arten zu unterschiedlichen Jahreszeiten aktiv.

Nahrungstypen

Die meisten Laufkäfer leben räuberisch (carnivor). Sie ernähren sich unter anderem von Invertebraten, Gastropoden und Arthropoden. Manche Laufkäfer sind Allesfresser (omnivor) und nur wenige sind reine Pflanzenfresser (herbivor) (WACHMANN et al. 1995). Letztere bevorzugen Samen von Gräsern und Kräutern sowie Pollen als Nahrung (TRAUTNER & GEIGENMÜLLER 1987, TRAUTNER 1991). Der Übergang von zoophager zu phytophager Ernährungsweise ist allerdings fließend und eine eindeutige Zuordnung der jeweiligen Arten in eine dieser Gruppen oft nicht möglich (THIELE 1977). Eine Zuordnung erfolgt in dieser Arbeit daher auf der Basis von Nahrungspräferenzen (nach WACHMANN et al. 1995).

Mobilitätstypen

Laufkäfer haben verschiedene Methoden entwickelt, um sich fortzubewegen. Einige Arten besitzen keine Flügel und können sich nur laufend fortbewegen (brachypter), andere sind flugfähig (macropter). Außerdem treten dimorphe Arten auf, die potentiell flugfähig sind, sich aber auch auf dem Boden fortbewegen (BARNDT et al. 2006). Flugfähige Arten können am

schnellsten neue Lebensräume besiedeln und stellen daher meist die Pioniere bei der Erstbesiedlung von Lebensräumen dar (LINDROTH 1945). Brachyptere Arten treten vor allem in Waldgebieten auf (BARNDT et al. 2006).

Größenklassen

Zwischen den Laufkäferarten gibt es zum Teil erhebliche Unterschiede in der Körpergröße. Das Vorkommen unterschiedlicher Größenklassen hängt stark von der Nutzungsintensität in den betroffenen Lebensräumen ab. Die Einteilung in Körpergrößenklassen (s. Tab. 2) erfolgt nach HEYDEMANN (1964). Ausschlaggebend für die Zuordnung war die in MÜLLER-MOTZFELD (2004) angegebene Maximalgröße der Arten.

Tab. 2: Einteilung der Größenklassen (nach HEYDEMANN 1964).

Größenklasse	Körpergröße
1	0 - 3 mm
2	3,1 - 6 mm
3	6,1 - 10 mm
4	10,1 - 19 mm
5	19,1 - 30 mm
6	> 30 mm

2.3.3 Abgrenzung ökologischer Gruppen bei Spinnen

Lebensraumtypen (Mikrohabitate)

Spinnen (Arachnida, Araneae) sind stark an ihr Biotop gebunden. Jede Spinnenart hat bestimmte, durch abiotische Gegebenheiten beeinflusste Präferenzbereiche, in denen sie sich optimal reproduzieren kann. Die Kleinlebensräume werden als Mikrohabitate bezeichnet. Es handelt sich hierbei um die unmittelbaren Aufenthaltsräume (Verstecke, Netzanknüpfungsräume etc.) der Spinnen (KREUELS & PLATEN 1999). Sie beziehen sich auf Bereiche von einigen mm² bis cm² (MELZER-GEIBLER 2003). Durch diese starke Bindung an ein Habitat können sie gut in ökologische Typen eingeteilt (nach PLATEN et al. 1991) sowie Mikrohabitaten (MARTIN 1991) zugeordnet werden.

Pflanzenformationstypen

Das Vorkommen vieler Spinnenarten wird durch bestimmte strukturelle Parameter bestimmt. Beispielsweise können Spinnenarten in so genannte Pflanzenformationstypen (nach PLATEN et al. 1999) eingeteilt werden.

Aktivitätstypen

Der Aktivitätstyp gibt die Jahreszeit an, in der die adulten und juvenilen Tiere in ihrem optimalen Lebensraum anzutreffen sind. Die Aktivitätszeit von stenochronen Arten erstreckt sich über höchstens drei Monate. Eurychrone Arten sind das ganze Jahr über aktiv. Eine Ausnahme stellen die diplochronen Arten dar, die zwei Aktivitätsmaxima im Jahr aufweisen (PLATEN et al. 1991).

Größenklassen

Die Körpergröße gibt Auskunft über den Zustand eines Habitates (HEYDEMANN 1964). So fand SCHAEFER (1973) kleine Spinnen eher an gestörten Standorten. Die Einteilung in Körpergrößenklassen (s. Tab. 3) folgt PLATEN et al. (1991). Bei der Zuordnung wurde die Maximalkörpergröße der männlichen Individuen berücksichtigt (s. HEIMER & NENTWIG 1991).

Tab. 3: Einteilung der Größenklassen (GK) bei Spinnen (nach Platen et al. 1991).

Größenklasse	Körpergröße
1	< 2,0 mm
2	2,0 bis 4,9 mm
3	5,0 bis 9,9 mm
4	> 9,9 mm

2.4 Erfassung von Bienen und Tagfaltern

In den Jahren 2009 und 2010 wurden in den Untersuchungsgebieten von April bis August die Tagfalter- und Bienenzönosen untersucht. Hierbei wurden entlang von Transekten (ca. 100m Länge, 1 m Breite) an den Kulturgrenzen (Getreide: Hackfrucht) während 30 minütiger Begehungen das Artenspektrum an Bienen und Tagfalter und deren Aktivitätsdichte erfasst. Außerdem wurden Transektbegehungen auf Leguminosenflächen (Ackerbohne, Erbse, Buschbohne, Klee gras) der AUM-Betriebe durchgeführt.

Präparation und Determination

Tagfalter, Honigbienen und Hummeln wurden im Gelände lebend bestimmt und die Aktivitätsdichte per Strichliste dokumentiert. Bei den anderen Bienen wurden Belegexemplare mit einem Handkescher gefangen und mit Essigsäureethylether abgetötet. Diese Tiere wurden im Labor mit einer Stereolupe bei 10 bis 50-facher Vergrößerung bis auf Artniveau determiniert. Die Bestimmung der Bienen erfolgte bei *Hylaeus* nach DATHE (1980) und AMIET et al. (1999), bei *Colletes* nach SCHMIEDEKNECHT (1930), bei *Andrena* nach SCHMID-EGGER & SCHEUCHL (1996), bei *Halictus/Lasioglossum* nach EBMER (1969-1971) und AMIET et al. (2001), bei *Sphecodes* nach WARNCKE (1992) bei *Bombus* nach MAUSS (1992) und AMIET

(1996) und bei allen übrigen Gattungen nach SCHEUCHL (1995, 1996). Die Nomenklatur richtet sich nach SCHWARZ et al. (1996), die Systematik nach MICHENER (2000). Die Belegsammlung befindet sich beim Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft (INRES) der Universität Bonn.

Die Determination der Tagfalter erfolgte nach WYNHOFF et al. (2001). Die Nomenklatur und Systematik richtet sich nach EBERT (1991). Für Angaben zur Biologie wurden EBERT (1991), WEIDEMANN (1995) und SETTELE et al. (1999) herangezogen.

2.5 Gewinnung von Pollenproben und Pollenanalyse

In den Untersuchungsjahren 2009 und 2010 wurden von April bis Juni Mauerbienen in Trapnestern auf den Versuchsbetrieben gehalten. In jedem Untersuchungsgebiet wurden an jeweils einem Standort Nisthilfen aufgestellt. Für die Trapnester wurden sechs Buchenholzplatten verwendet, die Nistgänge mit einem Durchmesser von 8 und 10 mm aufwiesen. Die Nistgänge waren nach oben



Abb. 4: Aufbau der Bienenstation an der Kulturgrenze der Versuchsfelder.

geöffnet, um Pollen aus den Brutzellen entnehmen zu können. Jedes Brett wurde mit einer Folie abgedeckt, auf der der Brutverlauf mit Folienstiften markiert werden konnte. Die Öffnung der Wetterschutzkästen wurde nach Süd-Osten ausgerichtet und mit Maschendraht als Schutz gegen Vogelfraß versehen (s. Abb. 4). In die Wetterschutzkästen wurden Pappschachteln mit Kokons von *O. bicornis* und *O. cornuta* ausgebracht (Herkunft: Raum Bodensee, WAG Mauerbienenzucht/ Mike Hermann). In 10 bis 14-tägigen Abständen wurden die Trapnester kontrolliert und Pollenproben aus den Brutzellen gewonnen. Der Pollen wurde in 70 % Ethanol in Eppendorf-Caps aufbewahrt. Pollenproben wurden lichtmikroskopisch analysiert. Die Anteile der Pollentypen wurden mit einem Zählgitter bestimmt (Determinations: 400x, Quantifizierung: 100x, Okular-Netzplatte 454087 der F.a. Zeiss). Pro Brutzelle wurden zwei Präparate angefertigt. Je Präparat wurden an drei Positionen die Pollenkörner in den mittleren vier Zählfeldern ausgewertet. Es wurden die Anzahl unterschiedlicher Pollentypen bestimmt und soweit möglich eine Determination bis auf Art- bzw. Gattungsniveau vorgenommen.

2.6 Erfassung der Ackerbegleitflora

Entlang von Transekten an den Grenzlinien der Kulturen (s. Kap. 2.4) wurde die Begleitflora der Kulturpflanzenbestände qualitativ und quantitativ erfasst. Die quantitative Erfassung er-

folgte durch Einordnung des Blühaspektes in eine fünfstufige Skala (Deckungsgrad blühender Pflanzen in Prozent, bezogen auf die Transektfläche. 1: 1 bis 20 %, 2: 21 bis 40, 3: 41 bis 60, 4: 61 bis 80, 5: 81 bis 100). Als Maßzahl für das Blütenangebot (Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen für Bienen und Tagfalter wurde der „Blühindex“ berechnet [Blühindex=Anzahl Pflanzenarten (n)*Deckungsgrade in % (n1+n2 ...)]. Für die Kalkulation der Deckungsgrade der einzelnen Pflanzen wurde der Durchschnittswert der einzelnen Transektbegehungen gebildet. Einzelvorkommen von Pflanzenarten wurden nicht berücksichtigt.

2.7 Biototypen- und Nutzungskartierung

In beiden Untersuchungsjahren wurde eine Biototypen- und Nutzungskartierung in einem 250 m Radius um die Bodenfallen sowie in einem 750 m Radius um die Bienenstationen durchgeführt (s. Abb. 5). Die abgegrenzten Biotop- bzw. Nutzungstypen (z.B. Winterweizen, Zuckerrüben, Ackerbohnen, Feldhecke, Grassaum) stellen eine räumlich abgrenzbare Einheit in dem betrachteten Raum dar. Die Ergebnisse wurden in ArcGIS digitalisiert und mit Esri® ArcMap™ und dem Freeware Programm HawthTools analysiert. Hierbei wurde Kenngrößen zur Charakterisierung der Landschaftskomposition (flächenhafte Zusammensetzung) und der Landschaftskonfiguration (Strukturierung) bestimmt. Als ein Maß für die Nutzungsintensität wurde der Flächenanteil an Wintergetreide berechnet.

2.8 Statistik und ökologische Indizes

Statistische Berechnungen wurden mit dem Programm PASW Statistics 18 durchgeführt. Beim Vergleich von Mittelwerten wurde das Signifikanzniveau auf 5 % gesetzt. Signifikante Unterschiede sind in den Grafiken gekennzeichnet. Die Kalkulation von Diversitätsmaßen richtet sich nach MÜHLENBERG (1989: 353ff.).

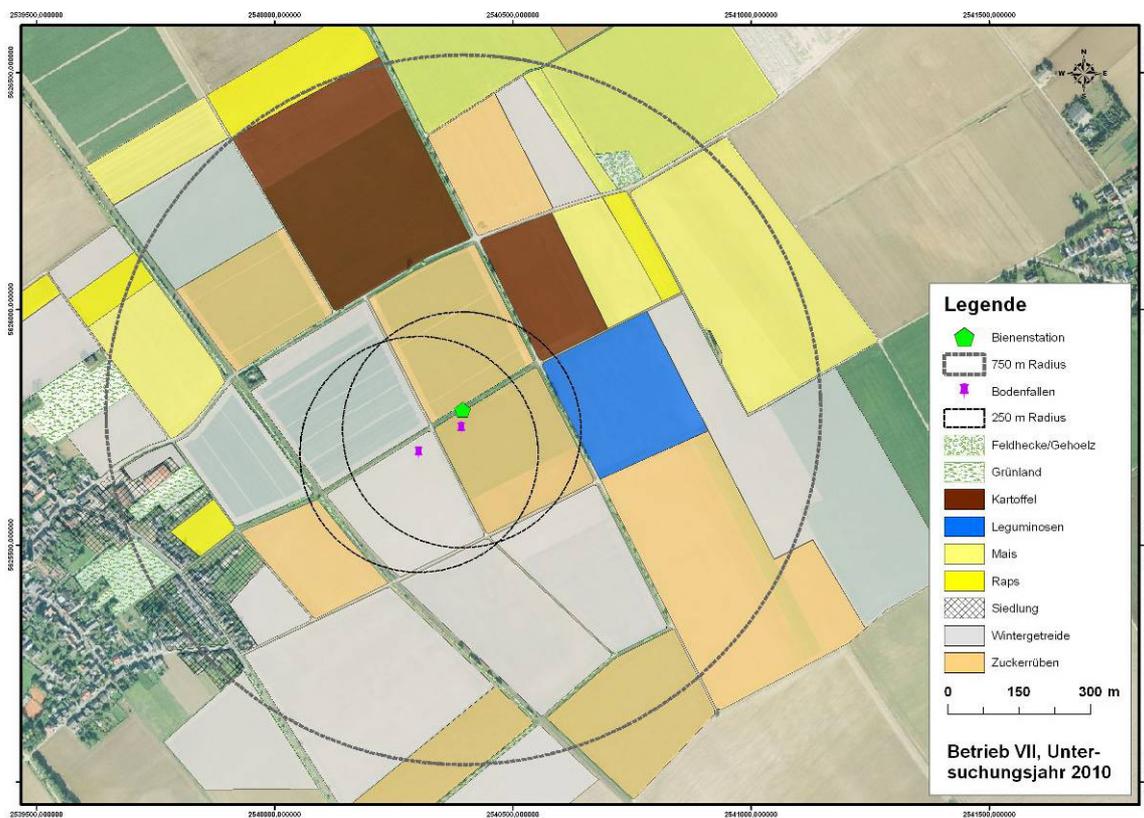
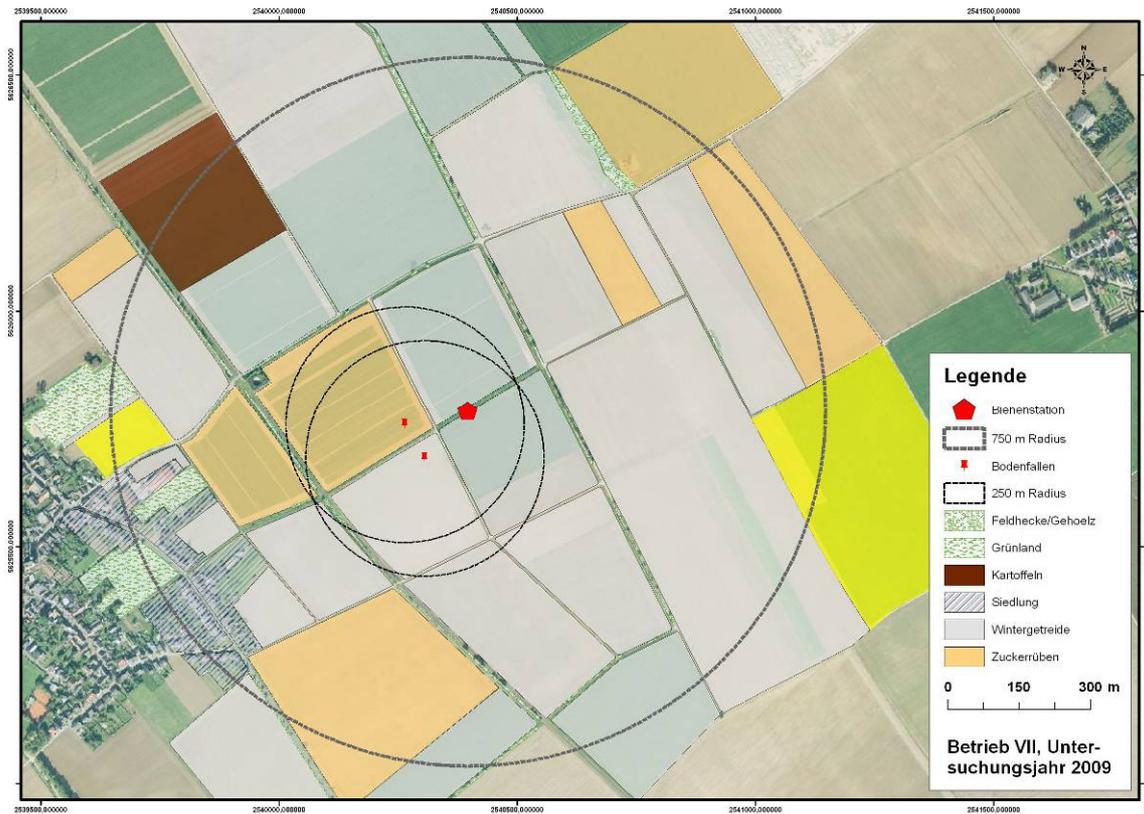


Abb. 5: Erfassung der angebaute Kulturen und Biotope im Umkreis der Bodenfallen (250 m) und der Bienenstationen (750 m) [Beispielhafte Darstellung].

3 Ergebnisse

3.1 Bodenarthropoden

3.1.1 Laufkäferzönosen

Insgesamt wurden auf den 47 Untersuchungsflächen 55 Laufkäferarten erfasst (n = 16037 Individuen) (s. Anhang, Tab. III, IV). Das Artenspektrum von 2010 stimmt zu 61,82 % mit dem aus 2009 überein. Die Individuenzahlen einiger Arten unterschieden sich in den beiden Untersuchungsjahren deutlich.

Tab. 4: Mittlere Artenzahl und Aktivitätsdichte (Median) der Laufkäfer in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, VGL = Vergleichsflächen, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, Ökol. = ökologisch bewirtschaftet].

	Arten				Aktivitätsdichte			
	AUM (o. LG)	AUM (m. LG)	VGL	Ökol.	AUM (o. LG)	AUM (m. LG)	VGL	Ökol.
2009	11,5	13	13	19	236,5	205	581	154
2010	12,5	12	12	21	133,5	154	289	223
Gesamt	12,5	12,5	12,5	19,5	166	181,5	377	189,5

Auf den WG- und HF-Flächen der AUM-Betriebe wurden insgesamt 38 Laufkäferarten (n = 2513 Individuen) erfasst. Unter Einbeziehung der Leguminosenflächen wurden insgesamt 41 Arten (n = 3869 Individuen) und auf den Flächen der VGL-Betriebe 45 Laufkäferarten (n = 10808 Individuen) nachgewiesen. Bei der mittleren Artenzahl (Median) wurden zwischen

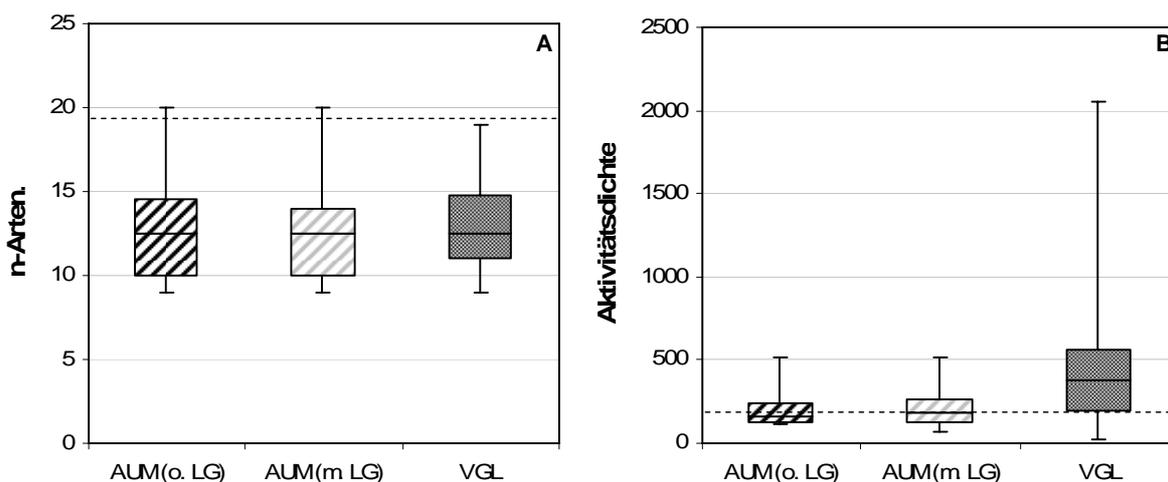


Abb. 6: Boxplots der Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Laufkäfer für beide Untersuchungsjahre. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen (n = 12), (m. LG) = mit Leguminosen (n = 18), VGL = Vergleichsflächen (n = 23), Gestrichelte Linie = Aktivitätsdichte und Artenzahl auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen (n=6)].

AUM- und VGL-Flächen keine signifikanten Unterschiede ermittelt (s. Tab. 4, Abb. 6). Im Vergleich hierzu weist der ökologisch wirtschaftende Betrieb mit 19,5 Laufkäferarten eine deutlich höhere Artenzahl auf. Sowohl 2009 als auch 2010 wurden die größten Aktivitätsdichten auf den VGL-Flächen erfasst (s. Tab. 4).

Dominanzspektrum

Auf den AUM-Flächen (einschl. LG) wurden bei den Laufkäfern vier Hauptarten mit einem Anteil von 87 % am Gesamtindividuenbestand nachgewiesen (s. Abb. 7). Auf den VGL-Flächen wurden drei Hauptarten mit einem Anteil von 89 % und auf den ökologisch bewirtschaftenden Flächen acht Hauptarten mit einem Anteil von 80 % erfasst. Das Individuenverhältnis der Hauptarten auf den ökologischen Flächen war sehr ausgeglichen, es traten keine eudominanten Arten auf. Auf den AUM- und den VGL-Flächen war *Pterostichus melanarius* mit Anteilen teilweise über 70 % am häufigsten vertreten (eudominant).

