

BIO I 90.168/10

Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG); download www.zobodat.at

**SUPPLEMENT**  
zu Faunistisch-Ökologische  
Mitteilungen

**Bedeutung der Knicks  
und Wallhecken  
für die Agrarlandschaft**



**Faunistisch-Ökologische Mitteilungen**  
**Supplement 10**

Herausgegeben im Auftrage der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft  
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmner  
Zoologisches Institut und Museum der Universität Kiel

Kiel, Januar 1991





# Bedeutung der Knicks und Wallhecken für die Agrarlandschaft

Redaktion:

Jörg Grabo

Titelbild: Eichen-Hainbuchen-Wallhecke in Ostholstein (Photo: R. Hingst)

BIO I 90,168/10

OÖ. Landesmuseum  
Biologiezentrum

Inv. 1997/2252

Herausgegeben im Auftrage der  
Faunistisch-ökologischen Arbeitsgemeinschaft  
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmeler  
Zoologisches Institut und Museum  
der Universität Kiel

Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 1991

This publication is included in the abstracting and indexing coverage of the  
Bio Sciences Service of Biological Abstracts.

# Inhaltsübersicht

EINLEITUNG . . . . .	7
Erfassungsmethoden . . . . .	7
Definition ökologischer Parameter . . . . .	9
DIE BEDEUTUNG DER WALLHECKEN FÜR DIE VERNETZUNG UND DEN VERBUND VON ÖKOSYSTEMEN . . . . .	11
1. Einleitung . . . . .	11
2. Untersuchungsgebiete . . . . .	11
3. Witterung der Jahre 1985 und 1986 im Vergleich zum langjährigen Mittel . .	14
4. Methode . . . . .	15
5. Ergebnisse . . . . .	15
5.1 Verteilung der Arten zwischen Wallhecke und benachbarten Feldern . . . .	15
Carabidae . . . . .	15
Silphidae . . . . .	20
Diplopoda . . . . .	21
Isopoda . . . . .	22
5.2 Unterschiede bei Artenvielfalt und Nischendifferenzierung der Carabidae zwischen Wallhecke und Feld . . . . .	23
Diversität und Evenness . . . . .	24
Größenklassenverteilung . . . . .	25
5.3 Biozönotische Ähnlichkeit zwischen Wallhecke und Feld . . . . .	27
Artenidentität . . . . .	27
Dominanzidentität . . . . .	28
5.4 Austauschprozesse zwischen Wallhecke und Feldrand . . . . .	29
5.5 Längsausbreitung entlang der Wallhecken . . . . .	33
6. Diskussion . . . . .	35
7. Zusammenfassung . . . . .	39
8. Summary . . . . .	39

AUSWIRKUNGEN DER EXTENSIVIERUNGSFÖRDERUNG AUF WIRBELLOSE		41
1.	Einleitung . . . . .	41
2.	Methode . . . . .	42
3.	Witterungsbericht 1987/1988 . . . . .	44
4.	Ergebnisse . . . . .	44
4.1	Vegetationsstruktur und Blütenhorizont . . . . .	44
4.2	Auswirkungen der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf die Vegetations- fauna . . . . .	47
4.3	Einfluß der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf Tiere der Bodenoberfläche	49
4.3.1	Dominanzidentität der Laufkäfer in verschieden extensivierten Ackerrand- bereichen . . . . .	56
4.3.2	Diversität der Laufkäfer in verschieden extensivierten Ackerrandbereichen	57
4.4	Auswirkung der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf die Spinnen (Araneae) . . . . .	59
4.4.1	Aktivitätsdichte einzelner Spinnenarten . . . . .	61
4.5	Einfluß der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf blütenbesuchende Insekten . . . . .	63
5.	Diskussion . . . . .	66
6.	Empfehlungen für eine Weiterentwicklung der Ackerrandstreifen- und Brache-Extensivierung . . . . .	68
7.	Zusammenfassung . . . . .	69
8.	Summary . . . . .	70

AUSWIRKUNGEN DER KNICKVERSETZUNG AUF DIE FAUNA . . . . .	71
1. Einleitung . . . . .	71
2. Die untersuchten Knicks und ihre Charakteristik . . . . .	71
2.1 Knicks der Vorgeest auf Sandboden bei Ehndorf . . . . .	71
2.2 Knicks der Altmoräne auf lehmigem Sandboden bei Schülpl . . . . .	73
2.3 Knicks der Jungmoräne auf Lehmboden bei Schwartbuck . . . . .	74
3. Methode . . . . .	75
4. Einfluß der Versetzungsmaßnahmen auf ausgewählte ökologische bzw. taxo- nomische Gruppen . . . . .	75
4.1 Weberknechte (Opiliones) . . . . .	75
4.2 Spinnen (Araneae) . . . . .	79
Gesamtaktivitätsdichte der bodenlebenden Spinnen . . . . .	80
Verteilung bodenlebender Spinnenarten auf die Knickbiotoptypen . . . . .	80
Spinnen der Strauch- und Krautschicht . . . . .	82
4.3 Asseln (Isopoda) . . . . .	83
4.4 Tausendfüßler (Diplopoda) . . . . .	84
4.5 Käfer (Coleoptera) . . . . .	85
Laufkäfer (Carabidae) . . . . .	85
Blattkäfer (Chrysomelidae) . . . . .	88
4.6 Fliegen (Brachycera) . . . . .	89
Tanzfliegen (Empididae) . . . . .	89
5. Bewertung der Knickversetzung . . . . .	91
6. Empfehlungen zum Problem der Knickversetzung . . . . .	93
7. Zusammenfassung . . . . .	95
8. Summary . . . . .	96
LITERATUR . . . . .	97





## Einleitung

Vor ca. 30 Jahren setzte eine Chemikalisierung und Technisierung der landwirtschaftlichen Produktion ein, die zu einer steigenden Intensivierung der Nutzung in den Agrarökosystemen führte. Mit allen von Technik und Industrie angebotenen Mitteln wird eine Maximierung der Produktion angestrebt. Die Substitution natürlicher Steuerungselemente durch Agrochemikalien und Agrotechnik führte zu einer drastischen Uniformierung der Agrarbiotope (DIERCKS 1983). Die durchgeführte strukturelle Anpassung der Landschaft an die Anforderungen einer rationellen landwirtschaftlichen Anbautechnik mit Großmaschinen, bewirkte zusätzlich einen sehr hohen Verlust an naturnahen Landschaftsbestandteilen, die noch in erheblicher Anzahl bis etwa vor 25–30 Jahren im Agrarbereich mit einbezogen waren.

Knicks oder Wallhecken stellen als Feldgrenzen in den meisten Landesteilen Schleswig-Holsteins eine landschaftsprägende, ökologische Struktur dar, die in ihrer Artenzusammensetzung weitgehend den Waldsaum-Ökosystemen entspricht. Durch eine vielfältige Raumstruktur, verbunden mit einer Vielzahl klimatischer Faktorenkombinationen auf engem Raum, haben die Knicks in der Kulturlandschaft eine ökologisch wichtige Funktion für die Biozönosen der Agrarökosysteme. Von dem Vorhandensein eines naturnahen Knickökosystems geht daher eine stabilisierende Wirkung auf die benachbarten Agrarflächen aus. Gleichzeitig ist ein Knicknetz ein notwendiger Bestandteil eines Biotopverbundsystems in der Agrarlandschaft. Die Beseitigung von 25 000 km Knicklänge in den letzten 40 Jahren hat zu einer starken Ausdünnung des heute noch etwa 50 000 km umfassenden Knicknetzes in Schleswig-Holstein geführt (EIGNER 1978).

Die hier vorliegenden Untersuchungen der *Forschungsstelle für Ökosystemforschung* an der CAU, Kiel, sollen Aussagen über die Funktion der Wallhecken für die Agrarbiotope ergeben.

Ziel der Untersuchung von HINGST ist die Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen den Zoozönosen der Wallhecken und den Zoozönosen der angrenzenden Felder.

Seit wenigen Jahren wird versucht, dem Artenrückgang der Agrarökosysteme durch Extensivierung der Landbewirtschaftung im Ackerrandbereich entgegenzuwirken. Mögliche Auswirkungen extensivierter Ackerrandbereiche betreffen einerseits das Ackerökosystem selbst, andererseits jedoch auch angrenzende Knickökosysteme. In Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Naturschutz in Schleswig-Holstein untersuchte MÜLLER im Sinne einer Effizienzforschung die Frage, ob extensivierte Randstreifen geeignet sind, die isolierende, entnetzende Wirkung des konventionellen, intensiven Ackerbaus zu mildern und einen verbesserten Biotopverbund zu bewirken.

Die Beseitigung von Knicks ist wegen ihrer großen Bedeutung im Naturhaushalt der Agrarflächen verboten, so daß das „Versetzen von Knicks“ zunehmend als Ausgleich oder Ersatz im Rahmen von Flurbereinigung, Straßen- und Siedlungsbau im Sinne „biotoperhaltender Maßnahmen“ durchgeführt wird. Im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz in Schleswig-Holstein bearbeiteten WOLLWEBER und HINGST die Frage, wie sich Knickveretzungsverfahren ökologisch im Hinblick auf die Fauna auswirken.