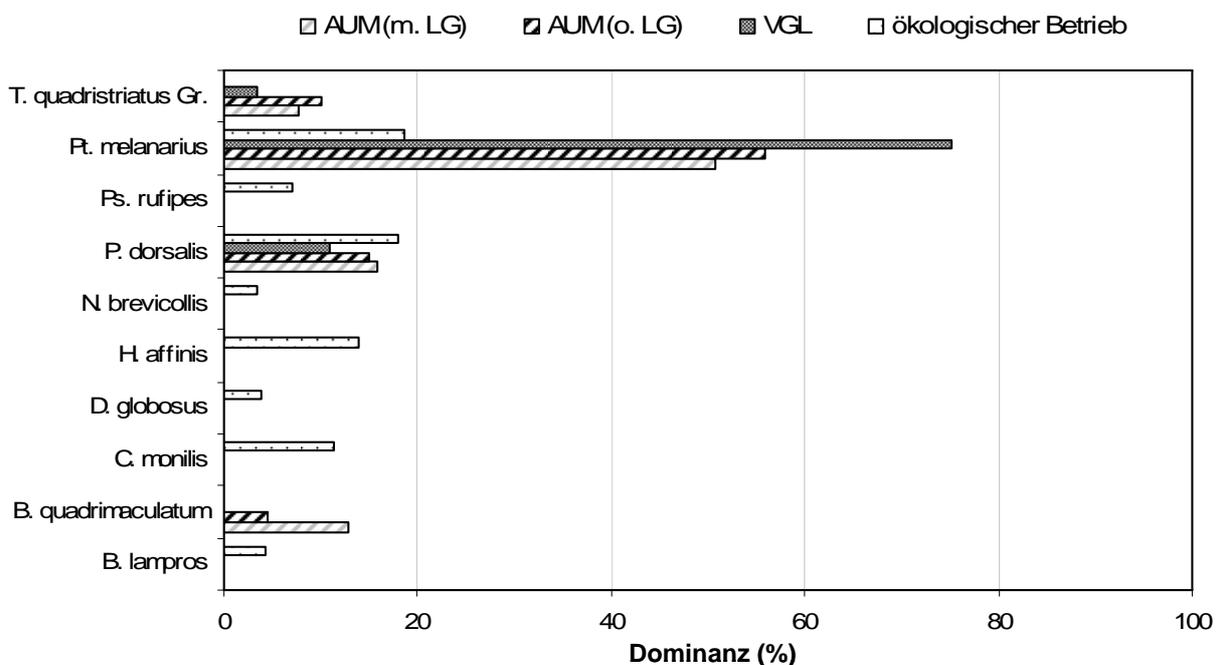


Abb. 7: Dominanzstruktur der eudominanten und dominanten Laufkäferarten. Darstellung für die unterschiedlichen Flächenkategorien. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (m. LG) = mit Leguminosen, (o. LG) = ohne Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Diversität und Evenness

Insgesamt wiesen die Flächen der AUM-Betriebe eine höhere Shannon-Diversität und Evenness auf, die Flächen der VGL-Betriebe eine größere maximale Diversität (s. Tab. 5). Unter Einbezug der Leguminosen steigen die Werte. Die geringste Diversität und Evenness wurde

für die HF-Flächen der VGL-Betriebe ermittelt. Die Diversität ($H_s = 2,59$) und die Evenness ($E_s = 0,73$) der Laufkäferzönosen auf den ökologischen Flächen fallen am höchsten aus.

Tab. 5: SHANNON-Diversität (H_s), maximal mögliche Diversität (H_{max}) und Evenness (E_s) der Laufkäferzönosen auf AUM- und VGL-Flächen. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (m. LG) = mit Leguminosen, (o. LG) = ohne Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen, WG = Wintergetreide, HF = Hackfrucht].

	AUM				VGL		
	Total (m. LG)	Total (o. LG)	WG	HF	Total	WG	HF
H_s	1,73	1,67	2,21	1,02	1,12	1,59	0,67
H_{max}	3,71	3,64	3,56	3,04	3,81	3,66	3,53
E_s	0,46	0,46	0,62	0,34	0,30	0,43	0,19

Lebensraumtypen

Laufkäferarten mit Verbreitungsschwerpunkt in der Offenlandschaft wurden auf allen Untersuchungsflächen mit Abstand am häufigsten erfasst (s. Abb. 8). Auf den ökologischen Flächen waren Arten der offenen und bewaldeten Lebensräume stärker vertreten.

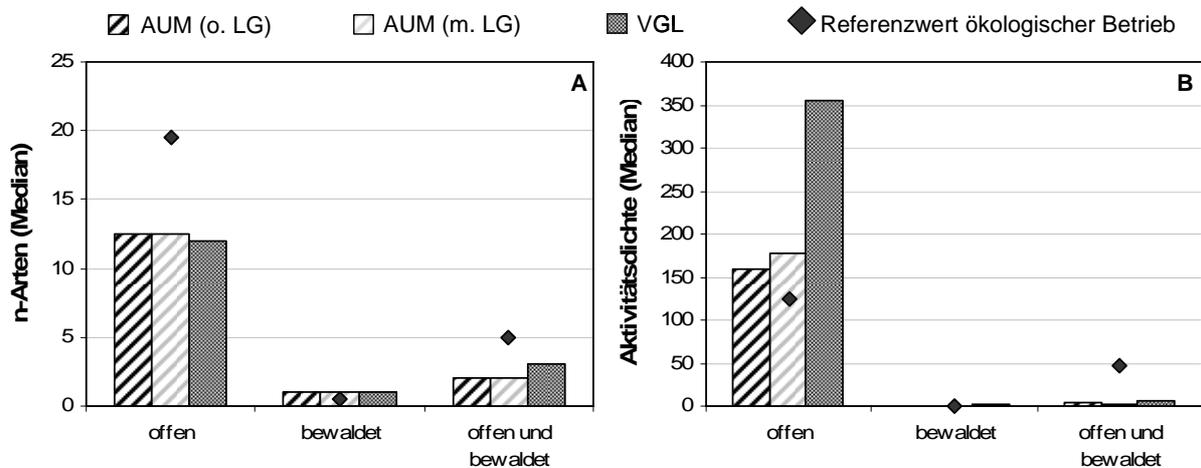


Abb. 8: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) unterschiedlicher ökologischer Typen der Laufkäfer. Legende: offen = Offenlandarten, bewaldet = Waldarten, offen und bewaldet = Arten die sowohl auf offenen als auch auf Waldflächen auftreten. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Überwinterungstypen

Auf allen Betrieben wurden mehr Arten erfasst die als Imago überwintern, hingegen eine höhere Aktivitätsdichte der Larvalüberwinterer. Auf den ökologischen Flächen wurden deutlich mehr Arten und Individuen der Imaginalüberwinterer nachgewiesen (s. Abb. 9).

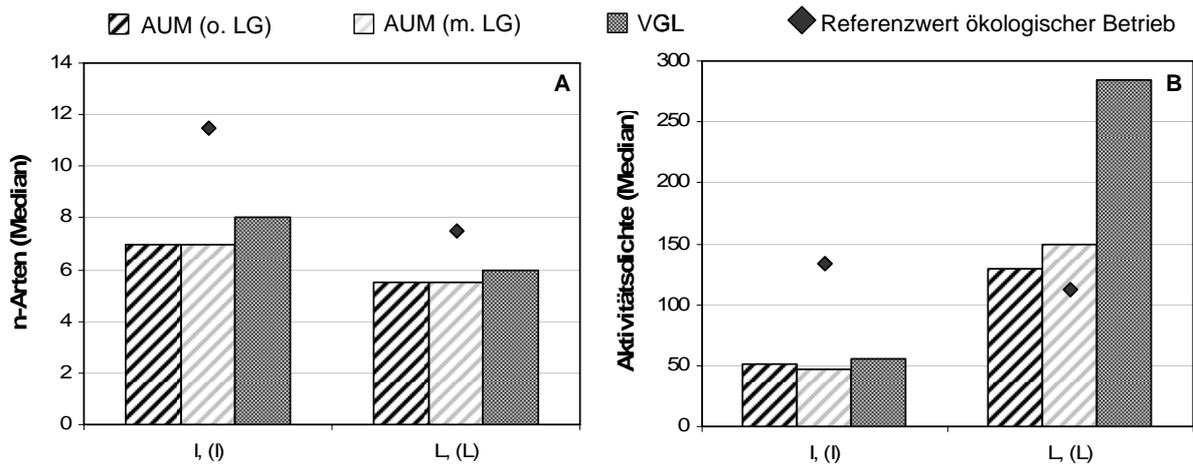


Abb. 9: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der unterschiedlichen Überwinterungstypen. [I, (I) = Imaginal- und überwiegend Imaginalüberwinterer, L, (L) = Larval- und überwiegend Larvalüberwinterer, AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Mobilitätstypen

Auf allen Flächen dominierten die macropteren, also potentiell flugfähigen Laufkäferarten gefolgt von den dimorphen Arten (s. Abb. 10). Flugunfähige Laufkäferarten (brachypter) Arten traten nur vereinzelt auf VGL-Flächen und auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen auf.

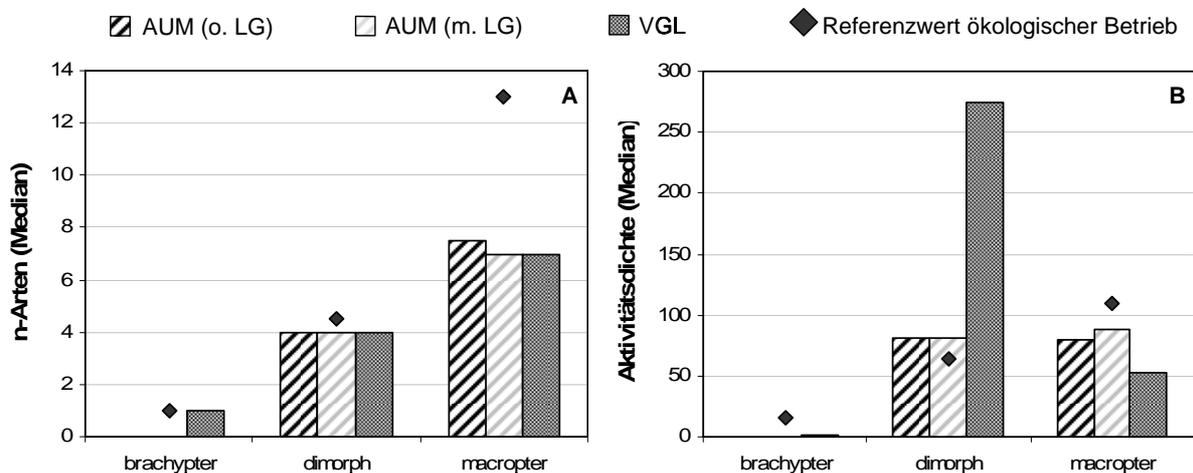


Abb. 10: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der brachypteren, dimorphen und macropteren Laufkäfer. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Nahrungstypen

Auf allen Untersuchungsflächen überwogen die carnivoren Laufkäferarten (s. Abb. 11). Auf den VGL-Flächen war die Aktivitätsdichte der omnivoren Arten am größten. Auf den ökologischen Flächen wurde bei den herbivoren Arten eine deutlich höhere Artenzahl und Aktivitätsdichte nachgewiesen.

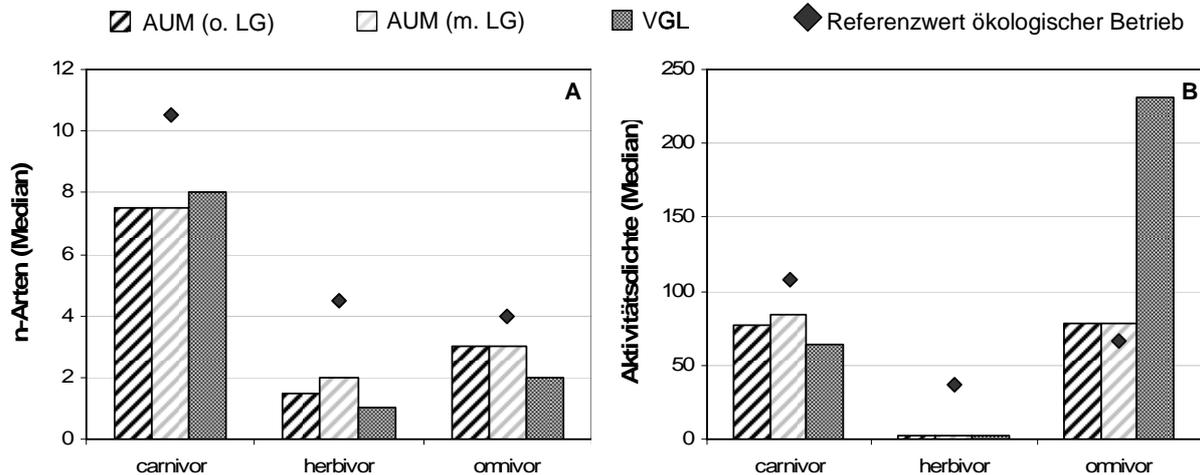


Abb. 11: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der carnivoren, herbivoren und omnivoren Laufkäfer. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Größenklassen

Auf den Untersuchungsflächen waren Laufkäferarten der Größenklassen 5 und 6 kaum vertreten (s. Abb. 12). Arten der Größenklasse 4 waren auf allen Flächen am stärksten präsent.

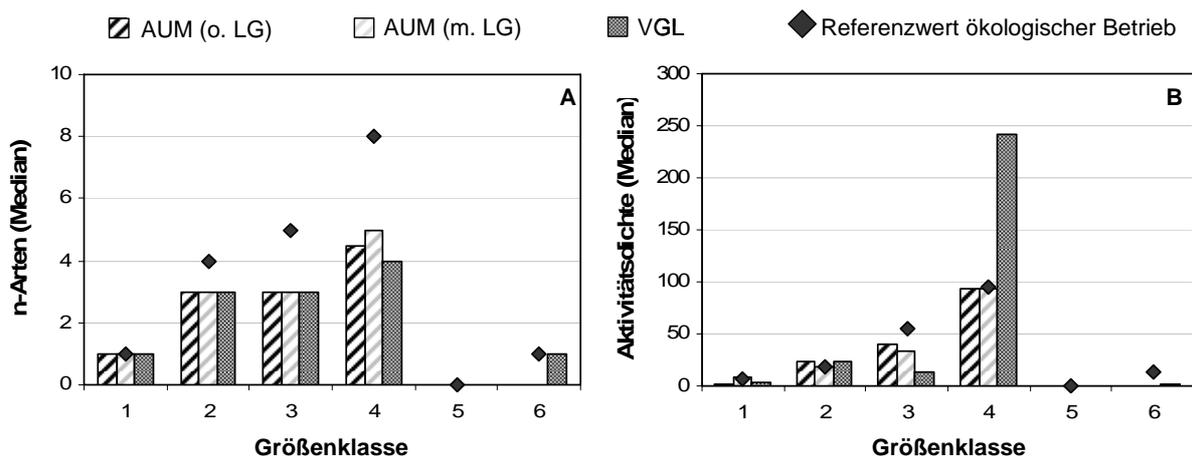


Abb. 12: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Laufkäfer, eingeteilt in Größenklassen 1-6. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

3.1.2 Spinnenzöosen

In den Untersuchungsjahren 2009 und 2010 wurden auf allen Untersuchungsflächen insgesamt 57 Spinnenarten nachgewiesen (s. Tab. V/ VI, Anhang). Auf den WG- und HF-Flächen der AUM-Betriebe (n = 12) wurden insgesamt 29 Spinnenarten (n = 4620 Individuen) erfasst. Unter Einbeziehung der Leguminosenflächen (n = 18) wurden hier insgesamt 33 Arten (n = 5701 Individuen) dokumentiert. Die VGL-Flächen (n = 23) wiesen 39 Spinnenarten (n = 5381 Individuen) auf.

Bei der mittleren Artenzahl der Spinnen wurden zwischen AUM- und Vergleichsbetrieben keine signifikanten Unterschiede festgestellt (s. Abb. 13). Tendenziell wurden auf den Flächen der Vergleichsbetriebe mehr Arten nachgewiesen als auf den AUM-Flächen. Im Mittel (Median) wurden auf den Flächen der AUM-Betriebe im Wintergetreide 12 Arten, auf den Vergleichsbetrieben 15 Arten nachgewiesen. In den Zuckerrüben wurden im Mittel 12 Arten, auf den Vergleichsbetrieben 11 Arten erfasst. Auf den AUM-Flächen wurde gegenüber den Vergleichsflächen eine tendenziell höhere mittlere Aktivitätsdichte erfasst. Diese Unterschiede sind allerdings nicht signifikant. Die Artenzahlen und Aktivitätsdichten der Spinnen auf den Schlägen mit Leguminosen lagen deutlich unter denen der Getreide und Zuckerrübenschläge. Sowohl 2009 als auch 2010 wurden auf den ökologischen Flächen die höchsten Artenzahlen und Aktivitätsdichten nachgewiesen (s. Tab. 6).

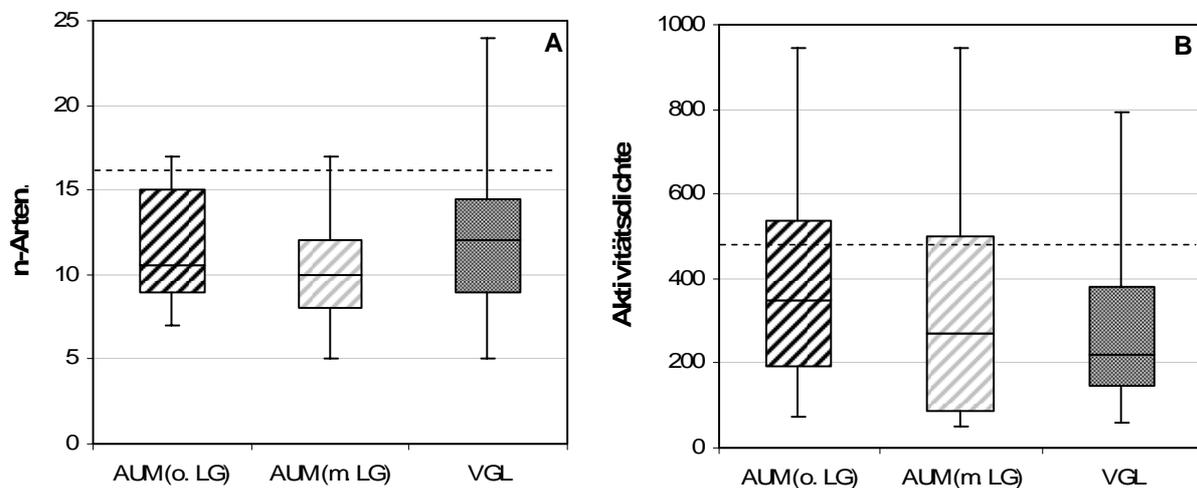


Abb. 13: Boxplots der Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Spinnen [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen (n = 12), (m. LG) = mit Leguminosen (n = 18), VGL = Vergleichsflächen (n = 23). Die gestrichelte Linie kennzeichnet die Aktivitätsdichte und Artenzahl auf den ökologischen Flächen (n = 6)].

Tab. 6: Mittlere Artenzahl und Aktivitätsdichte (Median) der erfassten Spinnen im Vergleich zwischen 2009, 2010 und Gesamt. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen, Ökol. = Ökologischer Betrieb].

	Arten				Aktivitätsdichte			
	AUM (o. LG)	AUM (m. LG)	VGL	Ökol.	AUM (o. LG)	AUM (m. LG)	VGL	Ökol.
2009	9,5	8	9	11	398,5	275	253	496
2010	15	12	14	21	349,5	123	207	472
Gesamt	10,5	10	12	16	349,5	270,5	218,5	474,5

Dominanzspektrum

Auf den AUM-Flächen waren drei Hauptarten mit einem Anteil von 90 % vertreten. Auf den VGL-Flächen traten zwei und auf den ökologischen Flächen vier Arten mit je 86 % auf. *Oedothorax apicatus* war mit einem Anteil von über 50 % auf allen Betrieben eudominant (s. Abb. 14). *Pachygnatha degeeri* aus der Familie der Tetragnathidae und die Gattung der *Pardosa* aus der Familie der Lycosidae waren ausschließlich auf dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb als Hauptarten vertreten.

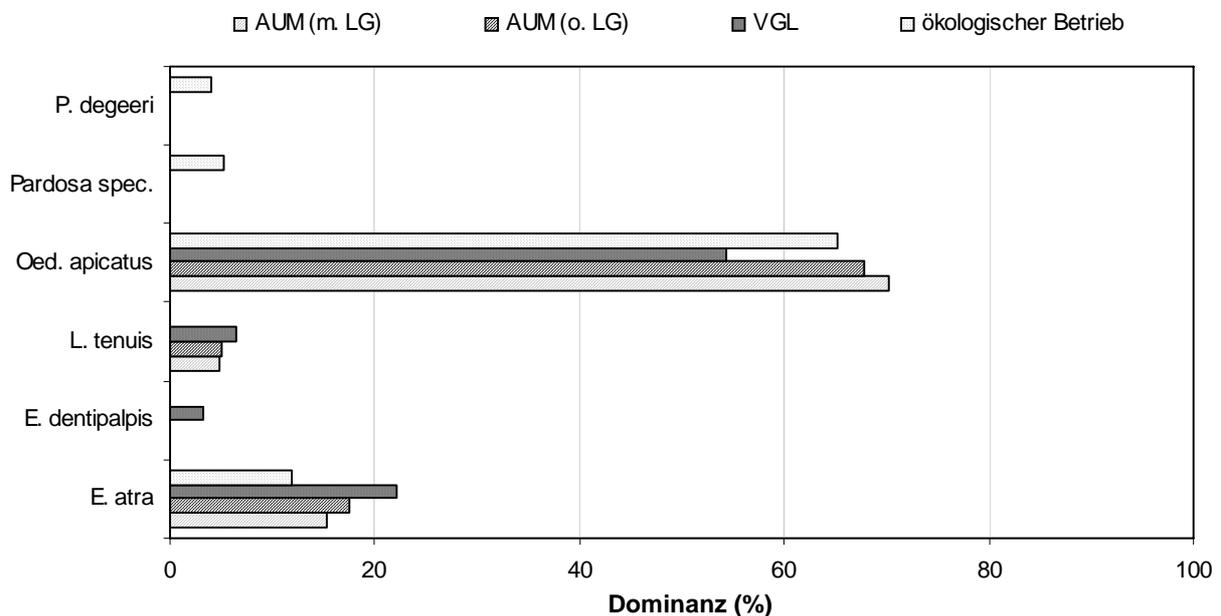


Abb. 14: Dominanzstruktur der eudominanten, dominanten Spinnenarten. Darstellung für die unterschiedlichen Flächenkategorien. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (m. LG) = mit Leguminosen, (o. LG) = ohne Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Diversität und Evenness

Die Flächen der VGL-Betriebe wiesen bei den Spinnen gegenüber den AUM-Flächen insgesamt die höchste Shannon-Diversität, Evenness sowie maximale Diversität auf (s. Tab. 7).