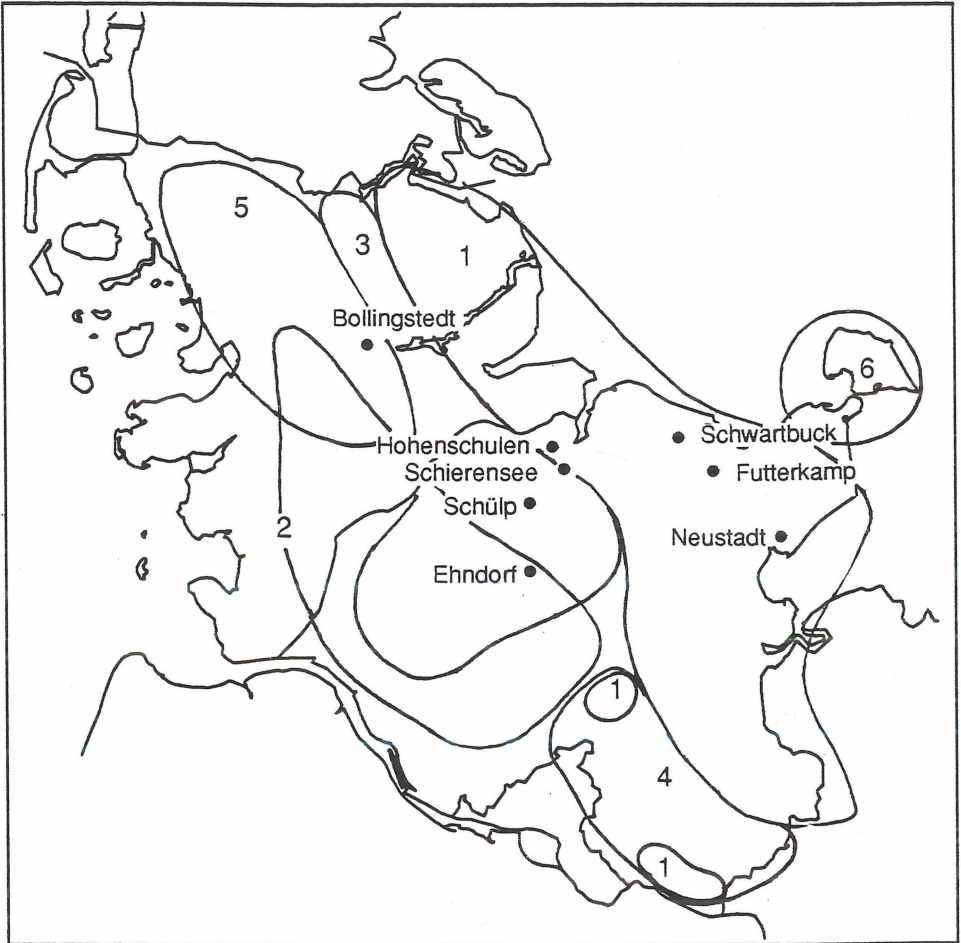
## Erfassungsmethoden

1. Zur Erfassung der Aktivitätsdichte bodenoberflächenaktiver Tiere werden Bodenfallen nach BARBER (1931) eingesetzt. Als Fallen dienen Gläser von 11 cm Höhe mit einem Öffnungsdurchmesser von 5,6 cm. Als Konservierungsflüssigkeit wird 4 %ige Formalde-

hyd-Lösung verwendet, der eine geringe Menge Entspannungsmittel zugesetzt wird. Der Fallenwechsel erfolgt in halbmonatlichem Abstand.

2. Eine Modifizierung der Barberfallen stellt die Winkelfallen-Methode dar. Hierbei werden Bodenfallen von 1m langen und 25cm hohen Blechen umstellt, die in einem Winkel von 90° zueinanderstehen. Jeweils zwei Winkel werden in entgegengesetzter Öffnungsrichtung ausgerichtet und liefern so quantitativ vergleichbare Ergebnisse über vollzogene Austauschprozesse.

3. Zur Erfassung der Besiedlungsdichte positiv phototaktischer Arten werden Photoelektoren verwendet. Diese bestehen aus verzinktem Stahlblech mit einem seitlichen Ausfanggefäß und bedecken eine Grundfläche von 1 qm.



Karte: Die Lage der Untersuchungsgebiete im Überblick sowie häufige Knicktypen in ihrer geographischen Verteilung in Schleswig-Holstein. 1: Schlehen-Hasel-Knicks (reich); 2: Schlehen-Hasel-Knicks (ärmer); 3: Buchen-Hasel-Knicks; 4: Birken-Eichen-Knicks; 5: einartige Knickpflanzungen neben strauchfreien Wällen (vorherrschend); 6: überwiegend knickfrei. Verändert nach EIGNER (1978), in Anlehnung an WEBER (1967).

4. Zur Erfassung der Besiedlungsdichte nicht flugfähiger Arten wird ein Ausfangareal verwendet. Eine Fläche von  $4 \times 1$  m Seitenlänge wird dazu mit Blechplatten umbaut und in den Boden eingelassen. An der Rahmenoberkante verhindert eine Fettschicht die Auswanderung der Tiere. Innerhalb des Rahmens werden 12 Bodenfallen eingesetzt.

5. Zur Erfassung des Arteninventars der in der Krautschicht oder der Strauschicht lebenden Tiere werden Käscherfänge durchgeführt. Hierzu wird ein Käscher mit 30cm Durchmesser verwendet, der am Ende des Gazebeutels mit einem abschraubbaren Fanggefäß ausgestattet ist.

6. Zur Ermittlung der Indigenität von Arten und zur Bestimmung absoluter Besiedlungsdichten werden Emergenzkäfige verwendet. Hierbei handelt es sich um Gaze Käfige mit 0,5 mm Maschenweite, die 6,25 qm Grundfläche abdecken und 1,5 m bzw. 2,5 m hoch sind. Innerhalb der Käfige befinden sich Bodenfallen sowie eine Gelbschale. Ergänzend hierzu besteht die Möglichkeit zur Erfassung positiv phototaktischer Arten durch vollständige Abdunklung der Emergenzkäfige und den Ausgang in seitlich angebrachten Gefäßen mit einer Fangflüssigkeit.

### Definition ökologischer Parameter

1. Die Aktivitätsdichte bezeichnet die Anzahl der mit stationären Fallenmethoden gefangenen Individuen, die pro Zeiteinheit eine Grenzlinie bestimmter Länge überschreiten (HEYDEMANN 1953). Dabei unterscheidet man die Aktivitäts-Individuen- und die Aktivitäts-Artendichte.

2. Die relative Häufigkeit einer Art, der als Aktivitätsdichte ermittelten Anzahl, wird in der Aktivitätsdominanz ausgedrückt. Es wird eine Einteilung in Dominanzklassen nach HEYDEMANN (1953) vorgenommen.

Es gelten folgende Grenzen: eudominant :  $D > 10 \%$ , dominant :  $10 > D > 5 \%$ , subdominant:  $5 > D > 2 \%$ , rezedent:  $2 > D > 1 \%$ , subrezedent:  $1 \% > D$  mit  $D =$  Dominanz in Prozent

3. Unter Artenidentität wird das Ausmaß der Übereinstimmung im Arteninventar zweier Tiergemeinschaften verstanden (BALOGH 1958). Für die Berechnung wird der Ähnlichkeitsquotient von SOERENSEN (1948) verwendet:

$AI = 100 * 2b / (c + d)$  mit AI: Ähnlichkeitsquotient, b: Anzahl der Arten, die in beiden Proben vorkommen, c: Anzahl der Arten der ersten Probe, d: Anzahl der Arten der zweiten Probe

4. Die Dominanzidentität nach RENKONEN (1938) ist ein Maß für die Übereinstimmung im Dominanzspektrum zweier Tiergemeinschaften.

5. Diversität ist ein Maß für die Mannigfaltigkeit eines Systems. Grundlage zur Berechnung ist die Formel von SHANNON-WEAVER, deren Nutzen für die ökologische Forschung von MAC ARTHUR (1955) erkannt wurde:

$$HS = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$$

6. Evenness gibt an, ob ein Diversitätswert durch eine hohe Artenzahl oder eine gleichmäßige Verteilung der Individuen auf wenige Arten entstanden ist.

$E = HS / HS_{max} = HS / \ln S$  mit E: Evenness, HS: Diversität,  $HS_{max}$ : Maximalwert der Diversität für die Artzahl S, S: Anzahl der Arten, ln: Logarithmus naturalis





# Die Bedeutung der Wallhecken für die Vernetzung und den Verbund von Ökosystemen

Von Rainer Hingst

## 1. Einleitung

Über die Beziehungen zwischen der Käferfauna auf Feldern und angrenzenden Hecken und Feldgehölzen berichten bereits einige Arbeiten (RENKEN 1956, TISCHLER 1958, SCHERNEY 1961, THIELE 1969b, FUCHS 1969). Die Bedeutung der Hecken und Feldgehölze wird von den einzelnen Autoren sehr verschieden eingeordnet und bis heute kontrovers diskutiert. Besonders THIELE (1964, 1977) hält den wechselseitigen Einfluß zwischen Feld und Hecke bei Carabidae für unbedeutend. Dagegen sehen andere Autoren deutliche Zusammenhänge zwischen Vorkommen und Häufigkeit der Laufkäfer auf dem Acker und der Ausstattung der Landschaft mit Hecken (GERSDORF 1937, POLLARD 1968b, DESENDER 1982, SOTHERTON 1985). In England wies SOTHERTON (1984) auf die Bedeutung breiter Feldraine als Überwinterungsquartiere hin.

Voruntersuchungen auf Flächen des biologisch-dynamischen Landbaus, die länger als 15–40 Jahre in dieser Bewirtschaftungsform arbeiten, ergaben dort einen Aufbau der Biozönose, die der von HEYDEMANN (1953) als typisch für Agrarbiozönosen vor 30 Jahren beschriebenen Struktur ähnlich ist.

Zu folgenden Fragen soll die vorliegende Arbeit Ergebnisse beitragen:

1. Welche Tierarten charakterisieren die Wallheckenzoozönose in bestimmten Landschaftsräumen Schleswig-Holsteins? Welche Differenzierung auf die beiden wichtigsten Wallhecken-Typen der Eichen-Hainbuchen- und der Eichen-Birken-Wallhecke zeigen sie?
2. Für welche Tierarten lassen sich Austauschprozesse nachweisen?
3. Welche Tierarten mit Verbreitungsschwerpunkt in
  - a) den Wallhecken nutzen das Ressourcenangebot der Feldränder,
  - b) den Äckern nutzen das Ressourcenangebot der Wallhecke?
4. Welche Bedeutung haben Hecken-Systeme in einem räumlichen Biotopverbundsystem für Acker-Ökosysteme?