Tab. 7: SHANNON-Diversität (Hs), maximal mögliche Diversität (Hmax) und Evenness (Es) der Spinnenzönosen auf AUM- und VGL-Flächen. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (m. LG) = mit Leguminosen, (o. LG) = ohne Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen, WG = Wintergetreide, HF = Hackfrucht].

	AUM				VGL		
	Total (m. LG)	Total (o. LG)	WG	HF	Total	WG	HF
Hs	1,13	1,16	1,00	1,45	1,80	1,81	1,55
Hmax	3,47	3,37	3,18	2,94	3,71	3,56	3,33
Es	0,33	0,34	0,31	0,49	0,48	0,51	0,47

Verteilung der ökologischen Gruppen

Lebensraumtypen (Mikrohabitate)

Spinnenarten mit Verbreitungsschwerpunkt in der Offenlandschaft dominierten auf allen Flächen der einzelnen Versuchsgruppen (s. Abb. 15). Zwischen den Versuchsgruppen sind keine eindeutigen Unterschiede zu erkennen.

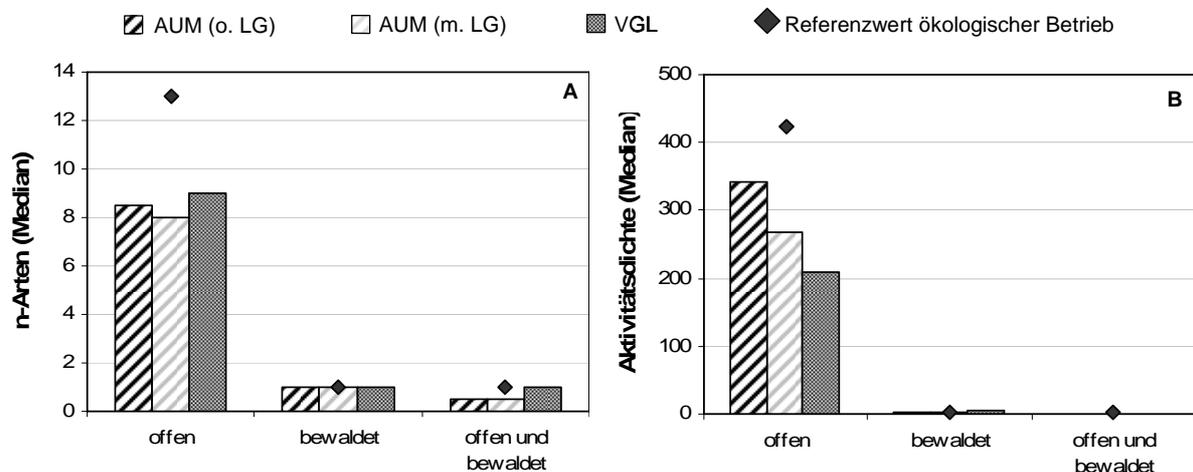


Abb. 15: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) unterschiedlicher ökologischer Verbreitungstypen der Spinnen. Legende: offen = Offenlandarten, bewaldet = Waldarten, offen und bewaldet = Arten die sowohl auf offenen als auch auf Waldflächen vorkommen. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Spinnenarten, die Streuschichten besiedeln, waren auf allen Flächen am stärksten vertreten (s. Abb. 16). Außerdem traten Spinnenarten mit Verbreitungsschwerpunkt auf unbewachsenen Böden mit hoher Aktivitätsdichte auf.

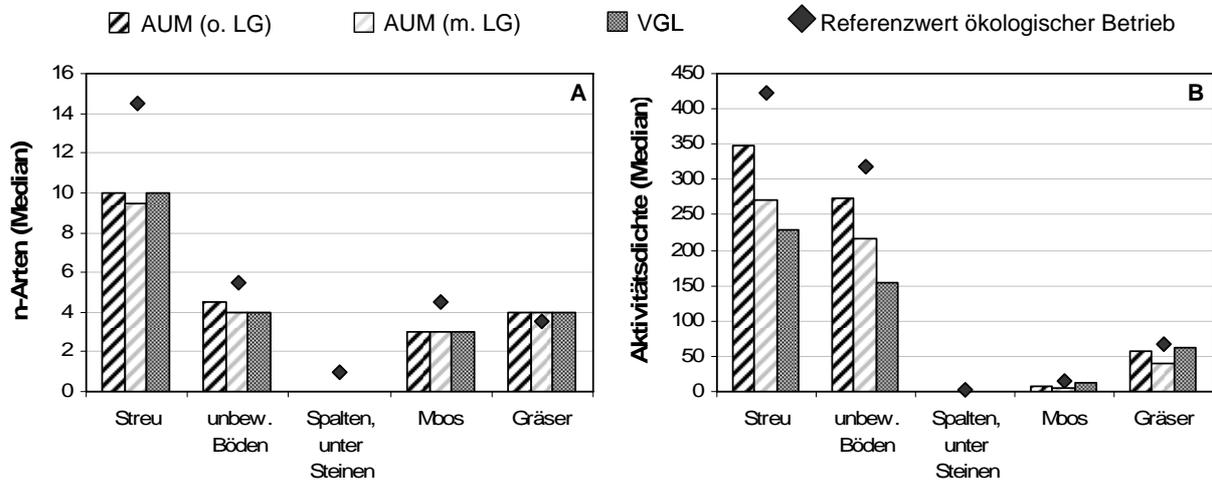


Abb. 16: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) unterschiedlicher Mikrohabitat-Typen [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Pflanzenformationstypen

Auf allen Untersuchungsflächen wurden überwiegend Spinnenarten mit einem Verbreitungsschwerpunkt auf Äckern erfasst. Wald-, Gewässer- und Nasswiesenarten waren nur mit geringer Aktivitätsdichte vertreten (s. Abb. 17).

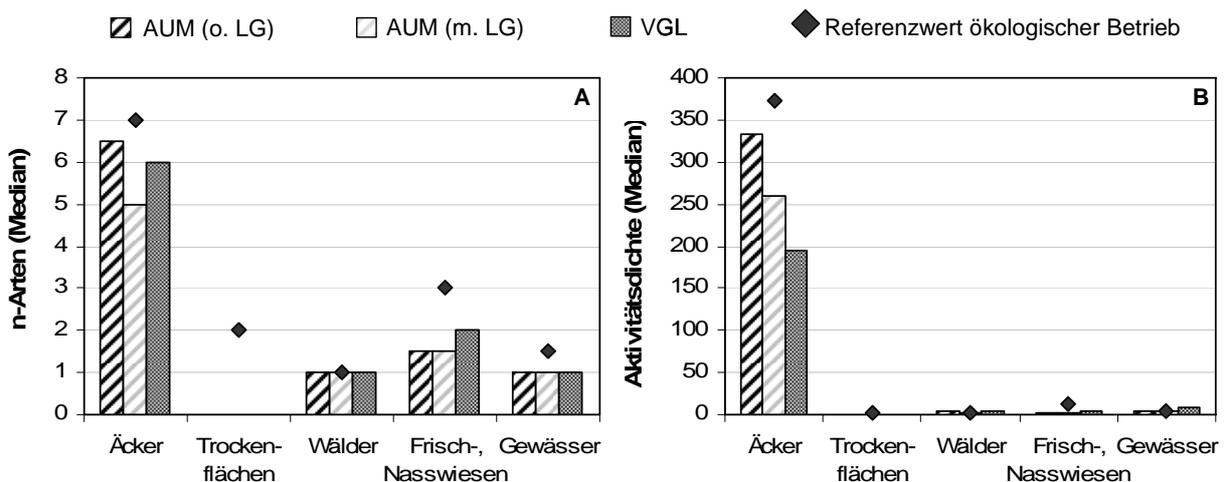


Abb. 17: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Spinnen, eingeteilt in verschiedene Pflanzenformations-Typen. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

Aktivitätstypen

Bei den Spinnenarten waren diplochrone Arten insgesamt am schwächsten vertreten (s. Abb. 18). Die Aktivitätsdichte eurychroner Spinnen lag auf allen Untersuchungsflächen deutlich über der der anderen Aktivitätstypen. Auf dem ökologischen Betrieb traten deutlich mehr stenochrone Arten auf.

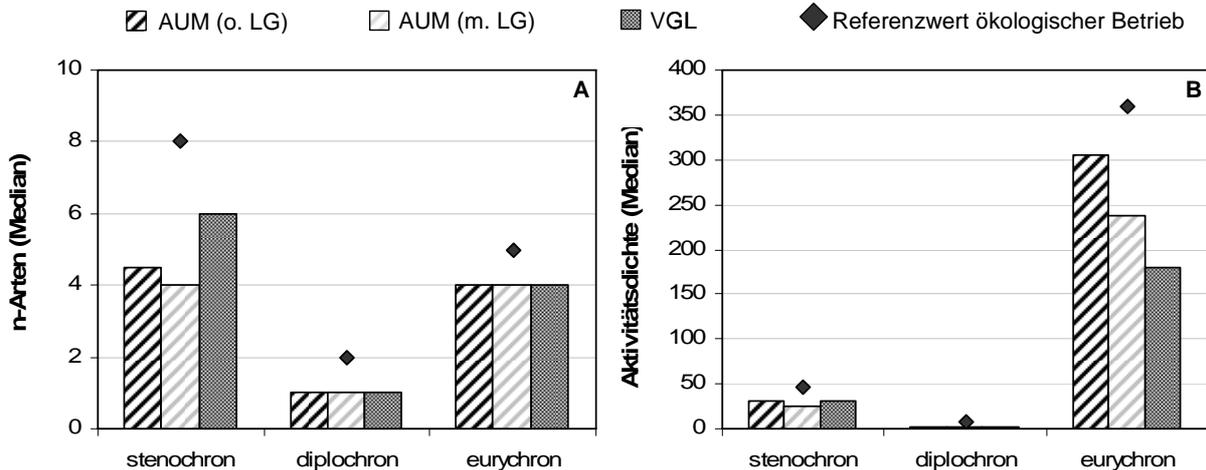


Abb. 18: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Spinnen, eingeteilt in unterschiedliche Aktivitätstypen. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen]

Größenklassen

Auf den Untersuchungsflächen wurden ausschließlich Spinnenarten der Größenklassen 1, 2 und 3 erfasst (s. Abb. 19). Bei Spinnenarten der Größenklasse 2 war die mittlere Artenzahl und Aktivitätsdichte insgesamt am höchsten. Auf den ökologischen Flächen wurden höhere Anteile größerer Arten festgestellt.

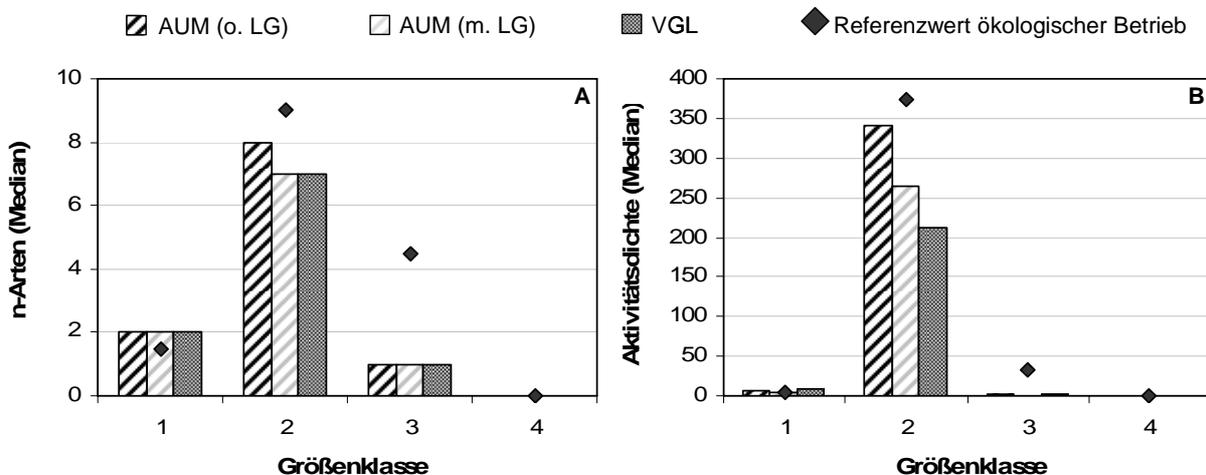


Abb. 19: Mittlere Artenzahl (A) und Aktivitätsdichte (B) der Spinnen, eingeteilt in Größenklassen 1-6. [AUM = Flächen der Agrarumweltmaßnahme, (o. LG) = ohne Leguminosen, (m. LG) = mit Leguminosen, VGL = Vergleichsflächen].

3.2 Blütenbesucher

3.2.1 Bienenzönosen

Insgesamt wurden in 2009 und 2010 entlang der Transekte 24 Bienenarten nachgewiesen (s. Tab 8). Im Mittel (Median) wurden auf den Flächen der AUM-Betriebe 5 Bienenarten, auf den Flächen der Vergleichsbetriebe 3 Arten erfasst (s. Abb. 20). Die relative Aktivitätsdichte von Bienen war auf den Flächen der AUM-Betriebe deutlich höher als auf den Flächen der Vergleichsbetriebe. Fünf Bienenarten wurden ausschließlich auf Leguminosenflächen erfasst. Hierzu zählen *Eucera* sp. sowie *Melitta leporina*, die beide ausschließlich Pollen von Fabaceen als Larvennahrung sammeln. Auch die langrüsseligen Hummelarten *Bombus hortorum* und *B. pascuorum* wurden ausschließlich auf Leguminosen-Feldern nachgewiesen.

Tab. 8: Liste der Bienen auf den AUM-Betrieben, Vergleichsbetrieben und auf dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb [Untersuchungsjahre 2009, 2010], *=ausschließlich auf Leguminosenflächen.

AUM Betriebe	Vergleichsbetriebe	Ökol. Betrieb
<i>Andrena dorsata</i>	<i>Andrena dorsata</i>	<i>Andrena cineraria</i>
<i>Andrena flavipes</i>	<i>Andrena flavipes</i>	<i>Andrena dorsata</i>
<i>Andrena minutula</i> Gr.	<i>Andrena minutula</i> Gr.	<i>Andrena flavipes</i>
<i>Andrena nigroaenea</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Andrena haemorrhoea</i>
<i>Apis mellifera</i>	<i>Bombus lapidarius</i>	<i>Andrena minutula</i> Gr.
<i>Bombus hortorum</i> *	<i>Bombus lucorum</i> Gr.	<i>Apis mellifera</i>
<i>Bombus lapidarius</i>	<i>Colletes daviesanus</i>	<i>Bombus hortorum</i> *
<i>Bombus lucorum</i> Gr.	<i>Hylaeus signatus</i>	<i>Bombus lapidarius</i>
<i>Bombus pascuorum</i> *	<i>Lasioglossum calceatum</i>	<i>Bombus lucorum</i> Gr.
<i>Colletes daviesanus</i>		<i>Bombus pascuorum</i> *
<i>Eucera spec.</i> *		<i>Colletes daviesanus</i>
<i>Hylaeus signatus</i>		<i>Hylaeus signatus</i>
<i>Lasioglossum calceatum</i>		<i>Lasioglossum calceatum</i>
<i>Lasioglossum pauxillum</i>		<i>Lasioglossum pauxillum</i>
<i>Megachile willoughbiella</i> *		<i>Melitta leporina</i> *
		<i>Nomada fabriciana</i>
		<i>Nomada fucata</i>
		<i>Nomada lathburiana</i>
		<i>Nomada ruficornis</i>
		<i>Nomada succincta</i>
		<i>Sphecodes ephippius</i>

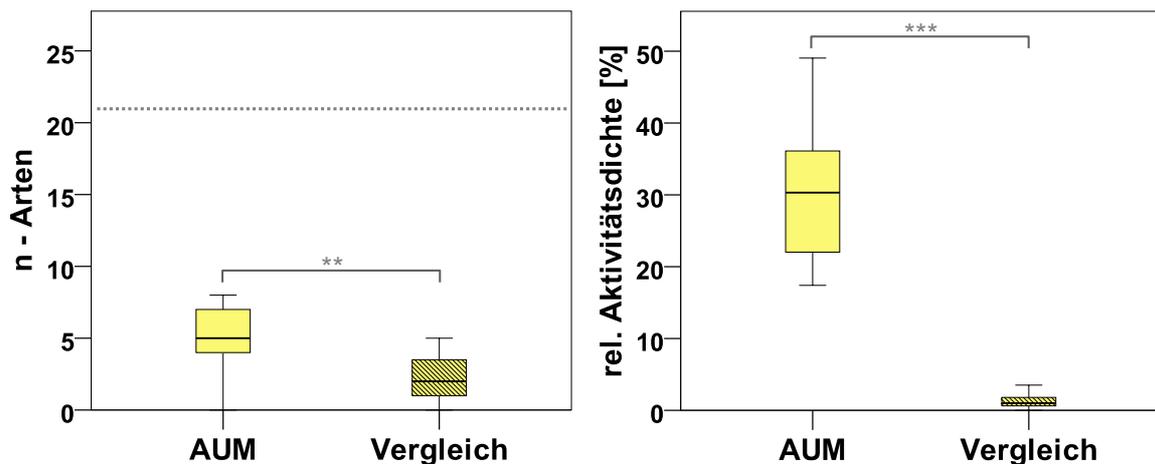


Abb. 20: Artenzahl und Aktivitätsdichte von Bienen bei AUM- und Vergleichsbetrieben [Untersuchungsjahre 2009, 2010]. Unterschiede zwischen den Kategorien sind signifikant (U-Test, $p < 0,05$ und $p < 0,001$). Die graue gestrichelte Linie kennzeichnet die Artenzahl auf den Flächen des ökologisch wirtschaftenden Betriebes)

Bei den Leguminosen wurden ausschließlich Ackerbohnen von Wild- und Honigbienen als Nektar- und Pollenquelle genutzt. Buschbohnen dagegen wurden von Honigbienen und verschiedenen Hummelarten ausschließlich als Nektarquelle genutzt. Erbsen hatten keine Funktion als Nahrungsressource für Bienen. Klee gras wurde von unterschiedlichen Bienenarten als Nahrungshabitat genutzt, die Individuendichte war hier allerdings vergleichsweise gering (s. Abb. 21).

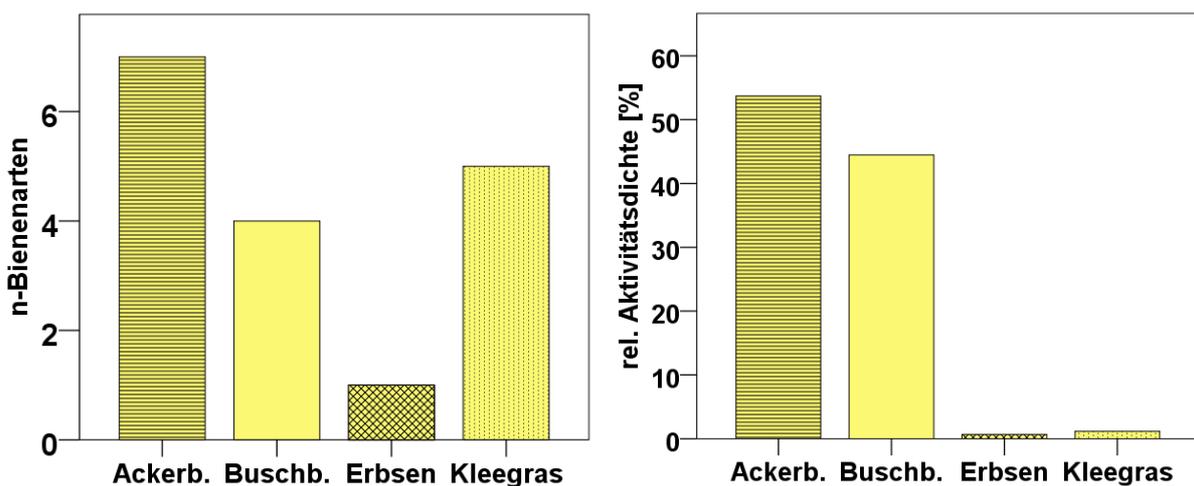


Abb. 21: Anzahl Bienenarten (links) und relative Aktivitätsdichte von Bienen (rechts) auf verschiedenen Leguminosen-Kulturen [Untersuchungsjahre 2009, 2010]. Ackerb.=Ackerbohnen, Buschb.=Buschbohnen.

3.2.2 Tagfalterzönosen

Auf den Untersuchungsflächen wurden 2009 und 2010 insgesamt 10 Tagfalterarten nachgewiesen (s. Tab. 4). Die höchste Artendiversität wurde auf dem ökologisch bewirtschafteten Betrieb erfasst. Bei den AUM-Betrieben und auf den Vergleichsbetrieben wurden im Mittel (Median) 3,5 Arten bzw. eine Art nachgewiesen (s, Abb. 22). Auf den AUM-Betrieben wurde gegenüber den VGL-Betrieben eine signifikant höhere relative Aktivitätsdichte gemessen.

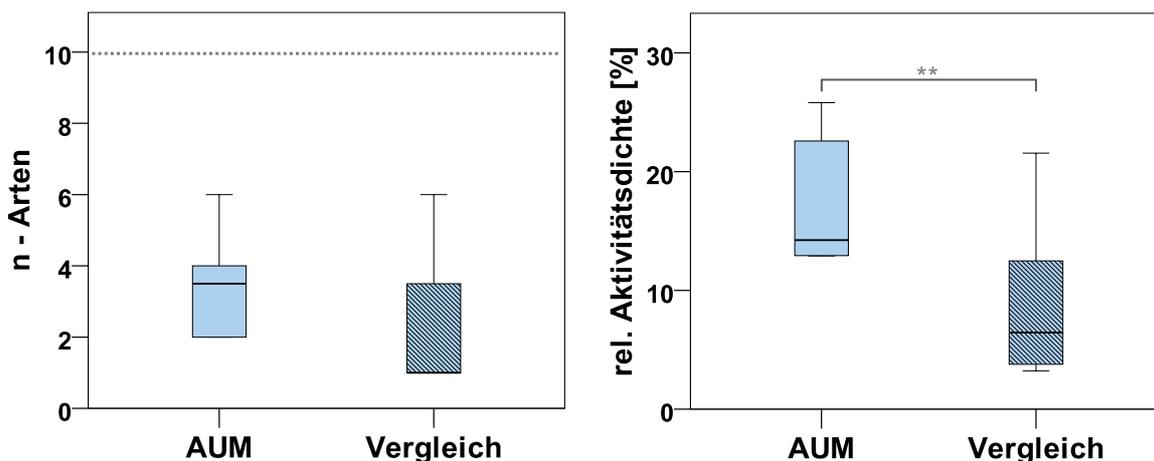


Abb. 22: Artenzahl und relative Aktivitätsdichte auf AUM- und Vergleichsbetrieben [Untersuchungsjahre 2009,2010]. Unterschiede bei der rel. Aktivitätsdichte sind signifikant (U-Test, $p=0,03$). Die graue gestrichelte Linie kennzeichnet die Artenzahl auf den Flächen des ökologisch bewirtschaftenden Betriebes).

Tab. 9: Liste der Tagfalter auf den AUM-Betrieben, Vergleichsbetrieben und auf dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb [Untersuchungsjahre 2009, 2010]. W=Wanderfalter, *=ausschließlich auf Klee-Gras).

AUM Betriebe	Vergleichsbetriebe	Ökol. Betrieb
<i>Aglais urticae</i>	<i>Aglais urticae</i>	<i>Aglais urticae</i>
<i>Cynthia cardui</i> (W)	<i>Antocharis cardamine</i>	<i>Colias crocea</i> (W)*
<i>Inachis io</i>	<i>Cynthia cardui</i> (W)	<i>Cynthia cardui</i> (W)
<i>Pieris brassicae</i>	<i>Inachis io</i>	<i>Inachis io</i>
<i>Pieris rapae</i>	<i>Pieris brassicae</i>	<i>Lycaena phlaeas</i>
<i>Vanessa atalanta</i> (W)	<i>Pieris rapae</i>	<i>Maniola jurtina</i>
	<i>Vanessa atalanta</i> (W)	<i>Pieris brassicae</i>
		<i>Pieris rapae</i>
		<i>Polyommatus icarus</i> *
		<i>Vanessa atalanta</i> (W)

3.3 Ackerbegleitvegetation

Die Ackerbegleitvegetation setzte sich insgesamt aus 28 Arten zusammen (s. Tab. VII, Anhang). Hinsichtlich der Artenvielfalt und der Blütendichte (Blühindex) wurden zwischen AUM-Flächen und Vergleichsflächen keine signifikanten Unterschiede festgestellt (s. Abb. 23). Auf den AUM Flächen wurden im Mittel (Median) 4,5 Arten, auf den Vergleichsflächen 5 Arten erfasst. Die mittlere Blütendichte (Median Blühindex) der AUM-Flächen betrug 0,8 die der Vergleichsflächen 0,2. Auf den Flächen des ökologisch wirtschaftenden Betriebes wurden mit Abstand die höchste Artenzahl sowie die höchste Blütendichte erfasst.

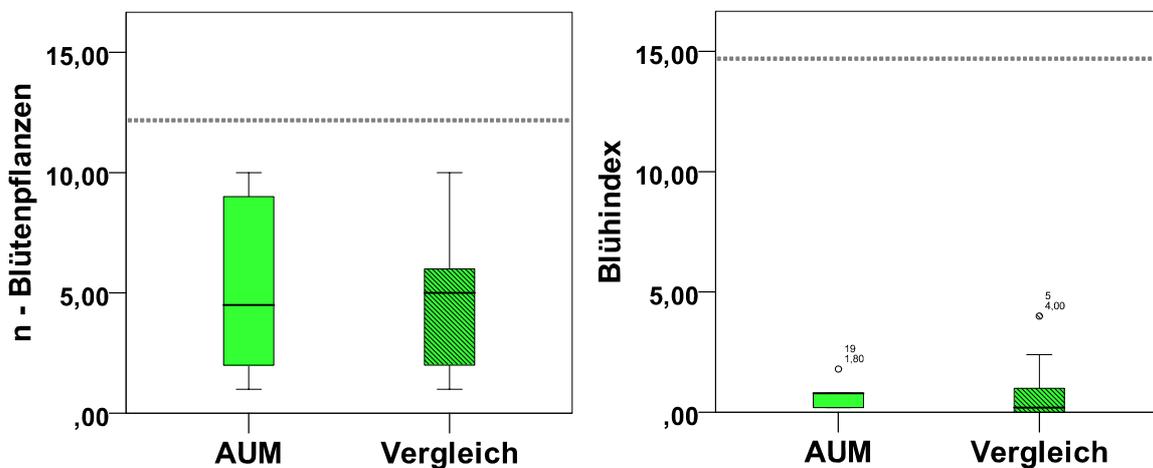


Abb. 23: Artenzahl und Blütendichte (Blühindex) der Transekte auf AUM- und Vergleichsflächen. Unterschiede zwischen den Kategorien sind nicht signifikant (U-Test). Gestrichelte Linie = Wert des ökologisch wirtschaftenden Betriebes.

3.4 Pollenquellen der Mauerbienen

In den Pollenproben der AUM-Betriebe wurden im Mittel (Median) 13 Pollentypen gefunden, in denen der VGL-Betriebe waren es 10,5 Pollentypen (s. Abb. 24). Sowohl bei den AUM-Betrieben als auch den VGL-Betrieben dominierten Brassicaceen-Pollen in den Brutzellen. Darüberhinaus wurden Rosaceen Pollen in größeren Anteilen in den Pollenproben gefunden. Der Anteil an Pollen von Pflanzen der Ackerbegleit-vegetation war sehr gering.

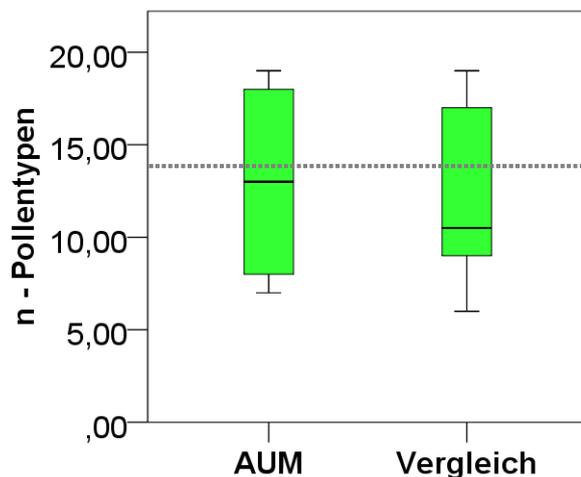


Abb. 24: Pollentypen bei AUM- und Vergleichsbetrieben. Gestrichelte Linie Durchschnittswert ökologischer Betrieb für 2009 und 2010.

3.5 Landschaftskonfiguration

Die Landschaftskonfiguration und -komposition innerhalb der Betrachtungsräume der AUM- und Vergleichsbetriebe variierte zwischen den Untersuchungsjahren 2009 und 2010 (s. Anhang, Tab. VIII bis XIV).

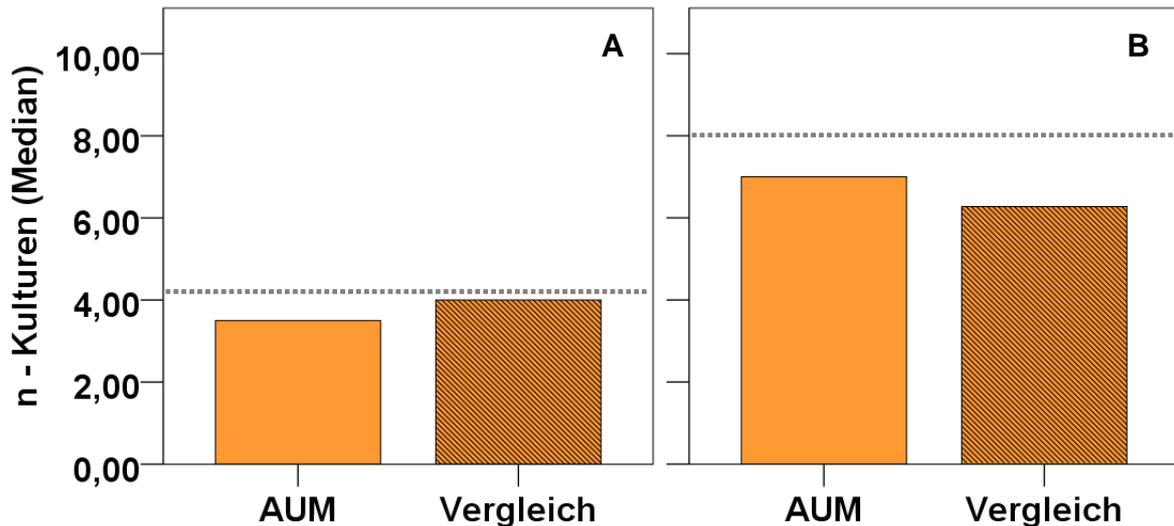


Abb. 25: Mittlere Anzahl Kulturen in einem Radius von 250 m (A) um die Bodenfallen und in einem Radius von 750 m (B) um die Bienenstationen. Gestrichelte Linie=Durchschnittswert ökologischer Betrieb für 2009 und 2010.

Im Umfeld der Bodenfallen (Radius 250 m) wurden bei den Vergleichsbetrieben tendenziell mehr Fruchtarten festgestellt (s. Abb. 25). Dagegen wurde im 750 m Radius bei den AUM Betrieben tendenziell eine höhere Vielfalt an Kulturarten festgestellt als bei den VGL-Betrieben. Auf dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb wurde im Vergleich zu den AUM- und VGL-Betrieben lediglich im 750 m Radius eine deutlich höhere Vielfalt an Kulturarten erfasst.

Der Flächenanteil von Wintergetreide im 750 m Radius war bei den AUM-Betrieben signifikant geringer als bei den Vergleichsbetrieben (s. Abb. 26).

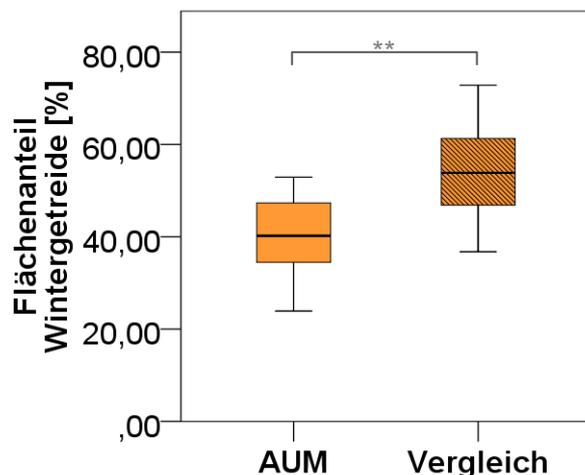


Abb. 26: Flächenanteil von Wintergetreide im 750 m Radius (U-Test, $p=0,05$).

4 Diskussion

Landwirtschaftliche Kulturen auf Äckern können unterschiedliche Lebensraumfunktionen für wirbellose Tiere übernehmen. Sowohl ackerbauliche Tätigkeiten, wie Bodenbearbeitung und Ernte, als auch die spezifischen Eigenschaften der Pflanzenbestände (z.B. Mikroklima) nehmen Einfluss auf die Lebensraumbedingungen in Kulturpflanzenbeständen und beeinflussen maßgeblich deren Besiedlung (z.B. TISCHLER 1980, SCHAEFER 2003). Neben den strukturellen Eigenschaften einer Kulturart bestimmt beispielsweise im Falle von blühenden Kulturen auch deren zeitliche Verfügbarkeit eine Rolle bei deren Eignung als Ressource. Die räumliche und jahreszeitliche Verfügbarkeit von Kulturpflanzen mit unterschiedlichen Habitateigenschaften können deshalb die Biodiversität in Ackerbaugebieten beeinflussen.

Ausprägung der Laufkäfer- und Spinnenzönosen

Die Laufkäfer- und Spinnenzönosen der Untersuchungsflächen repräsentieren typische Artengemeinschaften stark gestörter und strukturarmer Lebensräume (vgl. HEYDEMANN 1953, KIRCHNER 1960, MÜLLER 1968, THIELE 1977, MADER & MÜLLER 1984, SUNDERLAND 1987). Die mit der landwirtschaftlichen Nutzung verbundenen häufigen Veränderungen führen zu einer Selektion von Arten, die an die Störungen durch Bearbeitungsmaßnahmen auf Äckern in besonderem Maße angepasst sind (TISCHLER 1958, KIRCHNER 1960). Viele Bodenarthropoden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen stammen aus der Litoralfauna oder anderen Lebensräumen mit extrem schwankenden Umweltbedingungen.

In den Untersuchungsjahren 2009 und 2010 wurde insgesamt eine große Übereinstimmung im Artenspektrum festgestellt. Die unterschiedliche Aktivitätsdichte der Arten in beiden Untersuchungsjahren kann nicht ausschließlich auf Unterschiede bei den Witterungsbedingungen zurückgeführt werden. Es ist bekannt, dass in Jahren mit kühleren und feuchteren Perioden die Aktivitätsdichte bestimmter Arten zurückgehen kann (vgl. GILGENBERG 1986, GIERS-TIEDTKE et al. 1998). Darüberhinaus können sich aber auch die Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen sowie die innerartliche und zwischenartliche Konkurrenz um Nahrungsressourcen auf die lokalen Populationen von Laufkäfer- und Spinnenarten auswirken (LOVEI & SUNDERLAND 1996, ÖBERG 2009).

Verschiedene Arbeiten belegen, dass das Artenspektrum häufiger Laufkäfer- und Spinnenarten in Ackerbaugebieten vergleichsweise homogen ist (THIELE 1977, MADER & MÜLLER 1984, IRMLER 2003). Laufkäferzönosen stellen relativ stabile Systeme dar, in denen das geringere Auftreten einer Art durch vermehrtes Auftreten einer oder mehrerer anderer Arten ausgeglichen wird (BASEDOW et al. 1976). Von den 26 dominierenden Laufkäferarten in eu-

ropäischen Agrargebieten (s. THIELE 1977) wurden auch in der vorliegenden Arbeit mehr als 70 Prozent nachgewiesen. Die acht besonders häufigen Laufkäferarten wurden mit hohen Aktivitätsdichten nachgewiesen. Insgesamt dominierten in den Laufkäferzönosen vier Arten mit einem Gesamtanteil von mehr als 80 %. Hierzu zählte beispielsweise *Pterostichus melanarius*, der auf allen Untersuchungsflächen mit hohen Aktivitätsdichten registriert wurde. Diese Art ist in der Lage, nach Störungen ihres Lebensraumes, die entsprechenden Flächen innerhalb kürzester Zeit neu zu besiedeln (FADL & PURVIS 1998, THOMAS et al. 1998). Auch die Spinnenzönosen der Untersuchungsgebiete wurden durch die Dominanz weniger Arten geprägt. Hier traten drei Arten aus der Familie der Linyphiidae auf, die typische Besiedler gestörter Lebensräume sind. Sie sind in der Lage, selbst Habitats mit ungünstigen Bedingungen zu besiedeln, da sie hohe Reproduktionsraten und ein starkes Ausbreitungspotential aufweisen (z.B. FOELIX 1992, HARENBERG 1997).

Auswirkungen der Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf die Laufkäfer- und Spinnenzönosen

Der Vergleich zwischen den AUM- und den VGL-Flächen zeigt keine signifikanten Unterschiede in Artenzusammensetzung, Aktivitätsdichte oder Diversität der Laufkäfer- und Spinnenzönosen. Auch die Verteilung der nachgewiesenen Arten auf ökologische Gruppen lässt keine Unterschiede erkennen. In Lebensräumen mit vielfältigeren Habitatbedingungen ist in den Zönosen eine relativ ausgeglichene Verteilung der unterschiedlichen ökologischen Gruppen zu erwarten. Die bei der Shannon-Diversität und Evenness zumindest tendenziell höheren Werte bei den Laufkäferzönosen der AUM-Betriebe können nicht sicher auf die unterschiedliche Fruchtfolgegestaltung zurückgeführt werden. Unterschiede bei der Abundanz bestimmter Laufkäferarten auf Äckern können unter anderem durch natürliche Populationsschwankungen, Konkurrenz um Nahrungsressourcen und klimatische Effekte bedingt werden.

Bei der Spinnenzönosen kann die tendenziell höhere Diversität und Evenness der VGL-Betriebe mit dem vergleichsweise hohen Anteil der Linyphiiden erklärt werden. Diese Spinnengruppe ist vor allem in Wintergetreidefeldern stark vertreten. In den Untersuchungsgebieten der VGL-Betriebe war der Anteil an Wintergetreide im Vergleich zu den Gebieten der AUM-Betriebe signifikant höher (s. 3.5). Außerdem kann die Individuendichte der Linyphiiden-Arten regional stark schwanken, da das Ausbreitungsverhalten („ballooning“) zum Beispiel durch die Witterung beeinflusst wird (vgl. MARC et al. 1999).

Autoren verschiedener Studien kommen zu dem Schluss, dass Spinnen und Laufkäfer gegenüber Kulturarten auf Äckern nur geringe Präferenzen zeigen (z.B. BLICK et al. 2000, IRMLER 2003, PLATEN 2006). Dennoch wird auf die Bedeutung der strukturellen Vielfalt von Habitats für die Vielfalt der Laufkäfer- und Spinnenzönosen hingewiesen. WILMS et al. (2009) he-

ben die Relevanz unterschiedlicher Kulturartengruppen hervor und zeigen im Modell für Monokulturen die negativen Auswirkungen einer niedrigen lokalen Fruchtartendiversität. Die AUM-Flächen der vorliegenden Studie wurden zum Zeitpunkt der Untersuchungen bereits mehr als 5 Jahre nach den Rahmenbedingungen der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ bewirtschaftet. Möglicherweise ist dennoch ein Zeitraum von weniger als 10 Jahren für messbare Veränderungen der Zönosen auf den Ackerflächen nicht ausreichend. Die Ackerflächen der AUM-Betriebe wurden in der gleichen Intensität wie die VGL-Betriebe bewirtschaftet.

Bei den Leguminosenflächen boten Erbsen und Buschbohnen für Spinnen und Laufkäfer nur eine geringe Habitatqualität. Die entsprechenden Flächen wurden vergleichsweise intensiv bewirtschaftet. Sowohl die innerhalb weniger Wochen wiederholt durchgeführten Bodenbearbeitungsmaßnahmen als auch die Entfernung der Pflanzenbestände wirken sich negativ auf die Bodenfauna aus. Die Raumstrukturen mit vorhandenen Verstecken, möglichen Futterquellen, Beuteorganismen gehen verloren und das vorhandene Mikroklima wird verändert (KRAUSE 1987). Die Habitatfunktion von Ackerbohnen für Laufkäfer und Spinnen konnte in dieser Arbeit nicht näher untersucht werden. Es wird erwartet, dass die Lebensraumbedingungen dieser Körnerleguminose günstiger als bei Erbsen und Buschbohnen sind, da die Störeinflüsse durch Bearbeitungsmaßnahmen auf den Flächen geringer sind.

Auf dem ökologischen Betrieb wurde Klee gras angebaut. Diese Kultur wird über mindestens zwei Jahre auf dem Acker kultiviert und stellt somit einen stabileren Lebensraum dar. Auf der Klee grasfläche wurden sowohl bei den Laufkäfern als auch bei den Spinnen die höchsten Artenzahlen nachgewiesen. Die Besonderheit mehrjähriger Ackerfutterflächen als Habitat für Bodenarthropoden ist dabei auch in den speziellen mikroklimatischen Eigenschaften und der möglichen Funktion als Überwinterungslebensraum zu sehen.

Ausprägung der Bienen- und Tagfalterzönosen

Auf den Untersuchungsflächen wurden vergleichsweise artenarme Bienen- und Tagfalterzönosen erfasst. Dieses Ergebnis bestätigt, dass Ackerbaugebiete nur für wenige Arten geeignete Lebensraumbedingungen bieten (vgl. SCHINDLER & SCHUMACHER 2007). Nur bei Bienen- und Tagfalterarten, die mit hoher Stetigkeit auf den Untersuchungsflächen vorkamen, ist zu erwarten, dass diese regelmäßig ihre Reproduktionszyklen erfolgreich abschließen können.

Auf den Untersuchungsflächen wurden vor allem Tagfalterarten erfasst, die zur Gruppe der sogenannten r-Strategen (z.B. *Aglaia urticae*, *Pieris rapae*) gezählt werden (vgl. SETTELE et al. 1999). Außerdem wurde der Wanderfalter (z.B. *Cynthia cardui*) regelmäßig beobachtet. Die genannten Arten treten als Pioniere in den unterschiedlichsten Lebensräumen auf und können

sich bei Verfügbarkeit geeigneter Raupenfutterpflanzen auch in Habitaten mit geringer Stabilität zumindest in eingeschränktem Umfang reproduzieren (vgl. EBERT 1991: 74).

Kulturpflanzen sind bis auf wenige Ausnahmen als Raupenfutterpflanzen nicht geeignet. Außerdem verhindert die kurze Vegetationszeit und Bewirtschaftung der Flächen bei den meisten Tagfalterarten eine Entwicklung vom Larvenstadium bis zum Imago. Aus den genannten Gründen wird die Diversität von Tagfalterarten in Ackerbaugebieten insbesondere von der Art und Struktur der Randbereiche landwirtschaftlicher Nutzflächen beeinflusst (vgl. SPARKS & PARISH 1995, WELBULL et al. 2000, KRAUB 2003). Allerdings weisen Feldraine oder andere nicht bewirtschaftete Flächen im Randbereich der Äcker heute aufgrund des hohen Nährstoffniveaus und z.B. der Verdriftung von Herbiziden nur eine geringe Vielfalt an Pflanzenarten auf. Zudem werden Saumstrukturen häufig gemäht. Dies beeinflusst die Struktur des Pflanzenbestandes sowie die Verfügbarkeit von Nahrungsquellen für Imagines und Larven.