## 2. Untersuchungsgebiete

### Eichen-Birken-Wallhecke auf Sandboden in Bollingstedt

Das Untersuchungsgebiet Bollingstedt gehört zum Naturraum „Schleswiger Vorgeest“ (MEYNEN & SCHMIDTHUSEN 1962) (Karte) (Abb. 1). Der Bodentyp ist ein Eisen-Humus-Podsol (HERZBERG 1954). Eine Ortsteinschicht konnte bei Bohrstockproben nicht festgestellt werden. Die Ackerzahl des untersuchten Feldes beträgt 22–24 (pers. Mitt. des Betriebsleiters). Die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Fläche hat eine Größe von 3 ha und wird von allen Seiten durch Wallhecken begrenzt. Das Feld war 1986 mit Winterroggen und 1985 mit Kartoffeln bestellt. Die angrenzenden Felder befinden sich ebenfalls in ackerbaulicher Nutzung.

Die untersuchte Wallhecke hat einen Kern aus Sammelsteinen. Der Wall ist wenig erodiert, hat eine Wallhöhe von 1,10 m und eine Wallrückenbreite von 1,80 m. Dem Wallfuß ist ein 1,50 m breiter Feldsaum vorgelagert. Die Wallhecke gehört zu dem von WEBER (1967)



Abb. 1: Eichen-Birken-Wallhecke bei Bollingstedt.

beschriebenen Typ des „*Betula pendula-Quercus robur* Knick mit *Fagus sylvatica* und *Rubus idaeus*“. Die Gehölze sind zweireihig angeordnet und haben ein Alter von etwa 12–15 Jahren. Der dichte Gehölzbewuchs hat eine Deckung von 95 % und läßt nur eine spärliche Krautschicht aufwachsen. Die Streuschicht auf dem Wall ist 5 cm stark.

Die Pflanzengesellschaft des biologisch-dynamisch bewirtschafteten Winterroggenfeldes gehört zur Lammkraut-Assoziation (*Teesdalia-Arnoseridetum minimae* R. Tx. 37). Diese Pflanzengesellschaft kennzeichnet einen extrem sauren und nährstoffarmen Sandboden (HOFMEISTER und GARVE 1986). Die Lammkrautgesellschaft wird in Schleswig-Holstein als stark gefährdet eingestuft (DIERSSEN 1983).

#### Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehmboden in Hohenschulen

Die Untersuchungen auf dem konventionell bewirtschafteten Feldrand wurden auf dem Universitätsgut Hohenschulen durchgeführt (Karte S. 8). Das Untersuchungsgebiet gehört zum Naturraum „Westensee-Moränengebiet“, der nach WEBER (1967) das Kerngebiet der schleswig-holsteinischen Wallheckenlandschaft bildet. Der Bodentyp ist als Parabraunerde anzusprechen. Die Bodenart ist sandiger Lehm. Die Ackerzahl beträgt 50–60 (Planungsatlas Schleswig-Holstein 1960).

In den Jahren 1985 und 1986 wurde dieselbe Fläche untersucht. In beiden Jahren war die Fläche mit Winterweizen als Kulturfrucht bestellt, die Vorfrucht 1984 bestand aus Zuckerrüben. Das Feld hat eine Größe von 25 ha und liegt zwischen weiteren intensiv bewirtschafteten Ackerflächen.

Die Wallhecke hat einen Kern aus Sammelsteinen. Der Wall ist stark erodiert und der Wallfuß fällt direkt mit dem Ackerrand zusammen. Der Wall erreicht eine Höhe von 0,70–1,20 m und ist auf dem Wallrücken 1,60 m breit. Die Wallhecke gehört dem von WEBER (1967) beschriebenen Wallheckentyp der „*Rubus-radula*-Knicks ohne *Rubus caesius*“ an. Der Gehölzbewuchs ist zweireihig und erreicht ein Alter von etwa 40 Jahren.

Die Pflanzengesellschaft des Winterweizenfeldes ist aufgrund von Herbizidanwendungen stark verarmt. Die Kulturfrucht nimmt eine fast 100 %ige Deckung ein. Im Feldrandbereich wurden nur einzelne Individuen einer Begleitflora gefunden.

#### Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehmboden in Schierensee

Der Feldrand in Schierensee gehört zum Naturraum „Westensee-Moränengebiet“ (Karte S. 8). Der Bodentyp ist eine Parabraunerde, die Bodenart ein sandiger Lehm und die Ackerzahl beträgt 45–55 (pers. Mitt. des Betriebsleiters). Die Feldgröße der 1985 untersuchten Fläche beträgt 4,5 ha. Sie wird nach Norden, Süden und Westen von Wallhecken und im Osten von einer biologisch-dynamisch bewirtschafteten Ackerfläche begrenzt. 1985 war das Feld mit Winterweizen bestellt. Der untersuchte Feldrand ist der Wallhecke südlich vorgelagert. Der 1986 untersuchte Feldrand ist derselben Wallhecke nördlich vorgelagert. Die Feldfrucht war ebenfalls Winterweizen und die Vorfrucht auf beiden Feldern bestand aus Ackergras mit Rotklee als Untersaat. Die Feldgröße beträgt 4 ha.