Bei den Bienen wurden regelmäßig solche Arten auf den Untersuchungsflächen nachgewiesen, die die angebauten Kulturen oder die Ackerbegeleitvegetation als Nahrungsressource nutzen können und im Bereich nicht bewirtschafteter Flächen geeignete Nistmöglichkeiten vorfinden. Zu diesen Arten zählen *Bombus lapidarius*, *Andrena dorsata*, *Andrena flavipes*, *Colletes daviesanus* und *Lasioglossum calceatum*. Die genannten Arten nisten im Boden und können prinzipiell ungestörte Wegsäume für die Anlage von Nestern nutzen.

Die bislang wenigen Untersuchungen über Bienenzönosen in Ackerbaugebieten weisen darauf hin, dass die Artenvielfalt an Bienen in solchen Lebensräumen allgemein gering ist (Ref. in SCHINDLER & SCHUMACHER 2007). Bienen benötigen in ihrem Lebensraum eine räumlich enge Vernetzung geeigneter Nist- und Nahrungshabitate. Da die meisten Bienenarten vergleichsweise geringe Distanzen von den Neststandorten zu den Nahrungsquellen zurücklegen können, sind sie in besonderem Maße von der Strukturarmut in ackerbaulich genutzten Regionen betroffen (z.B. WALTHER-HELLWIG & FRANKL 2000a/b, GATHMANN & TSCHARNTKE 2002, WESTPHAL et al. 2006).

Viele Bienenarten besuchen Äcker in der Regel ausschließlich als Nahrungsgäste, die entweder die Ackerbegleitflora oder geeignete Feldkulturen als Nektar- bzw. Pollenquelle nutzen. Bestimmte Kulturpflanzen, wie z.B. Raps oder Ackerbohnen, können während der Blütezeit das Nahrungsangebot für Bienen erweitern. Die meisten Kultivare sind aber aufgrund der relativ engen Blühzeiträume nur für wenige Bienenarten als Nektar- und Pollenquelle geeignet. Eine Funktion als Nisthabitat können Äcker nur dann übernehmen, wenn die Felder pfluglos bewirtschaftet werden und Kulturpflanzenbestände lückig sind (WESTRICH 1989: 77, CORBET et al. 1994). So wurden auf pfluglos bewirtschafteten Flächen des ökologischen Betriebes zahlreiche Nester bestimmter Furchenbienen- und Sandbienenarten gefunden. Diese Bienenarten graben ihre Nester etwa 20 bis 30 cm tief in den Boden.

Auswirkungen der Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf die Tagfalter- und Bienenzöosen

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass sich die Integration von Leguminosen in die Fruchtfolgen sowohl bei Tagfaltern als auch bei Hummeln positiv auf deren Aktivitätsdichte auswirken. Darüberhinaus wurde bei Bienen eine Steigerung der Artenzahlen festgestellt, die ebenfalls auf die Präsenz der Leguminosen zurückzuführen ist. Positive Effekte der AUM ohne Berücksichtigung der Leguminosen wurden dagegen nicht festgestellt.

Die Ausbildung der Ackerbegleitflora (s. Kap. 4.3) auf den AUM Betrieben unterschied sich nicht von der der VGL Betrieben. Die Hypothese, dass sich in Gebieten mit einer höheren lokalen Fruchtartenvielfalt entlang der Kulturgrenzen eine größere Dichte der Ackerbegleitvegetation etablieren kann, wurde damit widerlegt. Auch die Ergebnisse der Pollenanalyse zeigten keinen Unterschied zwischen AUM- und Vergleichsbetrieben. Bei letzterem Untersuchungsansatz wurde ein größerer Raumausschnitt betrachtet, da die Aktivitätsradien der ausgebrachten Mauerbienenarten zwischen 500 und 1000 m betragen können. Die prinzipielle Nutzung der Ackerbegleitflora durch Bienen konnte durch die Analyse von Pollenladungen belegt werden. So wurden beispielsweise bei Individuen von *Andrena flavipes*, *Colletes daviesanus* und *Lasioglossum calceatum*, die beim Besuch von Pflanzen entlang der Kulturgrenzen gefangen wurden, in großen Anteilen der Pollen von Kamille (*Matricaria spec.*) nachgewiesen (SCHULTE & SCHINDLER unveröff.). Bei der Analyse der Pollenproben aus den Mauerbienenestern wurden zudem Pollen von Gebräuchlicher Erdrauch (*Fumaria officinalis*) identifiziert. Die potentielle Eignung weiterer Pflanzenarten der Ackerbegleitflora, wie z.B. Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*), Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*), konnte in anderen Arbeiten gezeigt werden (vgl. WESTRICH 1989).

Bei den Kulturpflanzen wurde insbesondere Rapspollen in größeren Anteilen in den Pollenladungen der Mauerbienen gefunden. Raps und Zwischenfrüchte wie z.B. Ackersenf können zumindest temporär eine Funktion als Nahrungsressource für Bienen übernehmen. Auf die mögliche Funktion der angebauten Leguminosen als Nahrungsressource wird im folgenden Abschnitt eingegangen. Insgesamt zeigt sich, dass die Qualität von Ackerbaugebieten als Nahrungshabitat für Blütenbesucher durch das meist räumlich und zeitlich stark eingeschränkte Angebot an Nahrung erheblich beeinträchtigt ist. Die Untersuchungen belegen aber auch, dass sich Populationen bestimmter Bienenarten in Ackerbaugebieten etablieren können, wenn geeignete Trachtpflanzen verfügbar sind.

Bei den von den AUM-Betrieben angebauten Leguminosen wurden Unterschiede hinsichtlich der Ressourcenfunktion der Kulturen für Bienen und Tagfalter beobachtet. Mit Ausnahme der Klee-Grasfläche des ökologisch wirtschaftenden Betriebes eignet sich keine der untersuchten

Kulturen als Reproduktionshabitat für Tagfalter. Dies liegt vor allem an dem vergleichsweise kurzen Zeitraum zwischen Aussaat und Ernte der entsprechenden Kulturen. Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich der regelmäßige Einsatz von Insektiziden in diesen Kulturen negativ auf die Entwicklung der Tagfalterraupen auswirkt.



Abb. 24: Blüten der Buschbohnen werden von Hummeln als Nektarquelle genutzt. Um die Nektarien erreichen zu können, beißen Hummeln ein Loch in Kelch- oder Kronblätter der Blüte.

Auf den Klee-Grasflächen des ökologischen Betriebes wurde mit dem Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*) eine Schmetterlingsart

nachgewiesen, die Leguminosen als Raupenfutterpflanzen benötigt. Es wurden Weibchen bei der Eiablage an Luzerne-Pflanzen beobachtet. Die grundsätzlich höhere Habitatqualität der Klee-Grasflächen wurde allerdings durch die relativ hohe Mahdfrequenz beeinträchtigt, die sich sowohl bei Bienen als auch bei Tagfaltern deutlich auf die Aktivitätsdichte auswirkte. Bei der Mahd wird der Blühaspekt und damit die Nahrungsgrundlage während der Vegetationsperiode wiederholt entzogen. Weiterhin können sich die Mahd selbst und der Abtransport des Schnittgutes negativ auf die Raupen von Tagfaltern auswirken (vgl. BRUCKHAUS 1993).

Bei den untersuchten Leguminosen kommt neben Klee-Gras insbesondere Ackerbohnen eine Bedeutung bei der Verbesserung der Habitatfunktion der Ackerflächen zu. Diese Körnerleguminose wird von Bienen als Nektar- und Pollenressource genutzt. Tagfalter wurden bei der Nektaraufnahme beobachtet. Insgesamt wurde die höchste Artenzahl und höchste Aktivitätsdichte von Bienen auf Ackerbohnen gemessen. Auf Buschbohnen wurden ausschließlich Hummeln und Honigbienen bei der Nektaraufnahme beobachtet. Erbsen wurden weder von Bienen noch von Tagfaltern als Nahrungsressource genutzt. Buschbohnen und Erbsen sind nicht auf Fremdbestäubung durch Insekten angewiesen. Die Blüte ist durch ihre Morphologie für viele Blütenbesucher nur schwer zugänglich. Vor allem kurzrüsselige Hummeln beißen deshalb die Blüten in der Nähe des Kelches auf, um die Nektarien erreichen zu können (s. Abb. 24). Diese Öffnung wird auch von Honigbienen für die Nektaraufnahme genutzt. Andere Bienenarten können dagegen die heute kultivierten Buschbohnen- und Erbsensorten offensichtlich nicht als Nahrungsressource nutzen.

5 Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Integration von Leguminosen in die Agrarumweltmaßnahme „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ positive Auswirkungen auf blütenbesuchende Insekten in Ackerbaugebieten haben kann. Das Spektrum dieser Kulturen reichte auf den Versuchsbetrieben von Ackerbohnen (Körnerleguminosen) über Erbsen und Buschbohnen (Feldgemüse) bis zu Klee-Grasflächen auf dem ökologisch wirtschaftendem Betrieb. Es wurden unterschiedliche Effekte der genannten Kulturen auf die Habitatqualität von Ackerflächen festgestellt. Hervorzuheben hierbei sind Ackerbohnen und Klee-Gras. Beide Kulturen können eine wichtige Funktion als Nahrungshabitat übernehmen. Da auf Klee-Gras Flächen zumindest über zwei Jahre keine Bodenbearbeitung durchgeführt wird, sind diese Flächen auch als Nisthabitat für im Boden nistende Bienenarten potentiell geeignet.

Es wird empfohlen, auch in der nächsten Förderperiode den Mindestanteil von Leguminosen in der Fruchtfolge (in NRW derzeit 7 %) beizubehalten und wenn möglich zu erhöhen. Zusätzliche positive Effekte für blütenbesuchende Insekten könnten durch die Kombination der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ mit einer Komponente „Anbau von Körnerleguminosen“ erzielt werden. Die Funktion von Ackerbohnen als Nahrungshabitat wird gegenüber Erbsen und Bohnen als günstiger eingestuft. Auch durch die stärkere Integration von blühenden Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge könnte die Nahrungssituation in Ackerbaugebieten verbessert werden. Bislang sind Zwischenfrüchte in NRW als Bodenbedecker nach der Ernte der Leguminosen obligatorisch. In der Praxis kommen diese Kulturen häufig erst vergleichsweise spät oder überhaupt nicht zur Blüte. Durch eine frühe Aussaat von blühenden Zwischenfrüchten nach der Ernte des Wintergetreides könnte die zeitliche Verfügbarkeit potentieller Nahrungsquellen erheblich ausgeweitet werden. Auch die Verwendung von Mischungen mit verschiedenen einjährigen, nicht unterschiedlichen winterharten Pflanzenarten kann zu einer Verbesserung des Ressourcenangebotes beitragen. Darüberhinaus werden deutliche positive Effekte auf blütenbesuchende Insekten bei der Integration mehrjähriger Ackerfutterflächen (z. B. Klee gras) in die Fruchtfolge erwartet (vgl. SCHINDLER & SCHUMACHER 2007, WILMS et al. 2009).

Obwohl bei den vorliegenden Untersuchungen keine signifikanten Effekte der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf Laufkäfer und Spinnen nachgewiesen wurden, werden positive Auswirkungen auf Bodenarthropoden nach mehreren Rotationszyklen der Fruchtarten auf den Ackerflächen als realistisch eingeschätzt. Auch WILMS et al. (2009) heben die wichtige Funktion der strukturellen Vielfalt auf Äckern zur Förderung und Stabilisierung der Laufkäfer- und Spinnenzönosen hervor. Sie weisen in diesem Zusammenhang auf Wintergetreideflächen als Stabilisator für die Zönosen hin. Wintergetreide hat aufgrund seines hohen Flächenumfangs

und seiner langen Anbaugeschichte in Ackerbaugebieten eine zentrale Funktion als Habitat für viele Tierarten, die Äcker besiedeln. Deutliche Zusatzeffekte auf die Vielfalt von Laufkäfern und Spinnen werden durch die Integration mehrjähriger Kulturen (Ackerfutter) in die Fruchtfolge erwartet. Auch die Kombination der AUM „Vielfältige Fruchtfolgen“ mit einem Zusatzmodul „Pfluglose Bodenbearbeitung“ oder die Förderung der Stoppelbrache könnte sich positiv auf Bodenarthropoden auswirken. Letzt genannte Maßnahmen werden positiv beurteilt, weil hierdurch die Störungen und Veränderungen des Lebensraumes der Bodenarthropoden verringert werden.

Die Ergebnisse demonstrieren, dass die Etablierung standardisierter Indikatoren für die Bewertung der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ auf der überregionalen Ebene nur eingeschränkt möglich ist. Laufkäfer und Spinnen, für deren Erfassung anerkannte und etablierte Erfassungsmethoden bestehen, zeigen gegenüber Kulturarten geringe Präferenzen. Messbare Veränderungen, die mit der Erweiterung einer Fruchtfolge zu erwarten sind, treten vermutlich erst nach vielen Jahren auf. Bei der Gruppe der Blütenbesucher zeigt die vorliegende Untersuchung, dass Wildbienen prinzipiell für die Evaluierung der AUM „Anbau vielfältiger Fruchtfolgen“ geeignet sind. Allerdings werden weitere Informationen über das regionale Artenpotential von Wildbienen in Ackerbaugebieten als Vergleichsdaten benötigt, um Untersuchungsergebnisse eindeutig interpretieren zu können (s. Kap. 9).

6 Literatur

- ALTIERI, M. A. (1999):** The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosystems Environ.*, 74: 19-31.
- ALTIERI, M. A. & C. I. NICHOLLS (2004):** Biodiversity and pest management in agroecosystems. 2. ed. Binghamton, NY (Food Products Press).
- AMIET, F. (1996):** Hymenoptera Apidae, 1. Teil – Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. – *Insecta Helvetica Fauna* (Neuchâtel) 12: 1–98.
- AMIET, F., HERRMANN, M., MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2001):** *Fauna Helvetica*, Apidae 3. *Fauna Helvetica* (Neuchâtel), 6: 1–208.
- AMIET, F., NEUMEYER, R. & A. MÜLLER (1999):** *Fauna Helvetica*, Apidae 2. *Fauna Helvetica* (Neuchâtel), 4: 1–219.
- ARNDT, H. (1980):** Sozio-ökonomische Wandlungen im Agrarwirtschaftsraum der Jülich-Zülpicher Börde. – Universität zu Köln (Selbstverlag im Wirtschafts- und Sozialgeographischen Institut).
- BÄHRMANN, R. (1995):** Bestimmung wirbelloser Tiere. Jena (Gustav Fischer Verlag).
- BARBER, H. S. (1931):** Traps for cave-inhabiting insects. – *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 46: 259-266.
- BARNDT, D., S. BRASE, M. GLAUCHE, H. GRUTTKE, B. KEGEL, R. PLATEN & H. WINKELMANN (1991):** Die Laufkäferfauna von Berlin (West) – mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). – In: Auhagen et al. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Schwerpunkt Berlin (West): 243-275.
- BARNDT, D., I. LANDECK & D. WIEDEMANN (2006):** Sukzession der Laufkäferfauna (Col.: Carabidae) in der Bergbaufolgelandschaft Grünhaus (Brandenburg: Niederlausitz). – *Märkische Ent. Nachr.*, 8 (1): 81-112.
- BASEDOW, T. (1987):** Der Einfluss gesteigerter Bewirtschaftungsintensität im Getreidebau auf die Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). Auswertung vierzehnjähriger Untersuchungen (1971-1984). – *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch.*, 235: 1-123.
- BASEDOW, T., A. BORG, R. DE CLERCQ, W. NIJVELDT & F. SCHERNEY (1976):** Untersuchungen über das Vorkommen der Laufkäfer [Col.: Carabidae] auf europäischen Getreidefeldern. – *Entomophaga*, 21: 59-72.
- BELLMANN, H. (2001):** Kosmos-Atlas Spinnentiere Europas. Stuttgart (Kosmos Verlag).

- BLICK, T., L. PFIFFNER & H. LUKA (2000):** Epigäische Spinnen auf Äckern der Nordwest-Schweiz im mitteleuropäischen Vergleich (Arachnida: Araneae). – Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent., 12: 267-276.
- BROHMER, P., BOHLKE, H., REICHSTEIN, H., SATTLER, K., SCHMIDT, E., SICK, F. & M. SCHAEFER (2002):** Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt, 22. Aufl. Wiebelsheim (Quelle & Meyer Verlag).
- BRUCKHAUS, A. (1993):** Zur Faunenbeeinflussung von Trockenrasen durch Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen. Ber. ANL, 17: 187-193.
- CORBET, D. A., N. M. SAVILLE & J. L. OSBORNE (1994):** Farmland as a habitat for bumble bees. pp. 33-46. In: MATHESON (ed.): Forage for bees in an agricultural landscape. Cardiff (IBRA).
- CRAMER, B. (2006):** Überprüfung von Bewertungsmodellen zur Identifikation und Prognose von Schadverdichtungen auf Ackerböden in Nordrhein-Westfalen, Diss., Univers. Bonn.
- DATHE, H. (1980):** Die Arten der Gattung *Hylaeus* in Europa (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). – Mitt. Zoolog. Museum Berlin, 56: 207–294.
- DEUTSCHER JUGENDBUND FÜR NATURBEOBACHTUNG (DJN) (2000):** Bestimmungsschlüssel für Laufkäfer, 2. Auflage. Hamburg.
- DINTER, W. (1999):** Naturräumliche Gliederung der Großlandschaften in Nordrhein-Westfalen. – LÖBF Schr.-R., 17.
- DUMBECK, G. (2009):** Exkursion G1: Rekultivierung landwirtschaftlicher Flächen im rheinischen Braunkohlerevier im Wandel der Zeit. <http://www.dbg-bonn-2009.de>
- EBERT, G. (1991):** Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 1 und 2. Stuttgart (Ulmer).
- EBMER, A. W. (1969-1971):** Die Bienen des Genus *Halictus* Latr. S. L. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). – Naturkd. Jb. Linz. 1969, 133–183, 1970, 19–82, 1971, 63–156, 1973: 123–158.
- FADL, A. & G. PURVIS (1998):** Field observations on the lifecycles and seasonal activity patterns of temperate carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting arable land. Pedobiologia, 42: 171–183.
- FAL (2005):** Aktualisierung der Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum - Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. Bericht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. 174 S.

- FOELIX, R. F. (1992):** Biologie der Spinnen. – 2. Aufl., Stuttgart (Thieme).
- FREUDE, H., K.W. HARDE & G.A. LOSE (HRSG.) (1964-1989):** Die Käfer Mitteleuropas. Mehrbändiges Werk. Krefeld (Goecke&Evers).
- FREUDE, H., HARDE, H.W. & LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER (HRSG.) (2004):** Die Käfer Mitteleuropas. Mehrbändiges Werk. Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag).
- GATHMANN, A. & T. TSCHARNTKE (2002):** Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71: 757-764.
- GIERS-TIEDTKE, E., W. SCHILLER, P. HOCKMANN, F. NIEHUIS & F. WEBER (1998):** Hinweise auf die Wirksamkeit abiotischer Schlüsselfaktoren in Carabiden-Populationen – Erkenntnisse aus mehr- und vieljährigen Untersuchungen. – *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Naturschutz*, 58: 229-241.
- GURR, M. G., S. D. WRATTEN & J. M. LUNA (2003):** Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Appl. Ecol.*, 4: 107-116.
- HARENBERG, A. (1997):** Auswirkungen abgestuft extensiv geführter Anbausysteme in verschiedenen Fruchtfolgen (Raps-, Zuckerrübenfruchtfolge) und einer selbstbegründenden Dauerbrache auf Spinnen (Arachnida: Araneae). – Diss. Universität Braunschweig.
- HEIMER, S. & G. NENTWIG (1991):** Spinnen Mitteleuropas. Berlin (Paul Parey).
- HEYDEMANN, B. (1953):** Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. – Dissertation an der Universität Kiel.
- HEYDEMANN, B. (1964):** Die Carabiden der Kulturbiotop von Binnenland und Nordseeküste- ein ökologischer Vergleich (Coleopt., Carabidae). *Zool. Anz.*, 172: 4-86.
- HOBFELD, R. (1963):** Synökologischer Vergleich der Fauna von Winter- und Sommerrapsfeldern. – *Z. angew. Ent.*, 52: 209-254.
- IRMLER, U. (2003):** The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. *Agric., Ecosyst., Environ.*, 98: 141 - 151.
- KIRCHNER, H. (1960):** Untersuchungen zur Ökologie feldbewohnender Carabiden. – Dissertation an der Universität Köln.
- KRAUB, J. (2003):** Auswirkungen von Habitatfragmentierung und Landschaftsstruktur auf Tagfalter und Blütenpflanzen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Agrarwissenschaften. Georg-August-Universität Göttingen. 102 S.