Der Kern der untersuchten Wallhecke besteht ebenfalls aus Sammelsteinen. Der Wall ist auch hier in großen Bereichen erodiert, hat eine Wallhöhe von etwa 1,30 m und eine Wallrückenbreite von nur 1,20 m. Dem Wallfuß ist ein 2,00 m breiter Feldsaum vorgelagert. In der pflanzensoziologischen Zusammensetzung ähnelt die Wallhecke dem schon oben beschriebenen Eichen-Hainbuchen-Typ mit *Rubus radula*. Die Gehölze sind zweireihig angeordnet und haben ein Alter von etwa 15 Jahren.

Die Pflanzengesellschaft des Winterweizenfeldes gehört zur Echten-Kamille-Assoziation (*Aphano-Matricarietum chamomillae* R. Tx. 37). In einer Aufnahme am Feldrand wurden 23 Arten erfaßt. Die Gesamtdeckung betrug 75 %, die der Begleitflora 30 %. Die Fläche liegt an einem Hang mit einer Neigung von 4 %.

#### Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehmboden in Neustadt

Das Untersuchungsgebiet Neustadt gehört zum Naturraum „Oldenburger Graben“ und liegt in der Nähe der Ostsee (Karte S. 8 / Abb. 2). Der Bodentyp entspricht ebenfalls einer Parabraunerde. Die Bodenart ist überwiegend sandiger bis sandig-toniger Lehm. Die -Ackerzahl beträgt 50–55. Die Feldgröße beträgt 7 ha und war 1985 mit Winterweizen bestellt. Das Feld wird von 3 Seiten von Wallhecken und im Südosten von einem direkt angrenzenden konventionell bewirtschafteten Getreidefeld begrenzt. Der untersuchte biologisch-dynamische Feldrand ist der Wallhecke südöstlich vorgelagert. 1986 wurde eine andere Fläche mit einer weiteren Wallhecke untersucht. Der Feldrand ist auf dieser Fläche südexpunziert und mit Hackfrucht und einer Untersaat aus *Phacelia* bestellt.

Die Wallhecke trennt die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Fläche im Süden von einer konventionell-bewirtschafteten Fläche im Norden. In den beiden Untersuchungs Jahren wurden zwei verschiedene Wallheckenbereiche untersucht, die jedoch in ihrem strukturellen Aufbau vergleichbar sind. Die Wälle haben einen Steinkern. Die Wallhöhen betragen etwa 0,80 m–1,20 m und die Wallrücken sind bis zu 2,00 m breit. Pflanzensoziologisch lassen sich auch diese Wallhecken in den *Rubus radula*-reichen Typ der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke einordnen. Die zweireihig angeordneten Gehölze haben ein Alter von 15–20 Jahren und bilden eine dichte Strauchschicht. Jährliche Pflegeschnitte wurden an



Abb. 2: Bodenfalle auf dem Wallrücken der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke bei Neustadt.

der 1986 untersuchten Hecke auf dem der konventionell bewirtschafteten Fläche vorgelagerten Heckenrand vorgenommen.

Die Pflanzengesellschaft des biologisch-dynamisch bewirtschafteten Winterweizenfeldes gehört ebenfalls zur Echten Kamille-Assoziation (*Aphano-matricarietum chamomillae* R. Tx. 37). Die Gesamtdeckung betrug 60 %, die Deckung der Begleitflora 30 %. Der untersuchte Feldrand liegt an einem Hang mit einer Neigung von 5 %.

### **3. Witterung der Jahre 1985 und 1986 im Vergleich zum langjährigen Mittel**

Größere Abweichungen im Temperaturverlauf vom langjährigen Mittel ergeben sich für 1986 durch den sehr kalten Februar, den relativ warmen Monaten Mai und Juni und einen kälteren Spätsommer. Die Monate Mai und Juni 1985 waren sogar geringfügig kälter als im langjährigen Mittel.

Die Niederschläge weichen in beiden Untersuchungsjahren stark vom langjährigen Durchschnitt ab. Das Jahr 1986 hatte sehr trockene Hochsommermonate und einen nassen Herbst, während 1985 besonders in den Frühlingsmonaten März und April und in den Sommermonaten Juni, Juli und August höhere Niederschläge als im langjährigen Mittel zu verzeichnen waren. (Quelle: monatliche Witterungsberichte des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (1985 und 1986).

## 4. Methode

In den untersuchten Habitatzonen Wallrücken, Wallseiten, 5 m Feldtiefe wurden jeweils drei Parallelfallen eingesetzt, im Feldrandbereich in 10 m Feldtiefe eine Bodenfalle.

Die Fallenstandorte der Untersuchungsjahre 1984 und 1985 stimmten nur für den konventionell bewirtschafteten Feldrand in Hohenschulen überein. In den anderen Untersuchungsgebieten wurde aufgrund des Wechsels der Kulturfrucht auch ein anderer Feldrand untersucht.

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich im Wallheckenbereich vom 15. 4. bis 1. 10. und im Feldrandbereich in Abhängigkeit von den Bearbeitungs- und Erntemaßnahmen vom 15. 4. bis 1. 8. der beiden Untersuchungsjahre. Gewechselt wurden die Bodenfallen jeweils am 1. und 15. eines Monats.