- KREUELS, M. & R. PLATEN (2002):** Rote Liste der gefährdeten Webspinnen (Arachnida: Aranea) in Nordrhein-Westfalen mit Checkliste und Angaben zur Ökologie der Arten, Schriftenr. Landesanst. Ökol. Bodenord. Forsten, 17: 449-504.
- LANG, S. & T. BLASCHKE (2007):** Landschaftsanalyse mit GIS. Stuttgart (Eugen-Ulmer-Verlag).
- LARSSON, S. G. (1939):** Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. – Entomol. Medd., 20: 277-560.
- LINDROTH, C.H. (1945):** Die fennoskandischen Carabidae. Eine tiergeographische Studie. I. Spezieller Teil. Göteborgs Kungl. Vetensk. Handl., B 4: 1-709.
- LINDROTH, C.H. (1974):** Handbook for the identification of British insects, Coleoptera: Carabidae, IV, London: Royal Entom. Soc. of London.
- LÖVEL, G. L. & K. D. SUNDERLAND (1996):** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). – Annu. Rev. Entomol., 41: 231-256.
- MADER, H. J. & K. MÜLLER (1984):** Der Zusammenhang zwischen Heckenlänge und Artenvielfalt. – Z. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 25: 282-293.
- MARC, P., A. CANARD & F. YSNEL (1999):** Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. Agric. Ecosystems Environ., 74: 229-273.
- MARTIN, D. (1991):** Zur Autökologie der Spinnen (Arachnida:Araneae) I. Charakteristik der Habitatausstattung und Präferenzverhalten epigäischer Spinnen. – Arachnol. Mitt., 1: 5-26.
- MAUSS, V. (1992):** Bestimmungsschlüssel für Hummeln. 4. Auflage. Hamburg (DJN).
- MELZER-GEIBLER, K. (2003):** Wolfspinnenzönosen (Araneae, Lycosidae) von Weinbergstandorten bei Bad Honnef und Unkel und ihre ökologische Differenzierung. – Dissertation an der Universität Bonn.
- MICHENER, C. D. (2000):** The bees of the world. Baltimore (Johns Hopkins University Press).
- MKULNV (2009):** NRW-Programm Ländlicher Raum 2007 - 2013 Jahresbericht 2009. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz. Düsseldorf. 67 S.
- MKULNV (2011):** Internetquelle des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW. <http://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/agrarumweltmassnahmen/index.php>. Recherche: 12.09.2011.
- MÜHLENBERG, M. (1989):** Freilandökologie. – 2. Aufl., Heidelberg (Quelle & Meyer).
- MÜLLER, G. (1968):** Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Coleopterenfauna der küs-

- tennahen Kulturlandschaft bei Greifswald. Teil I: Die Carabidenfauna benachbarter Acker- und Weideflächen mit dazwischenliegendem Feldrain. – *Pedobiologia*, 8: 313-339.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (HRSG.) (2004):** Bd. 2, Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: Freude, H., K. W. Harde, G. A. Lohse & B. Klausnitzer: Die Käfer Mitteleuropas. 2. Aufl., Heidelberg/Berlin (Spektrum-Verlag).
- MUNLV (2004):** Wegweiser durch das Kulturlandschaftsprogramm Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf, Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Druckschrift. 22 S.
- ÖBERG, S. (2009):** Influence of landscape structure and farming practice on body condition and fecundity of wolf spiders. *Basic and Appl. Ecol.*, 10: 614-621.
- PLACHTER, H., U. STACHNOW & A. WERNER (2005):** Methoden zur naturschutzfachlichen Konkretisierung der „Guten fachlichen Praxis“ in der Landwirtschaft. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 7: 1-330.
- PLATEN, R., M. MORITZ & B. V. BROEN (1991):** Liste der Webspinnen und Weberknechtarten (Arach.: Araneida, Opilionidae) des Berliner Raumes und ihre Auswirkung für Naturschutzzwecke (Rote Liste). – In: Auhagen (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Schwerpunkt Berlin (West): 169-205.
- PLATEN, R. (2006):** Integrierende Ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB) - Arthropodenuntersuchung (Arachnida: Araneae, Coleoptera: Carabidae) in Hasenholz und Vierraden. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 15, 124-133.
- ROBERTS, M.J. (1985):** The spiders of Great Britain and Ireland. Atypidae to Theridiosomatidae. Vol I Harley Books, Chelchester.
- ROBERTS, M.J. (1995):** Spiders of Britain & Northern Europe. Collins Field Guide. London (Harper Collins Publishers).
- SCHAEFER, M. (1973):** Welche Faktoren beeinflussen die Existenzmöglichkeiten von Arthropoden eines Stadtparks- untersucht am Beispiel der Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opilionida).-Faun. *Ökol. Mitt.*, 4: 305-318.
- SCHAEFER, M. (2003):** Die Bodenfauna in Agrarökosystemen: von der Diversität zum Nahrungsnetz. *Nova Acta Leopoldina*, NF 87: 195-214.
- SCHEUCHEL, E. (1995):** Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae, 1. Aufl. – Velden (Eigenverlag).

- SCHEUCHEL, E. (1996):** Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II: Megachilidae – Melittidae, 1. Aufl. – Velden (Eigenverlag).
- SCHINDLER, M. & W. SCHUMACHER (2007):** Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft (Literaturstudie). Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 147: 1-50.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930):** Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. 2. Auflage. – Jena (Gustav Fischer).
- SCHWARZ, M., GUSENLEITNER, F., WESTRICH, P. & DATHE H. H. (1996):** Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz. – Entomofauna Suppl. (Ansfelden), 8: 1–398.
- SETTELE, J., R. FELDMANN & R. REINHARDT (1999):** Die Tagfalter Deutschlands - Ein Handbuch für Freilandökologen, Umweltplaner und Naturschützer. Stuttgart (Eugen Ulmer).
- SPARKS T.H., T. PARISH (1995):** Factors affecting the abundance of butterflies in field boundaries in swavesey fens, Cambridgeshire, UK. *Biological Conservation*, 73(3): 221-227.
- STAMMER, H.J. (1948):** Die Bedeutung der Aethylenglykolfallen für tierökologische- und phänologische Untersuchungen. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1948: 387-391
- SUNDERLAND, K. D. (1987):** Spiders and cereal aphids in Europe. *Bull. SROP/WPRS*, 10 (1): 82-102.
- THIELE, H. U. (1964):** Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 53: 537-586.
- THIELE, H.U. (1977):** *Zoophysiology and Ecology 10 - Carabid beetles in their environment*, Berlin (Springer Verlag).
- THIES, C. & T. TSCHARNTKE (1999):** Landscape Structure and Biological Control in Agroecosystems. *Science*, 285: 893-895.
- THOMAS, C.F.G., L. PARKINSON & E.J.P. MARSHALL (1998):** Isolating the components of activity-density for the carabid beetle *Pterostichus melanarius* in farmland. *Oecologia*, 116: 103–112.
- TISCHLER, W. (1958):** Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze (Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft). *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 47: 54-114.

- TISCHLER, W. (1980):** Biologie der Kulturlandschaft. Stuttgart (Gustav Fischer).
- TRAUTNER, J. (1991):** Laufkäfer: Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanungen, In: Trautner (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen, BVDL-Tagung, Ökologie in Forschung und Anwendung, 5: 145-162.
- VON THÜNEN INSTITUT (vTI) & INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR PLANUNG UND INFORMATIONSTECHNOLOGIE (ENTERA) (2010):** Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum 2007 - 2013. Plan des Landes Nordrhein-Westfalen zur Entwicklung des ländlichen Raums 2007 - 2013.
- TRAUTNER, J. & K. GEIGENMÜLLER (1987):** Sandlaufkäfer, Laufkäfer. Illustrierte Schlüssel zu den Cicineliden und Carabiden Europas. Aichtal (Josef Markgraf Verlag).
- WACHMANN, E., PLATEN, R. & D. BARNDT (1995):** Laufkäfer-Beobachtung, Lebensweise. Augsburg (Naturbuch Verlag).
- WALTHER-HELLWIG, K. & R. FRANKL (2000a):** Foraging distances of *Bombus muscorum*, *Bombus lapidarius*, and *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae). J. Ins. Behavior, 13 (2): 239-246.
- WALTHER-HELLWIG, K. & R. FRANKL (2000b):** Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. Journal of Applied Entomology, 124 (7-8): 299-306.
- WARNCKE, K. (1992):** Die westpaläarktischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* (Latr.) (Hymenoptera: Apidae: Halictinae). – Bericht der Naturf. Gesellsch. (Augsburg), 52: 9–64.
- WEIDEMANN, H. J. (1995):** Tagfalter: beobachten, bestimmen. Augsburg (Naturbuch-Verlag).
- WELBULL, A., J. BENGTTSSON & E. NOHLGREN (2000):** Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming systems and landscape heterogeneity. Ecography, 23: 743-750.
- WESTPHAL, C., I. STEFFAN-DEWENTER & T. TSCHARNTKE (2006):** Bumblebees experience landscape at different spatial scales: possible implications for coexistence. Oecologia, 149: 289-300.
- WESTRICH, P. (1989):** Die Wildbienen Baden-Württembergs. Allgemeiner Teil (I) und Spezieller Teil (II). – Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- WILLMS, M., M. GLEMNITZ & J. HUFNAGEL (2009):** „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter

den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (EVA)“. Schlussbericht zu Teilprojekt II: „Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus“. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg. 155 S.

WYNHOFF, I., C. v. SWAAY & J. v. D. MADE (2001): Veldgids Dagvlinders. Veldgids, 11. Utrecht. (KNNV, Niederlande).

ZENSES, E. (1995): Landschaften zwischen Rhein und Eifel – Die Jülich-Zülpicher Börde. – Zweckverband Naturpark Kottenforst-Ville, Informationsr., 1.

7 Anhang

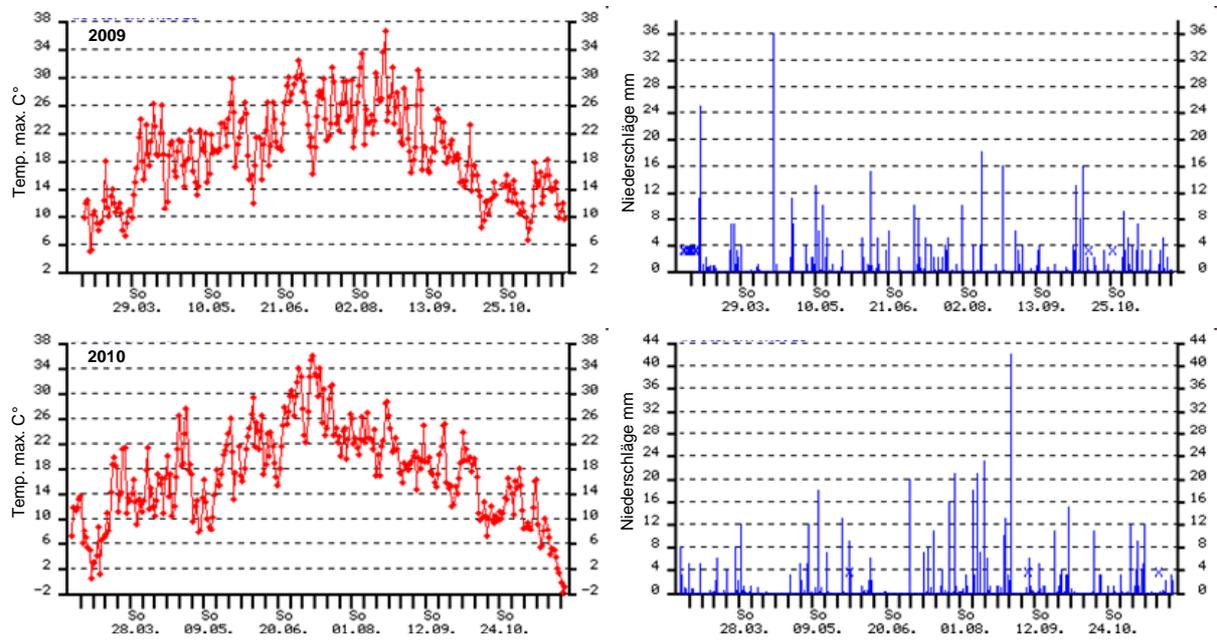


Abb. I: Witterung in der Versuchsperiode 2009 und 2010. Höchsttemperatur und Niederschläge des Messtation Nörvenich (Quelle: wetteronline.de).

Tab. I: Angaben zur Bewirtschaftung der Untersuchungsflächen, Untersuchungsjahr 2009.

	Betrieb 1				Betrieb 2		
	W.Weizen	ZR	Erbsen	B.bohnen	W.Gerste	ZR	Erbsen
Größe (ha)	11,9	17,2	13	13	8,4	18,4	4,2
Index	1,15	1,19	1,14	1,14	1,41	1,18	1,78
Bewirtschaftung	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug
Bodenzahl	54	71	60	60	75	45	69
Vorfrucht	Kartoffel/ Buschbohnen	W.Weizen	ZR	Erbsen	W.Weizen	Mais/ W.Gerste/ W.Weizen	W. Gerste
BB vor Aussaat	Grubber	Grubber, Pflug, Egge, Krümmler	Jan.09: Pflug	s.u.	Sept. 08: Pflug	Dez. 08: Pflug	Dez. 08: Pflug
Saattermin	18.10.08: Grubber und Scheiben-egge, Kreiselegge u. Drille	05.04.09	21.03.09: Kreiselegge, Drille u. Feingrubber	04.07.09: Kreiselegge	01.10.08: Frontpacker, Kreiselegge, Sämaschine	1.04.09 (Kompaktor f. Saatbettb.)	12.03.09: Kreiselegge (Kompaktor f. Saatbettb.)
Erntetermin	31.07.09 u. 01.08.09	08.11.- 20.11.09	20.06.09	18.-20.09.09	15.07.09	15.11.09	20.06.09
Düngung (ha)	19.03.09: 70 N KAS 04.04.09: 48 N AHL 25.05.09: 75 N AHL	17.11.08: 900 g Kornkali 01.04.09: 110 N KAS	09.12.08: 20 t Cham- post 17.03.09: 150 kg KAS (40 N)	13.07.09: 250 kg NKP (35N, 25P, 40K)	Ende Feb.09: 100 N	15.02.09, 100 N Ende 05.09 50 N	28.03.09: 30 N 22.06.09 Gründüngung Gelbsenf
Anwendung PSM: (Herbizide/ Fungizide/ Wachstumsregler)	07.11.08 04.04.09 27.04.09 14.05.09 05.06.09	21.04.09 29.04.09 15.05.09 (08.05.09 16.05.09)	21.04.09 29.04.09 15.05.09 17.07.09 31.08.09	09.07.09 21.07.09 10.08.09 16.08.09 26.08.09	01.11.08: Anfang 05.09 Mitte 05.09 Anfang 06.09	01.08.08 01.09.08 20.04.09 30.04.09 10.05.09	15.03.09
Anwendung: Insektizide	05.06.09: Karate Zeon	17.07.09: Karate Zeon	22.04.09: Karate Zeon 27.05.09: Fostac + Pirimor	-	01.11.08: Karate Zeon	-	16.04.09: Karate Zeon
Termine BB: Grubber/ Pflug	-	-	19.06.09: Grubber 20.06.09: Pflug	18.-20.09.09 u. 18.10.09: Grubber	Anf.08.09: Grubber (Stoppelbrache) Anf.12.09: Pflug	20.11.09: Pflug, Aus- saat W.Weizen	Anf. 09. 09: Mulchen Anf. 10.09: Pflug, Aussaat W.Weizen
Folgekultur	Buschbohnen	Buschbohnen	Buschbohnen	W.Weizen	Gemüse	W.Weizen	W.Weizen

Forts. Tab. I:

	Betrieb 3				Betrieb 5	
	W.Weizen	ZR	Erbsen	B.bohnen	W.Gerste	ZR
Größe (ha)	26,5	38,2	15,3	15,3	3	1,8
Index	1,2	1,18	1,26	1,26	1,32	1,55
Bewirtschaftung	pfluglos	pfluglos	pfluglos	pfluglos	Pflug	Pflug
Bodenzahl	72	68	73	73	56	58
Vorfrucht	ZR	Buschbohnen	W.Weizen	Erbsen	W.Weizen	W.Gerste
BB vor Aussaat	-	Kurz vor: Kombi Kom- paktor	20.03.09: Fe- derz.grubber	s.u.	18.09.09: Pflug, Krei- selegge, Ringwalze	Mitte 12.09: Pflug und Mist 05.04.09: Garegge, Kreiselegge, Ringwalze
Saattermin	15.11.08 Schwergrubber Frontpacker, Kreiselegge	09.04.09	21.03.09	09.07.09 Scheibenege Grubber, Kreiselegge	19.09.09 Kreiselegge	06.04.09
Erntetermin	08.08.09	30.10.09 +12.11 + 16.12.09	19.06.09	20.09.09	14.07.09	12.09. u. 14.09.09
Düngung (ha)	05.04.09: 120 kg N AHL 25.05.09: 80,4 kg N AHL	02.04.09: 101,2 kg N (Harnstoff) 22.05.09: 29,9 kg N (Harnstoff)	02.04.09: 20 N	27.07.09. 60 kg N	4.03.09: 250 kg KAS 24.04.09:250 kg KAS 11/12.09: 41 N Kuh- mist	04.04.09: 400 kg KAS
Anwendung PSM: (Herbizide/ Fungizide/ Wachstumsreg- ler)	05.04.09 10.05.09 15.06.09	24.04.09 07.05.09 17.05.09	03.04.09 23.04.09 18.05.09	10.07.09. 12.08.09 24.08.09	04.11.08 24.04.09	30.04.09 21.05.09
Anwendung: Insektizide	-	-	23.04.09	24.08.09	-	-
Termine BB: Grubber/ Pflug	05.12.09 Scheibenege, 01.01.10 Grubber Jetzt: Brache	-	Nach Ernte Erbsenlaub siliert 23.04.09 2x Scheiben- egge	15.08.u. 22.08.09: Maschinen- hacke 05.09.09: Scheiben- egge Nov.09: Pflug Jetzt: Bra- che	Nach Ernte: Grubber 09./10. 09: 2x Grubber 12.09: Pflug	Ende 09.09: Grubber Anfang 10.09: Grubber 21.10.09: Grubber 22.10.09: Kreiselegge, Sämaschine, Ringelwalze Aussaat W.Weizen
Folgekultur	Buschbohne	W.Weizen	Buschbohnen	ZR	ZR	W.Weizen

Forts. Tab. I:

	Betrieb 4			Betrieb 6	
	S.Weizen	Kartoffel	Kleegras	W.Weizen	ZR
Größe (ha)	12	2,4	9,7	2,9	6
Größe (ha)	1,3	1,32	1,23	1,49	1,28
Bewirtschaftung	pfluglos	pfluglos	pfluglos	Pflug	Pflug/ pfluglos
Bodenzahl	74	80	71	85	-
Vorfrucht	Feldgemüse	Luzernegras	Roggen	W.Raps	W.Weizen
BB vor Aussaat	20.03.09: Grubber	Grubber: 15.09.08 20.09.08 26.09.08 Senf Aussaat: 30.09.08 Grubber: 04.u.14.04.09	13.08.08: Scheibenegge 26.08.08: Grubber	Gruber: Ende 07.08 Mitte 08.08 Ende 09.08	09.08 Grubber 10.08: Grubber 11./12.08: Round up
Saattermin	21.03.09	15.04.09	17.09.08	Anfang 10.08 Kreiselegge	04.04.09 Garegge
Erntetermin	17.08.09	06.05.09 u. 02.06.09		5.-10.8.09	20.11.09
Düngung (ha)	25.08.09: 150 dt/ha Mist	-	12.08.08: 250 dt/ha Mist	01.04.09: 130 kg N 14.06.09: 90 kg N KAS	05.09: 150 kg N KAS
Anwendung: PSM (Herbizide/ Fungizide/ Wachstums- regler)	-	-	-	15.04.09 02.05.09 14.06.09	20.04.09 01.05.09 10.05.09 06.09
Anwendung: Insektizide	-	-	-	14.06.09: Karate Zeon	-
Termine BB: Grubber/ Pflug	Ende 04.09: Hackstriegel 22.08.09: Stoppelbearb. Grubber: 27.08.09: 14.09.09: 22.10.09: 27.10.09: Aussaat Roggen	15.07.09: Kraut abgeschlä- gelt 10.09.09: Rodung 20.09.09: Scheibenegge 26.09.09: Grubber 07.11.09: Aussaat W.Weizen	18.09.08: Walze 03.04.09: Mulch 12.06.09: Mahd 13.06.09: 2x Wen- der 14.06.09: Wender, Schwader 29.07.09: Mahd 30.07.09: 2x Wen- der 31.07.09: Wender 01.08.09: Schwader 21.09.09: Mahd 22.09.09: Wender 23.09.09: Schwader	Nach Ernte: 3x Grubber Stroh-Häcksler Anfang 10.09: Aussaat W.Weizen	Nach Ernte: Pflug, Krei- selegge, Druckrollen, Aussaat W.Weizen
Folgekultur	Roggen	W.Weizen	Luzernegras	W.Weizen	W.Weizen

Forts. Tab. I:

	Betrieb 7		Betrieb 8	
	W.Weizen	ZR	W.Weizen	ZR
Größe (ha)	5,61	8,36	7,2	3,8
Index	1,13	1,14	1,16	1,23
Bewirtschaftung	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug
Bodenzahl	78	80	84	80
Vorfrucht	W.Weizen	ZR	ZR	W.Gerste
BB vor Aussaat	-	11.08: Pflug	-	30.08.08:Aussaat Senf 02.02.09:Grubber, Gülle 05.04.09:Grubber
Saattermin	17.11.08 Pflug, Packer, Kreiselegge	04.04.09: Pflug Frontpacker, Kompaktor	14.11. u. 15.11.08 Pflug, Packer	06.04.09 Kompaktor
Erntetermin	Anfang 08.09	14.11.09	07.08. u. 13.08.09	25.11.09
Düngung (ha)	Herbst 08: 1 dt Ernterückst. 20.02.09: 0,87 dt Harnstoff 25.04.09 0,87 Harnstoff 22.05.09: 2 dt AHL	Herbst 08: 1 dt Ernterückst. 17 m ³ S-Gülle 300 dt Champost 03.03.09: 2 dt Harnstoff 23.04.09 1 dt Harnstoff	18.03.09. 204 kg KAS 55 kg N 15.04.09: 130 kg KAS 35 kg N 27.05.09 138 KAS 37 kg N	06.02.09: 30 m ³ Gülle 180 kg N 26.07.09: 20 m ³ Gülle 120 kg N
Anwendung: PSM (Herbizide/ Fungizide/ Wachstums- regler)	09.04.09 30.04.09 23.05.09 09.06.09	21.4.09 04.05.09 20.05.09 04.08.09 30.09.09	11.04.09 30.04.09 18.05.09	25.04.09 13.06.09 11.08.09
Anwendung: Insektizide	-	-	-	13.06.09 Karate Zeon
Termine BB: Grubber/ Pflug	Mitte 08.09: 2x Grubber Mitte 09.09: 2x Grubber 20.10.09: Pflug, Aussaat, W.Weizen	Nach Ernte Aussaat W.Weizen, Pflug, Kreiselegge, Frontpacker	Nach Ernte: 2x Grubber, Pflug, Aussaat W.Gerste	07.05.09: Hackstriegel 26.11.09: Aussaat W.Weizen
Folgekultur	W.Weizen	W.Weizen	W.Gerste	W.Weizen

Forts. Tab. I:

	Betrieb 9		
	W.Weizen	ZR	ZR
Größe (ha)	2,63	5,9	7,11
Index	1,16	1,16	1,17
Bewirtschaftung	pfluglos	Pflug	pfluglos
Bodenzahl	84	83	82
Vorfrucht	ZR	W.Gerste	W.Weizen
BB vor Aussaat	-	Aussaat Ölrettich Pflug, Kreiselegge vor Aus- saat ZR	Aussaat Rettich 05.04.09: Grubber
Saattermin	26.11.08: Grubber, Kreiselegge	26.03.09 Pflug	06.04.09
Erntetermin	Anfang 08.09	15./16.09.09	09.09 bis 11.09
Düngung (ha)	04.03.09: 250 kg KAS (67,5 N) 24.04.09: 111 kg KAS (30 N) 28.05.09: 200 kg KAS (54 N)	05.09.08: 200 kg KAS (50 N) 24.04.08: 350 kg KAS (95 N) 02.09: Mist Jauche	05.09. 08 200 kg KAS (50 N) 24.04.09 370 kg KAS (100 N)
Anwendung: PSM (Herbizide/ Fungi- zide/ Wachstums- regler)	09.04.09 30.04.09 20.05.09 05.06.09	21.04.09 01.05.09 12.05.09	21.04.09 01.05.09 12.05.09
Anwendung: Insektizide	05.06.09 Karate Zeon	-	-
Termine BB: Grubber/ Pflug	Nach Ernte: 2xGrubber, Aussaat Ölrettich	-	05.11.09: Grubber, Kreiselegge, Aussaat W.Weizen
Folgekultur	W.Weizen	W.Weizen	W.Weizen

Tab. II: Angaben zur Bewirtschaftung der Untersuchungsflächen, Untersuchungsjahr 2010.