Insgesamt wurden 641 Bodenfallen-Proben ausgewertet. Hinzu kommen 56 Proben aus der Winkel-Methode.

Die Ergebnisse der Bodenfallen des Feldrandbereiches in Neustadt aus dem Untersuchungsjahr 1986 wurden nicht in die Auswertung einbezogen. 1986 wurde aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen die Hackfrucht erst Ende Juni gepflanzt und außerdem eine Untersaat mit Bienenfreund (*Phacelia*) vorgenommen. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Felder ist deshalb nicht sinnvoll.

In dieser Arbeit werden zusätzlich einige Ergebnisse aus dem Feldbereich in 60 m Feldtiefe berücksichtigt. Die Proben stammen von demselben Feld auf dem auch die Untersuchungen dieser Arbeit stattfanden und wurden von Frau Dipl.-agr. E. M. HUGENBUSCH bestimmt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Verteilung der Arten zwischen Wallhecke und benachbarten Feldern

#### Carabidae

In allen Untersuchungsgebieten nimmt die Aktivitätsdichte in den Habitatzonen vom Wallrücken über den Wallfuß bis in 5 m Feldtiefe zu (Abb. 3). Die Ursachen der deutlichen Zunahme der Aktivitätsindividuenichten in diesen Zonen sind zum einen in der verschiedenen Ausprägung der Raumstrukturdichte und zum anderen in der Zusammensetzung der Laufkäfergesellschaften zu suchen (s. Kapitel 5.2.3).

Der besonders an Gräsern reiche Saum am Wallheckenfuß besitzt einen stärkeren Raumwiderstand für laufaktive Formen als der benachbarte Feldrand. Dies wirkt sich hemmend auf die Aktivität aus. In der Zone des Wallrückens findet sich bis auf einen leichten Frühjahrsgeophytenbewuchs keine Krautschicht. Laufkäfern der Größenklasse 5 stellt sich hier ein geringerer Raumwiderstand entgegen (HEYDEMANN 1953). Bei den kleineren Größenklassen dagegen kann das Lückensystem der Streuschicht hemmend auf die Laufkäferaktivität wirken.

Die Verteilung der Aktivitätsindividuenichte zeigt, daß die Wallhecken und die benachbarten Feldränder jeweils verschiedene Carabiden-Synusien besitzen (Tab. 1.). Der Feldrand der konventionell bewirtschafteten Fläche weist gegenüber dem Feldrand der biologisch-dynamischen Fläche eine deutlich geringere Aktivitätsindividuenichte auf. Dabei hat die Bodenart wesentlichen Einfluß auf die Zusammensetzung der Carabiden-Synusien, die durch ihre Verteilungsstruktur die typischen Habitategenschaften der Untersuchungsstandorte kennzeichnen.



Tab. 1: Gesamt-Aktivitätsdichte der Carabidae 1986 in Individuen / 3 Bodenfallen und 107 Tage (15. 4. 86–1. 8. 86)

Artnamen	Bollingstedt Eichen-Birken-Wallhecke auf Sand biol.-dyn.				Schierensee Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm biol.-dyn.			
	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m
I <i>Carabus nemoralis</i>	28	26	11	–	23	44	19	24
<i>Pterostichus niger</i>	46	8	4	–	7	12	15	9
<i>Carabus granulatus</i>	46	8	53	39	8	12	18	9
<i>Loricera pilicornis</i>	30	25	33	48	9	19	44	15
<i>Pterostichus melanarius</i>	14	–	–	–	47	228	486	585
<i>Trechus quadristriatus</i>	3	6	–	–	3	4	2	–
<i>Nebria brevicollis</i>	2	–	1	–	1	10	2	–
II <i>Leistus rufescens</i>	1	4	–	–	–	2	–	–
<i>Badister bipustulatus</i>	–	–	–	–	1	–	–	–
<i>Notiophilus biguttatus</i>	–	3	–	–	1	1	–	–
III <i>Platynus assimilis</i>	–	–	–	–	13	30	11	3
<i>Harpalus rufibarbis</i>	–	–	–	–	9	26	11	–
<i>Cychrus caraboides</i>	–	–	–	–	1	6	–	–
<i>Carabus coriaceus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Abax parallelepipedus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
IV <i>Pterostichus strenuus</i>	61	89	21	6	1	8	1	–
<i>Carabus hortensis</i>	28	57	–	–	–	–	–	–
<i>Notiophilus palustris</i>	7	10	1	–	–	–	–	–
<i>Calathus piceus</i>	8	7	–	–	–	–	–	–
<i>Leistus ferrugineus</i>	–	1	–	–	–	–	–	–
V <i>Bembidion lampros</i>	18	18	97	54	1	9	16	–
<i>Harpalus rufipes</i>	15	7	113	75	1	4	12	12
<i>Calathus fuscipes</i>	2	–	44	63	–	5	5	–
<i>Harpalus aeneus</i>	8	6	43	57	–	–	–	–
<i>Calathus melanocephalus</i>	8	15	15	2	3	4	3	3
<i>Amara similata</i>	–	1	112	63	2	1	3	–
<i>Poecilus versicolor</i>	24	19	200	150	–	1	–	–
<i>Amara communis</i>	13	5	73	63	–	–	–	–
<i>Amara spreta</i>	4	5	51	126	–	–	–	–
<i>Amara aenea</i>	1	4	37	42	–	1	1	–
<i>Syntomus foveatus</i>	14	10	20	24	–	–	–	–
<i>Amara familiaris</i>	1	2	32	24	–	–	–	–
<i>Harpalus tardus</i>	6	1	8	3	–	–	–	–
<i>Calathus erratus</i>	–	–	57	69	–	–	–	–
<i>Broscus cephalotes</i>	–	–	91	78	–	–	–	–
<i>Agonum sexpunctat.</i>	–	–	13	12	–	–	–	–
<i>Amara fulva</i>	–	–	9	9	–	–	–	–
VI <i>Clivina fossor</i>	2	3	10	3	–	1	8	3
<i>Synuchus nivalis</i>	2	1	–	–	–	3	1	–
<i>Bembidion tetracolum</i>	–	–	5	15	3	13	22	24
<i>Agonum mülleri</i>	–	2	61	75	–	3	66	60
<i>Carabus auratus</i>	–	–	–	–	1	3	64	111
<i>Carabus cancellatus</i>	–	–	5	6	8	45	308	330
<i>Platynus dorsalis</i>	7	26	36	24	21	68	124	141