	Betrieb 1				Betrieb 2		
	WW	ZR	Erbsen	B-bohnen	WW	ZR	Erbsen
Größe (ha)	13	13	10,5	10,5	18	6,25	6
Bewirtschaftung	pfluglos	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug (tief)	Pflug	Pflug
Bodenpunkte	68	55-60	48-50	48-50	72	65	75
Vorfrucht	Erbsen, B-bohnen	WG	WW mit ZF	Erbsen	Hafer, Gemüse	WG	WG
Reihenabstand (cm)	12	45	12	45	12,5	45	12,5
Saattermin mit Bodenbearbeitung	18.10.09 Grubber	05.04.10 Saatbettkombination	25.03.10 Federzinken- grubber, Kreisel- egge	11.07.10 Grubber	26.10.09 Kreiseleg- ge	04.2010 Saatbett- kombinati- on (Mulch- saat)	31.03.10 Kreiseleg- ge
Erntetermin	20.07.10	11.10- 01.11.201 0	28.06.10	10.2010	12.08.10	25.09.10	24.06.10
Düngung (ha)	17.03.10 70 N (AHL) 20.04.10 28 N (KAS) 02.06.10 70 N (AHL)	23.03.10 100N (KAS) 05.05.10 30 N (DAP)	noch Restdün- ger	07.2010 200 N (Champost) 08.2010 54 N (KAS)	03.2010 80 N (KAS) 04.2010 50 N (KAS) 27.05.10 50 N (KAS)	03.2010 100N (KAS) 25.05.10 50 N (Harn)	04.2010 46 N (NPK)
PSM- Anwendung (H,F,W)	17.03.10 13.04.10 05.05.10 02.06.10	26.04.10 09.05.10 20.05.10 24.05.10 27.07.10 17.09.10	01.04.10 04.06.10	15.07.10 01.09.10 10.09.10	07.04.10 09.05.10 10.06.10	05.05.10 21.05.10 12.06.10 08.2010	03.04.10 03.06.10
Anwendung: Insektizide	-	27.07.10 Karate Zeon (0,075 l)	04.06.10 Callypso (0,2 l)	-	10.06.10 Karate Zeon (50 ml) Dimetoat (0,5 l)	06.2010 Diemtoat	-
sonstige Boden- bearbeitung	Nach Ernte 2x Grub- ber, Pflug			08.2010 2x mech. Unkrautbe- kämpfung nach Ernte Grubber, Kreiselegge	Nach Ernte Flügel- schar- grubber	09.2009 Pflug	Nach Ern- te Grubber, Kreiseleg- ge
Folgekultur	Kartoffeln	LG	B.bohnen (s. rechte Spalte)	ZF: GS HF: ZR	ZR	WW	WW
Berechnungs- termine	1x	6.2010, 2x 7.2010, 2x	18.06.10	16.07.10	1x	2x	1x

Forts. Tab. II:

	Betrieb 3				Betrieb 5	
	Triticale	ZR	Erbsen	B-bohnen	WW	ZR
Größe (ha)	5,2	19,5	15,5	15,5	1,5	1,25
Bewirtschaftung	pfluglos	Pflug	pfluglos	pfluglos	pfluglos	Pflug
Bodenpunkte	68-73	68-73	ca. 68	ca. 68	70-75	70-75
Vorfrucht	Dicke Bohnen	B-bohnen	WW	Erbsen	ZR	WG
Reihenabstand (cm)	12,5	45	20	45	12,5	45
Saattermin mit Bodenbearbeitung	23.10.09 2x Grubber, Kreiselegge	08.04.10 Kombination, Kompaktor	02.04.10 Federzinken- grubber	03.07.10 Scheibenegge, Schwergrubber, Kreiselegge	22.10.09 Kreiselegge Ringelwalze	20.04.10 Kreiselegge
Erntetermin	16.08.10	16.10- 26.12.10	24.06.10	28.09.10	08.2010	08.10- 14.10.2010
Düngung (ha)	18.04.10 116 N (AHL) 05.06.10 70 N (AHL)	10.03.10 103 N (KAS) 14.06.10 24 N (KAS)	10.05.10 26 N (KAS)	23.07.10 81 N (KAS)	05.03.10 70 N (KAS) 07.04.10 76 N (KAS)	Herbst 09 Mist 18.04.10 108 N (KAS)
PSM-Anwendung (H,F,W)	18.04.10 21.05.10 21.06.10	23.05.10 04.06.10 13.06.10	09.04.10 01.06.10	03.07.10 05.07.10 28.08.10 09.09.10	09.04.10 04.05.10	18.05.10 02.06.10
Anwendung: Insektizide	21.06.10 0,2 l Decis	-	01.06.10 0,075 l Karate Zeon 12.06.10 0,09 l Fastac+ 0,25 l Primor	28.08.10 0,075 l Karate Zeon	-	-
Sonstige Bodenbearbeitung	Nach Ernte Scheibenegge, Grubber	-	Nach Ernte Erbsenlaub siliert	08.2010 2x Maschi- nen-hacke 09.2010 Scheibenegge	Nach Ernte Kreiselegge, Ringelwalze	Herbst 09: Pflug
Folgekultur	ZR	WW	B-bohnen (s. rechte Spalte)	ZR	WG	WW
Berechnungstermine	-	26.04.10 21.07.10	16.06.10 23.06.10	08.07.10	-	-

Forts. Tab. II:

	Betrieb 4			Betrieb 6	
	WW	Kartoffeln	Luzernegras	WW	ZR
Größe (ha)	2,3	3	10,5	1	3
Bewirtschaftung	pfluglos	Pflug	pfluglos	Pflug	Pflug
Bodenpunkte	60-84	60-84	54-81	ca. 80	ca. 80
Vorfrucht	Kartoffeln	WG	Luzernegras	WW	WG
Reihenabstand (cm)	16	75	16	12,5	45
Saattermin mit Bodenbearbeitung	21.11.09 3x Grubber	02.04.10 Pflug, 3x Grubber 17/18.01.10 Setzen	Im Vorjahr (2009)	10.10.09 2x Grubber, Saatbettkombination, Kreiselegge	07.04.10 2x Grubber, Saatbettkombination, Kreiselegge, Ringelwalze
Erntetermin	21.08.10	07.10- 08.10.2010	24.05.10 26.06.10 08.10.10	08.08.10	11,10- 01.11.2010
Düngung (ha)	Im Jahr verteilt 100 kg (6 N) Mist	Im Jahr verteilt 100 kg (6 N) Mist		15.03.10 90 N (KAS) 15.04.10 20 N (KAS) 15.06.10 60 N (KAS)	Herbst 09 10t (300 N) Hühnermist 8t (86 N) Klärschlamm
PSM-Anwendung (H,F,W)				07.04.10 24.04.10 29.05.10 18.06.10	04.2010 (2x) 05.2010 06.2010
Anwendung: Insektizide				18.06.10 Karate Zeon (0,075 l)	
Sonstige Bodenbearbeitung			Nach Mahd jeweils 1-2x wenden + 1x schwaden	Nach Ernte 2x Grubber, Saatbettkombination	
Folgekultur	Klee gras	Klee gras	Hackfrucht	WG	WW
Berechnungstermine					

Forts. Tab. II:

	Betrieb 7		Betrieb 9	
	WW	ZR	WW	ZR
Größe (ha)	5,61	6,61	7,11	0,8
Bewirtschaftung	Pflug	Pflug	pfluglos	Pflug
Bodenpunkte	70-80	70-80	80 - 85	65 - 85
Vorfrucht	WW	WG	ZR	WW
Reihenabstand (cm)	12,5	45	16	45
Saattermin mit Bodenbearbeitung	19.10.09 Kreiselegge	06.04.10 Kompaktor	05.11.09 Grubber, Kreiselegge	10.04.10 Saatbettkombination
Erntetermin	20.07.10	22.10.10	08.2010	10.2010
Düngung (ha)	05.03.10 80 N (Nitrofert) 16.04.10 40 N (KAS) 27.05.10 60 N (AHL)	06.03.10 80 N (KAS) 17.05.10 27 N (KAS)	05.03.10 67,5 N (KAS) 21.04.10 30 N (KAS) 09.06.10 40 N (KAS)	07.09.09 49 N (KAS) + Mist 28.04.10 102 N (KAS)
PSM-Anwendung (H,F,W)	06.11.09 06.04.10 27.04.10 20.05.10 11.06.10	30.04.10 20.05.10 04.06.10 10.08.10	25.03.10 17.04.10 20.05.10 14.06.10	10.05.10 19.05.10 28.05.10 16.06.10 24.07.10
Anwendung: Insektizide	-	06.07.10 10.08.10	14.06.10 Lambda (150 g) gegen Läuse	24.07.10 Karate Zeon (0,075 l) gegen Läuse
Sonstige Bodenbearbeitung	Nach Ernte Pflug	Nach Ernte Pflug, Kreiselegge	08.2010 2x Grubber	11.2010 Grubber, Kreiselegge
Folgekultur	ZR	WW	Ölrettich, Kartoffeln	WW
Berechnungstermine				

Forts. Tab. II:

	Betrieb 10		Betrieb 11	
	WW	ZR	WW	ZR
Größe (ha)	14,5	14,5	5,5	7,5
Bewirtschaftung	pfluglos	pfluglos	pfluglos	Pflug
Bodenpunkte	75 - 85	75 - 85	71	75
Vorfrucht	ZR	WW	Dicke Bohnen	WW
Reihenabstand (cm)	12,5	45	13	45
Saattermin mit Bodenbearbeitung	20.11.09 Tiefenmeisel Grubber	09.04.10 Kreiselegge + Walze + Schleppe	14.10.09 2x Grubber	07.04.10 Krümmeler, Kreiselegge
Erntetermin	04.09.10	12.10-01.11.2010	20.07.10	07.11.10
Düngung (ha)	19.03.10 80 N (AHL) 10.05.10 80 N (AHL)	Herbst 09 Kompost + Hühner-trockenkot 06.04.10 120 N (AHL)	03.2010 80 N (KAS) 04.2010 40 N (KAS) 05.2010 65 N (KAS)	Vor Auflauf 90 N (AHL) 05.2010 55 N (KAS)
PSM-Anwendung (H,F,W)	20.04.10 21.05.10	29.04.10 20.05.10 04.06.10 19.08.10	05.04.10 10.05.10 28.05.10 12.06.10	01.05.10 19.05.10 02.06.10
Anwendung: Insektizide	22.06.10 Karate Zeon (0,075 l) Input (0,7 l) 23.06.10 Infinito (0,7 l)			
Sonstige Bodenbearbeitung	05.09.10 Grubber	Herbst 09 Grubber	20.08.10 Grubber 03.09.10 Grubber	
Folgekultur	ZR	WW	B-bohnen	B-bohnen
Berechnungstermine		08.2010		

Tab. III: Gesamtliste der Laufkäferarten mit der Anzahl der erfassten Individuen in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010.

Art	Anzahl 2009	Anzahl 2010
<i>Agonum mülleri</i> Herbst 1784	13	7
<i>Agonum pelidnum</i> Paykull 1789	0	1
<i>Agonum sexpunctatum</i> Linné 1758	0	1
<i>Amara aenea</i> De Geer 1774	27	13
<i>Amara communis</i> Panzer 1797	0	3
<i>Amara familiaris</i> Duftschmid 1812	2	2
<i>Amara lunicollis</i> Schiödte 1837	1	0
<i>Amara nitida</i> Sturm 1824	1	0
<i>Amara ovata</i> Fabricius 1792	15	7
<i>Amara similata</i> Gyllenhal 1827	18	11
<i>Asaphidion flavipes</i> Linné 1761	1	1
<i>Badister sodalis</i> Duftschmid 1812	0	17
<i>Bembidion lampros</i> Herbst 1784	6	93
<i>Bembidion obtusum</i> Audinet-Serville 1821	0	18
<i>Bembidion properans</i> Stephens 1828	7	41
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> Linné 1761	270	293
<i>Bembidion tetracolum</i> Say 1823	7	17
<i>Calathus ambiguus</i> Paykull 1790	28	2
<i>Calathus fuscipes</i> Goeze 1777	42	8
<i>Calathus melanocephalus</i> Linné 1758	72	7
<i>Carabus auratus</i> Linné 1761	12	12
<i>Carabus coriaceus</i> Linné 1758	0	1
<i>Carabus monilis</i> Fabricius 1792	50	231
<i>Carabus nemoralis</i> Müller 1764	4	3
<i>Carabus violaceus</i> Linné 1758	1	1
<i>Chlaenius nigricornis</i> Fabricius 1787	0	1
<i>Clivina fossor</i> Linné 1758	1	0
<i>Harpalus rubripes</i> Duftschmid 1812	2	8
<i>Leistus ferrugineus</i> Linné 1758	0	1
<i>Loricera pilicornis</i> Fabricius 1775	54	25
<i>Microlestes minutulus</i> Goeze 1777	0	1

Forts. Tab. III:

Art	Anzahl 2009	Anzahl 2010
<i>Notiophilus biguttatus</i> Fabricius 1779	155	48
<i>Notiophilus palustris</i> Duftschmid 1812	2	4
<i>Notiophilus substriatus</i> Duftschmid 1812	1	0
<i>Ophonus rufibarbis</i> Fabricius 1792	0	1
<i>Platynus dorsalis</i> Pontoppidan 1763	737	
<i>Poecilus cupreus</i> Linné 1758	62	59
<i>Poecilus versicolor</i> Sturm 1824	2	5
<i>Pseudophonus rufipes</i> De Geer 1774	95	135
<i>Pterostichus madidus</i> Fabricius 1775	12	0
<i>Pterostichus melanarius</i> Illiger 1798	5439	3785
<i>Pterostichus strenuus</i> Panzer 1797	0	1
<i>Pterostichus vernalis</i> Panzer 1796	1	0
<i>Stomis pumicatus</i> Panzer 1796	3	8
<i>Synuchus vivalis</i> Illiger 1798	3	0
<i>Trechus quadristriatus</i> Gr.	157	381
<i>Zabrus tenebrioides</i> Goeze 1777	13	8
Gesamt je Untersuchungsjahr	8642	7395
Summe Gesamt	16037	
Übereinstimmung im Artenspektrum (%)	61,82	

Tab. IV: Alphabetische Liste der Laufkäferarten mit Angaben zur Ökologie und Gefährdung [ÖT = Ökologischer Typ (h, (h) = hygrophil, eu = euryök, x, (x) = xerophil, w = Waldart, (h)w = mittel-feuchten Laubwälder, h(w) = Feucht- und Nasswälder oder nasse Freiflächen, (x)w= bodensaure Mischwälder, (h)(w) = bodensaure Mischwälder oder trockene Freiflächen, (x)(w) = xerophile, bodensaure Mischwäldern), ÜT = Überwinterungstyp (I, (I) = Imaginalüberwinterer, L, (L) = Larvalüberwinterer), FT = Flugdynamischer Typ (ma = macropter, di = dimorph, br = brachypter), NT = Nahrungstyp (c = carnivor, h = herbivor, o = omnivor), RL = Rote Liste Status in NRW, Stand 1998 (* = ungefährdet), GK = Größenklasse]

Art	ÖT	ÜT	FT	NT	RL	GK
<i>Agonum mülleri</i> Herbst 1784	(h)	I	ma	c	*	3
<i>Agonum pelidnum</i> Paykull 1798	h	(I)	ma	c	*	3
<i>Agonum sexpunctatum</i> Linnè 1758	(h)	I	ma	c	*	3
<i>Amara aenea</i> De Geer 1774	x	I	ma	h	*	3
<i>Amara communis</i> Panzer 1797	(h) (w)	(I)	ma	h	*	3
<i>Amara familiaris</i> Duftschmid 1812	(x) (w)	I	ma	h	*	3
<i>Amara lunicollis</i> Schiödte 1837	(x) (w)	I	ma	h	*	3
<i>Amara nitida</i> Sturm 1824	-	I	ma	h	3	3
<i>Amara ovata</i> Fabricius 1792	(h) (w)	(I)	ma	h	*	3
<i>Amara similata</i> Gyllenhal 1827	eu	I	ma	o	*	3
<i>Asaphidion flavipes</i> Linnè 1761	eu	I	ma	c	*	2
<i>Badister sodalis</i> Duftschmid 1812	h	I	ma	-	*	2
<i>Bembidion lampros</i> Herbst 1784	(x) (w)	I	di	c	*	2
<i>Bembidion obtusum</i> Audinet-Serville 1821	(x)	I	di	c	*	1
<i>Bembidion properans</i> Stephens 1828	(x)	(I)	di	c	*	2
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> Linnè 1761	(x)	(L)	ma	c	*	1
<i>Bembidion tetracolum</i> Say 1823	eu	I	di	c	*	3
<i>Calathus ambiguus</i> Paykull 1790	x	L	ma	c	3	4
<i>Calathus fuscipes</i> Goeze 1777	(x) (w)	(L)	di	h	*	4
<i>Calathus melanocephalus</i> Linnè 1758	(x)	(L)	di	c	*	3
<i>Carabus auratus</i> Linnè 1761	(x)	I	br	o	V	5
<i>Carabus coriaceus</i> Linnè 1758	(h) w	(L)	br	c	*	6
<i>Carabus monilis</i> Fabricius 1792	(h) (w)	L	br	c	V	6
<i>Carabus nemoralis</i> Müller 1764	(h) (w)	(I)	br	o	*	5
<i>Carabus violaceus</i> Linnè 1758	(x) w	(L)	br	o	*	6
<i>Chlaenius nigricornis</i> Fabricius 1787	h	I	ma	-	V	4
<i>Clivina fossor</i> Linnè 1758	eu	I	di	c	*	2
<i>Demetrias atricapillus</i> Linnè 1758	eu	I	-	c	*	2

Forts. Tab. IV:

Art	ÖT	ÜT	FT	NT	RL	GK
<i>Dyschirius globosus</i> Herbst 1783	h (w)	I	di	c	*	1
<i>Harpalus affinis</i> Schrank 1781	(x)	I	ma	h	*	4
<i>Harpalus dimidiatus</i> Rossi 1790	eu	(I)	ma	h	3	4
<i>Harpalus distinguendus</i> Duftschmid 1812	(x)	(I)	ma	h	*	4
<i>Harpalus rubripes</i> Duftschmid 1812	x	(I)	ma	h	*	4
<i>Leistus ferrugineus</i> Linnè 1758	(x) (w)	L	br	c	*	3
<i>Loricera pilicornis</i> Fabricius 1775	(h) (w)	(I)	ma	c	*	3
<i>Microlestes minutulus</i> Goeze 1777	(x)	I	ma	-	*	2
<i>Nebria brevicollis</i> Fabricius 1792	(h) (w)	(L)	ma	c	*	4
<i>Nebria salina</i> Fairmaire et Laboulbene 1854	x	(L)	ma	c	*	4
<i>Notiophilus aquaticus</i> Linnè 1758	x	-	di	c	*	2
<i>Notiophilus biguttatus</i> Fabricius 1779	w	(I)	di	c	*	2
<i>Notiophilus palustris</i> Duftschmid 1812	(h) (w)	I	di	c	*	2
<i>Notiophilus substriatus</i> Duftschmid 1812	-	-	di	c	V	2
<i>Ophonus rufibarbis</i> Fabricius 1792	(x) (w)	(L)	ma	o	*	3
<i>Platynus dorsalis</i> Pontoppidan 1763	(x)	I	ma	c	*	3
<i>Poecilus cupreus</i> Linnè 1758	(h)	I	ma	o	*	4
<i>Poecilus versicolor</i> Sturm 1824	(h)	I	ma	c	*	4
<i>Pseudophonus rufipes</i> De Geer 1774	(x)	(L)	ma	o	*	4
<i>Pterostichus madidus</i> Fabricius 1775	-	-	di	c	*	4
<i>Pterostichus melanarius</i> Illiger 1798	(h)	L	di	o	*	4
<i>Pterostichus strenuus</i> Panzer 1797	(h) w	I	di	o	*	3
<i>Pterostichus vernalis</i> Panzer 1796	h	I	di	c	*	3
<i>Stomis pumicatus</i> Panzer 1796	(h) w	I	br	-	*	3
<i>Synuchus vivalis</i> Illiger 1798	(x) (w)	L	di	h	*	3
<i>Trechus quadristriatus</i> Gr.	(x)	(L)	ma	c	*	2
<i>Zabrus tenebrioides</i> Goeze 1777	(x)	L	ma	o	*	4

Tab. V: Gesamtliste der Spinnenarten (Artdetermination erfolgte ausschließlich für Männchen) mit der Anzahl der erfassten Individuen in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010.

Familie / Art	Anzahl 2009	Anzahl 2010
Agelenidae (Trichternetzspinnen)		
<i>Tegenaria picta</i> SIMON 1870	0	2
Clubionidae (Sackspinnen)		
<i>Clubiona reclusa</i> O. P.CAMBRIDGE 1863	0	1
Dictynidae (Kräuselspinnen)		
<i>Argenna subnigra</i> O. P.CAMBRIDGE 1861	0	8
Dysderidae (Sechsaugenspinnen)		
<i>Harpactea hombergi</i> SCOPOLI 1763	0	1
Gnaphosidae (Glattbauchspinnen)		
<i>Micaria pulicaria</i> SUNDEVALL 1832	0	1
<i>Zelotes lutetianus</i> C. L.KOCH 1866	5	6
<i>Zelotes pedestris</i> C. L.KOCH 1837	0	3
<i>Zelotes pusillus</i> C. L.KOCH 1833	0	1
Linyphiidae (Zwerg- / Baldachinspinnen)		
<i>Agyneta subtilis</i> O. P.CAMBRIDGE 1863	0	97
<i>Araeoncus humilis</i> BLACKWALL 1841	1	10
<i>Bathyphantes gracilis</i> Gr.	31	64
<i>Dicymbium nigrum</i> BLACKWALL 1834	0	31
<i>Diplocephalus latifrons</i> O. P.CAMBRIDGE 1863	0	1
<i>Diplostyla concolor</i> WIDER 1834	10	54
<i>Erigone atra</i> BLACKWALL 1841	1430	1156
<i>Erigone dentipalpis</i> WIDER 1834	231	184
<i>Lepthyphantes tenuis</i> BLACKWALL 1852	378	335
<i>Mermessus trilobatus</i> EMERTON 1882	0	20
<i>Micrargus herbigradus</i> Blackwall 1854	1	1
<i>Micrargus subaequalis</i> WESTRING 1851	0	9
<i>Milleriana inerrans</i> O. P.CAMBRIDGE 1885	146	177
<i>Mioxena blanda</i> SIMON 1884	1	4
<i>Monocephalus fuscipes</i> BLACKWALL 1836	0	0
<i>Oedothorax agrestis</i> BLACKWALL 1853	0	1
<i>Oedothorax apicatus</i> BLACKWALL 1850	6068	2996

Forts. Tab. V:

Familie / Art	Anzahl 2009	Anzahl 2010
<i>Oedothorax fuscus</i> BLACKWALL 1834	76	26
<i>Oedothorax retusus</i> WESTRING 1851	2	5
<i>Ostearius melanopygius</i> O. P. CAMBRIDGE 1879	0	1
<i>Pocadicnemis pumila</i> BLACKWALL 1841	1	0
<i>Porhomma microphthalmum</i> O. P. CAMBR. 1871	0	159
<i>Silometopus reussi</i> THORELL 1871	0	1
<i>Tiso vagans</i> BLACKWALL 1834	0	3
<i>Troxochrus scabriculus</i> WESTRING 1851	0	2
<i>Walckenaeria antica</i> WIDER 1834	0	1
<i>Walckenaeria dysderoides</i> WIDER 1834	30	134
<i>W. melanocephala</i> O. P. CAMBRIDGE 1878	0	1
<i>Walckenaeria vigilax</i> BLACKWALL 1853	0	15
Liocranidae (Bodenspinnen)		
<i>Phrurolithus festivus</i> C. L. KOCH 1835	0	2
Lycosidae (Wolfspinnen)		
<i>Alopecosa cuneata</i> CLERCK 1757	0	1
<i>Alopecosa pulverulenta</i> CLERCK 1757	0	1
<i>Aulonia albimana</i> WALCKENAER 1805	0	1
<i>Pardosa amentata</i> CLERCK 1757	0	8
<i>Pardosa lugubris</i> WALCKENAER 1802	5	0
<i>Pardosa palustris</i> LINNEAUS 1758	1	35
<i>Pardosa prativaga</i> L. KOCH 1870	17	29
<i>Pardosa pullata</i> CLERCK 1757	0	5
<i>Pardosa spec.</i>	39	118
<i>Trochosa ruricola</i> DE GEER 1778	26	49
Tetragnathidae (Dickkieferspinnen)		
<i>Pachygnatha clercki</i> SUNDEVALL 1823	14	47
<i>Pachygnatha degeeri</i> SUNDEVALL 1830	13	151
<i>Tetragnatha montana</i> SIMON 1874	0	1
Theridiidae (Haubennetzspinnen)		
<i>Enoplognatha thoracica</i> HAHN 1883	0	1

Forts. Tab. V:

Familie / Art	Anzahl 2009	Anzahl 2010
<i>Robertus neglectus</i> O. P. CAMBRIDGE 1871	0	1
Thomisidae (Krabbenspinnen)		
<i>Oxyptila simplex</i> O. P. CAMBRIDGE 1862	0	1
<i>Xysticus cristatus</i> CLERCK 1857	0	1
<i>Xysticus kochi</i> THORELL 1872	2	19
Zoridae (Wanderspinnen)		
<i>Zora spinimana</i> Sundevall 1833	0	1

Tab. VI: Alphabetische Liste der Spinnenarten (Determination erfolgte ausschließlich für Männchen) mit Angaben zur Ökologie und Gefährdung [RL = Rote Liste Status in NRW, Stand 2005 (* = ungefährdet), MH = Mikrohabitat (H1 = unbewachsene Fels- und Sandflächen; H2 = Spalten, Ritzen; H3, H4, H5 = unterschiedliche Streu; H6 = Moos; H7 = auf Gräsern; H8 = am Stamm; H9 = in Laubbaumkronen), ÖT = Ökologischer Typ (h, (h) = hygrophil; eu = euryök; x, (x) = xerophil; (w) = überwiegend in Wäldern; (h)w = mittelfeuchte Laubwälder; h(w) = Feucht- und Nasswälder; (x)w= bodensaure Mischwälder; (h)(w) = bodensaure Mischwälder oder trockene Freiflächen; (x)(w) = xerophile, bodensaure Mischwäldern; th = thermophil; arb, R = arboricol, an Rinde), PF = Pflanzenformation (1, 2, 3 = Ufer, Moore; 4, 5 = frische-feuchte Wiesen und Weiden; 6, 7, 8 = Wälder; 11, 12, 13 = Felsen, Trockenrasen; 14, 15 = Äcker, Ackerbrachen), AT = Aktivitätstyp (I, II, III = eurychron; IV, V = diplochron; VI, VII, a, b = stenochron), GK = Größenklasse].

Art	RL	MH	ÖT	PF	RZ	GK
<i>Agyneta subtilis</i> O. P. Cambridge 1863	*	H3, H5	h (w)	4	VII	2
<i>Alopecosa cuneata</i> Clerck 1757	*	H2, H5	x	12	VII a	3
<i>Alopecosa pulverulenta</i> Clerck 1757	*	H2, H5	eu	5	VII	3
<i>Araeoncus humilis</i> Blackwall 1841	*	H5	(x)	15	V	1
<i>Argenna subnigra</i> O. P. Cambridge 1861	3	H1, H5	x	12	VII a	2
<i>Aulonia albimana</i> Walckenaer 1805	*	H2, H5, H6	x, th	13	II	2
<i>Bathypantes gracilis</i> Gr.	*	H3-H5, H7	eu	15	V	2
<i>Clubiona reclusa</i> O. P. Cambridge 1863	*	H5, H7	eu	14	VII	3
<i>Dicymbium nigrum</i> Blackwall 1834	V	H3, H5	eu	14	-	2
<i>Diplocephalus latifrons</i> O. P. Cambr. 1863	*	H3-H5	h(w)	7	IV	1
<i>Diplostyla concolor</i> Wider 1834	*	H3-H5	(h)(w)	7	II	2
<i>Enoplognatha thoracica</i> Hahn 1883	*	H5	(x)(w)	12	VII	2
<i>Erigone atra</i> Blackwall 1841	*	H5, H7	eu	15	II	2
<i>Erigone dentipalpis</i> Wider 1834	*	H5, H7	eu	15	II	2
<i>Harpactea hombergi</i> Scopoli 1763	*	H2, H8	arb, R	8	I	3
<i>Lepthyphantes tenuis</i> Blackwall 1852	*	H1, H3-H7	(x)	14	VII	2
<i>Mermessus trilobatus</i> Emerton 1882	R	-	eu, th	-	-	1
<i>Micaria pulicaria</i> Sundevall 1832	V	H1, H5	eu	12	VII	2
<i>Micrargus herbigradus</i> Blackwall 1854	*	H3-H6	(x) w	8	V	2
<i>Micrargus subaequalis</i> Westring 1851	*	H1, H5	x	13	V	1
<i>Milleriana inerrans</i> O. P. Cambridge 1885	*	H1, H5, H6	eu	2	-	1
<i>Mioxena blanda</i> Simon 1884	V	H2	x	12	VII b	1
<i>Monocephalus fuscipes</i> Blackwall 1836	*	H3, H4	(h), w	7	-	1
<i>Oedothorax agrestis</i> Blackwall 1853	3	H5	h	1	VII	2
<i>Oedothorax apicatus</i> Blackwall 1850	*	H1, H5	x	15	II	2
<i>Oedothorax fuscus</i> Blackwall 1834	*	H3-H6	eu	4	VII	1

Forts. Tab. VI:

Art	RL	MH	ÖT	PF	RZ	GK
<i>Oedothorax retusus</i> Westring 1851	*	H3, H5, H6	eu	4	II	1
<i>Ostearius melanopygius</i> Cambridge 1879	*	H1, H5	x	15	II	2
<i>Oxyptila simplex</i> O. P. Cambridge 1862	3	H5	h	3	-	2
<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall 1823	*	H5, H6	h	4	II	3
<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall 1830	*	H1, H5, H6	eu	15	II	2
<i>Pardosa spec.</i>	*	-	-	-	VII	3
<i>Pardosa amentata</i> Clerck 1757	*	H5, H7	eu	4	VII	3
<i>Pardosa lugubris</i> Walckenaer 1802	*	H3-H6	(h) w	7	VII	3
<i>Pardosa palustris</i> Linneaus 1758	*	H1, H3-H6	eu	4	VII	3
<i>Pardosa prativaga</i> L. Koch 1870	*	H5	eu	4	VII	3
<i>Pardosa pullata</i> Clerck 1757	*	H5, H6	h, th	13	VII	3
<i>Phrurolithus festinus</i> C. L. Koch 1835	*	H3-H5	eu, th	14	VII	2
<i>Pocadicnemis pumila</i> Blackwall 1841	*	H3-H6	eu	14	VII	1
<i>Porhomma microphthalmum</i> Cambr. 1871	*	H1, H5	(x)	15	VII	2
<i>Robertus neglectus</i> O. P. Cambridge 1871	*	H3	(h) w	7	VII a	2
<i>Silometopus reussi</i> Thorell 1871	*	H1, H5	x	14	VII	1
<i>Tegenaria picta</i> Simon 1870	*	H4	(x) w	8	-	3
<i>Tetragnatha montana</i> Simon 1874	*	H9	h (w)	6	VII b	3
<i>Tiso vagans</i> Blackwall 1834	*	H5	(h)	4	V	1
<i>Trochosa ruricola</i> De Geer 1778	*	H3, H4	eu	14	IV	3
<i>Troxochrus scabriculus</i> Westring 1851	*	H1, H5	x	12	VII	1
<i>Walckenaeria antica</i> Wider 1834	*	H1, H5	(x)	14	IV	2
<i>Walckenaeria dysderoides</i> Wider 1834	*	H3, H4	(x) w	8	VII a	1
<i>W. melanocephala</i> Cambridge 1878	*	H3-H6	(w)	6	VII	2
<i>Walckenaeria vigilax</i> Blackwall 1853	*	H5, H6	h	2	VII	2
<i>Xysticus cristatus</i> Clerck 1857	*	H1, H5	x	14	VI	2
<i>Xysticus kochi</i> Thorell 1872	*	H1, H5	x	12	VII	2
<i>Zelotes lutetianus</i> Koch 1866	*	H2, H5, H6	h	4	VII	3
<i>Zelotes pedestris</i> Koch 1837	3	H1	x	11	-	3
<i>Zelotes pusillus</i> C. L. Koch 1833	*	H2, H5	(x)	14	VII	2
<i>Zora spinimana</i> Sundevall 1833	*	H1, H3-H6	(x)	13	II	3

Tab. VII: Liste der Begleitflora entlang der Transekte. AUM=Agrarumweltmaßnahme, VGL=Vergleich, Ökol.=ökologisch.

Pflanzenart	AUM-Betriebe	VGL-Betrieb	Ökol.-Betrieb
<i>Amaranthus retroflexus</i>	•	•	
<i>Anagallis arvensis</i>	•		•
<i>Atriplex hastata</i>	•	•	•
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	•	•	•
<i>Cerastium holosteoides</i>	•		•
<i>Chenopodium album</i>	•		
<i>Cirsium arvense</i>	•	•	•
<i>Convolvulus arvensis</i>		•	
<i>Fagopyrum esculentum</i>			•
<i>Fumaria officinalis</i>	•	•	•
<i>Galium aparine</i>			•
<i>Lamium purpureum</i>	•		•
<i>Matricaria discoidea</i>			•
<i>Matricaria recutita</i>	•	•	•
<i>Myosotis arvensis</i>	•		•
<i>Papaver rhoeas</i>		•	•
<i>Polygonum aviculare</i>		•	•
<i>Polygonum persicaria</i>	•	•	
<i>Potentilla anserina</i>			
<i>Senecio vulgaris</i>	•	•	•
<i>Sinapis arvensis</i>			•
<i>Sonchus arvensis</i>			
<i>Taraxacum officinale</i>			•
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	•	•	•
<i>Veronica agrestis</i>	•	•	•
<i>Veronica hederifolia</i>			•
<i>Veronica persica</i>	•	•	•
<i>Viola agrestis</i>			•

Tab. VIII: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 750 m Radius, Untersuchungsjahr 2009.

Kultur	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ackersenf	0	2,2	0	0	0	0	0	0	5,7
Brache/Ödland	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	6,2	0
Feldgemüse	1,3	0	0	5,5	0	2,4	0	0	7,8
Feldhecke/Gehölze	0,3	0,1	0	1,6	2,9	1,4	0,7	0,7	0
Gräser	2,6	0	0	0,3	2,2	0	0	0	0
Grünland	0,4	0	0,9	2,8	16,9	0	0,8	0	0
Kartoffeln	5,7	0	0	1,4	0	0	2,7	0	1,3
Klee gras	0	0	0	14,9	0	0	0	0	0
Leguminosen	25,0	22,7	30,2	0	0	3,3	0	0	0
Mais	0	8,5	0,5	0	9,1	0	0	0,5	0,7
Raps	0	0	4,3	2,9	4,0	11,3	2,2	8,0	0,6
Siedlung	5,0	1,7	16,7	0	1,1	0	3,1	19,2	0
Sommergetreide	0	2,0	0	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	35,8	53,4	44,7	53,7	58,2	72,8	70,2	54,2	44,6
Zuckerrüben	23,8	9,3	2,7	17,0	5,2	8,8	20,2	11,2	39,2

Tab. IX: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 750 m Radius, Untersuchungsjahr 2010.

Kultur	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Ackersenf	0	2,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Brache/Ödland	0,2	0,3	0	0	1,0	0	0	0	0	3,9
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Feldgemüse	1,4	2,4	0	2,7	0	3,7	0	2,4	3,8	3,1
Feldhecke/Gehölze	0,1	0,2	0,1	1,6	2,4	1,5	0,9	0	1,3	1,6
Gräser	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0,2	0	0	10,3	27,6	0,0	1,2	0	0	6,3
Kartoffeln	5,6	0	0,1	3,1	0	0,3	11,2	5,9	12,0	0,5
Klee gras	0	0	0	7,3	0	0	0	0	9,6	0
Leguminosen	16,0	12,2	17,4	0	0	0	4,1	0	0	6,2
Mais	0	14,0	3,9	4,8	8,9	12,4	15,4	0,8	0,2	1,6

Forts. Tab. IX:

Kultur	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Raps	0	0	5,1	0	13,5	18,4	1,3	4,9	0	0
Siedlung	2,0	1,8	11,9	0,0	0,9	0	3,1	0	0	4,3
Sommergetreide	0	4,3	0	0,9	0	0	0	0	0,7	0
Wintergetreide	47,3	34,5	23,9	51,5	40,2	50,5	36,8	64,3	53,9	49,1
Zuckerrüben	22,0	27,7	37,5	17,9	5,6	13,2	26,0	21,6	18,5	21,9

Tab. X: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 250 m Radius um die Bodenfallen in den Wintergetreide Feldern, Untersuchungsjahr 2009.

Kultur	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ackersenf	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6
Brache/Ödland	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	18,6	0
Feldgemüse	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Feldhecke/Gehölze	0	0	0	1,2	6,5	0	2,9	1,7	0
Gräser	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0	0	0	0	8,9	0	0	0	0
Kartoffeln	0	0	0	12,4	0	0	0	0	0
Kleegras	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
Leguminosen	27,1	22,8	61,8	0	0	14,5	0	0	0
Mais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raps	19,4	0	1,0	9,8	7,3	0	0	2,1	0
Siedlung	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
Sommergetreide	0	9,0	0	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	53,5	68,1	37,2	63,7	69,4	75,5	71,3	57,0	54,5
Zuckerrüben	0	0	0	4,5	7,9	10,0	25,8	20,3	38,9

Tab. XI: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 250 m Radius um die Bodenfallen in den Zuckerrüben Feldern, Untersuchungsjahr 2009.

Kultur	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ackersenf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brache/Ödland	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	25,3	0
Feldgemüse	0	0	0	0	0	11,1	0	0	0
Feldhecke/Gehölze	0	1,3	0	1,8	6,5	0	2,9	1,6	17,8
Gräser	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0	0	0	0	12,5	0	0	0	0
Kartoffeln	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Klee gras	0	0	0	65,3	0	0	0	0	0
Leguminosen	28,4	0	0	0	0	14,3	0	0	0
Mais	0	0	7,3	0	0,0	0	0	0	0
Raps	0	0	0	0	14,0	0	0	6,0	0
Siedlung	2,9	0	0	0	0	0	0	0	0
Sommergetreide	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	40,6	43,0	45,1	6,6	58,7	52,1	58,8	46,9	46,5
Zuckerrüben	28,1	55,6	47,6	26,2	8,3	22,5	38,3	20,2	35,7

Tab. XII: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 250 m Radius um die Bodenfallen in den Wintergetreide Feldern, Untersuchungsjahr 2010.

Kultur	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Ackersenf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brache/Ödland	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Feldgemüse	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Feldhecke/Gehölze	0	0	0	2,7	5,0	0	3,0	0	0,5	0
Gräser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0	0	0	0	25,2	0	0	0	0	0
Kartoffeln	0	0	0	17,7	0	0	0	21,9	0	0
Klee gras	0	0	0	0	0	0,2	0	0	5,6	0

Tab. XII:

Kultur	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Leguminosen	20,3	17,3	25,2	0	0	0	0	0	0	12,7
Mais	0	9,0	1,1	7,4	0,1	0	0	0	0	0
Raps	0	0	10,8	0	0,1	0	0	4,4	0	0
Siedlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sommergetreide	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	60,0	37,9	15,8	71,8	61,2	83,3	58,6	56,3	61,8	59,7
Zuckerrüben	19,1	35,0	47,1	0,5	8,4	16,4	38,4	17,4	32,0	27,0

Tab. XIII: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 250 m Radius um die Bodenfallen in den Zuckerrüben Feldern, Untersuchungsjahr 2010.

Kultur	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Ackersenf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brache/Ödland	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6
Feldgemüse	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
Feldhecke/Gehölze	0	0	0	2,4	5,6	0	2,5	0	0	0
Gräser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0	0	0	0	16,7	0	0	0	0	0
Kartoffeln	0	0	0	18,6	0	0,2	0,7	21,9	1,8	0
Kleegras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leguminosen	20,3	29,1	14,1	0	0	0	2,7	0	0	9,8
Mais	0	0	0	8,7	0	0	0	0	0	0
Raps	0	0	10,4	0	0,5	0	0	4,4	0	0
Siedlung	0	13,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Sommergetreide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	60	27,1	17,9	64,6	68,4	83,3	37,2	56,3	51	45,1
Zuckerrüben	19,1	30,2	57,6	5,7	8,8	16,4	57	17,4	47,2	42,3

Tab. XIV: Relativer Anteil der Landschaftselemente im 250 m Radius um die Bodenfallen in den Leguminosen Feldern, Untersuchungsjahre 2009 und 2010.

Kultur	Betrieb/ Untersuchungsjahr							
	2009				2010			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Ackersenf	0	0	0	0	0	0	0	0
Brache/Ödland	0	0	0	0	0	0	0	0
Erdbeeren	0	0	0	0	0	0	0	0
Feldgemüse	0	0	0	0	0	0	0	10,7
Feldhecke/Gehölze	0	0,2	0	1,8	0	0	0	2,7
Gräser	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünland	0	0	0	0	0	0	0	0
Kartoffeln	0	0	0	0	0	0	0	0
Klee gras	0	0	0	65,3	0	0	0	50,8
Leguminosen	72,4	39,2	61,8	0	68,9	29,1	58,6	0
Mais	0	0,3	0	0	0	0	10,5	0
Raps	15,9	0	1	0	0	0	13,5	0
Siedlung	0	0	0	0	0	13,7	2,4	0
Sommergetreide	0	9,1	0	0	0	0	0	0
Wintergetreide	11,6	50,5	37,2	6,7	19,1	27,1	7,3	35,8
Zuckerrüben	0	0,7	0	26,2	12,0	30,2	7,7	0

Danksagung

Wir danken den Landwirten für Ihre Hilfsbereitschaft und Unterstützung. Vielen Dank an Edeltraud Schäfer, Katharina Schumacher, Andrea Claus, Roger Michalczyk von der Landwirtschaftskammer NRW für ihre Hilfe bei der Auswahl von Versuchsflächen sowie der Kontaktaufnahme mit den Landwirten. Danke den Herren Jochen Weglau, Dr. Martin Kreuels für die Überprüfung taxonomisch schwieriger Laufkäfer und Spinnenarten. Herzlichen Dank an Frau Britta Peters, Frau Susan Kanz, Frau Mareike Schulte und Herrn Jan Menden und für ihre engagierte Mitarbeit im Projekt.