Artnamen	Hohenschulen				Neustadt		
	Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm konventionell				Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm biol.-dyn.		
	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m	Wallr.	Wallf.	
I	<i>Carabus nemoralis</i>	10	11	3	–	7	13
	<i>Pterostichus niger</i>	13	9	5	–	22	54
	<i>Carabus granulatus</i>	13	5	58	36	1	16
	<i>Loricera pilicornis</i>	13	3	24	30	4	17
	<i>Pterostich. melanarius</i>	151	92	224	192	29	183
	<i>Trechus quadristriatus</i>	6	2	8	12	7	34
	<i>Nebria brevicollis</i>	11	5	4	6	–	150
II	<i>Leistus rufescens</i>	–	1	–	–	–	1
	<i>Badister bipustulatus</i>	–	–	–	–	3	1
	<i>Notiophilus biguttatus</i>	2	–	–	–	–	1
III	<i>Platynus assimilis</i>	271	144	193	93	199	342
	<i>Harpalus rufibarbis</i>	4	2	2	–	3	10
	<i>Cychrus caraboides</i>	1	2	–	–	–	1
	<i>Carabus coriaceus</i>	–	–	–	–	1	4
	<i>Abax parallelepipedus</i>	–	–	–	–	13	10
IV	<i>Pterostichus strenuus</i>	3	1	1	–	8	1
	<i>Carabus hortensis</i>	–	–	–	–	8	1
	<i>Notiophilus palustris</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Calathus piceus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Leistus ferrugineus</i>	–	–	–	–	–	–
V	<i>Bembidion lampros</i>	5	3	15	6	–	3
	<i>Harpalus rufipes</i>	–	1	1	–	–	5
	<i>Calathus fuscipes</i>	1	2	5	12	1	–
	<i>Harpalus aeneus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Calathus melanocephalus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Amara similata</i>	–	1	–	–	–	–
	<i>Poecilus versicolor</i>	–	–	–	–	–	18
	<i>Amara communis</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Amara spreta</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Amara aenea</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Syntomus foveatus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Amara familiaris</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Harpalus tardus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Calathus erratus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Broscus cephalotes</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Agonum sexpunctat.</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Amara fulva</i>	–	–	–	–	–	–
VI	<i>Clivina fossor</i>	1	–	9	12	–	–
	<i>Synuchus nivalis</i>	6	1	2	–	–	5
	<i>Bembidion tetracolum</i>	–	13	43	30	–	3
	<i>Agonum mülleri</i>	–	–	3	–	–	5
	<i>Carabus auratus</i>	–	4	–	–	–	–
	<i>Carabus cancellatus</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Platynus dorsalis</i>	22	30	50	21	11	40

Artname	Bollingstedt Eichen-Birken-Wallhecke auf Sand biol.-dyn.				Schierensee Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm biol.-dyn.			
	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m
<i>Agonum fuliginosus</i>	-	3	-	-	-	-	-	-
VII <i>Amara anthobia</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Amara bifrons</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Amara consularis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Amara lunicollis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Amara tibialis</i>	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Badister sodalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bembidion properans</i>	-	-	3	3	-	-	-	-
<i>Bemb. quadrimaculat.</i>	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Calathus ambiguus</i>	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Demetrias atricapillus</i>	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Dromius melanocephalus</i>	1	2	1	-	-	1	-	-
<i>Harpalus latus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalus rubripes</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Lasiotrechus discus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	1	3	-	-	-	-	-	-
<i>Patrobus atrorufus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterost. oblongopunctatus</i>	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Stomis pumicatus</i>	1	3	-	-	-	1	-	-
<i>Trechus secalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichocellus placidus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
Gesamtaktivitätsdichte:	405	391	1313	1170	264	569	1243	1329
Artenzahl:	33	35	38	28	21	29	24	14

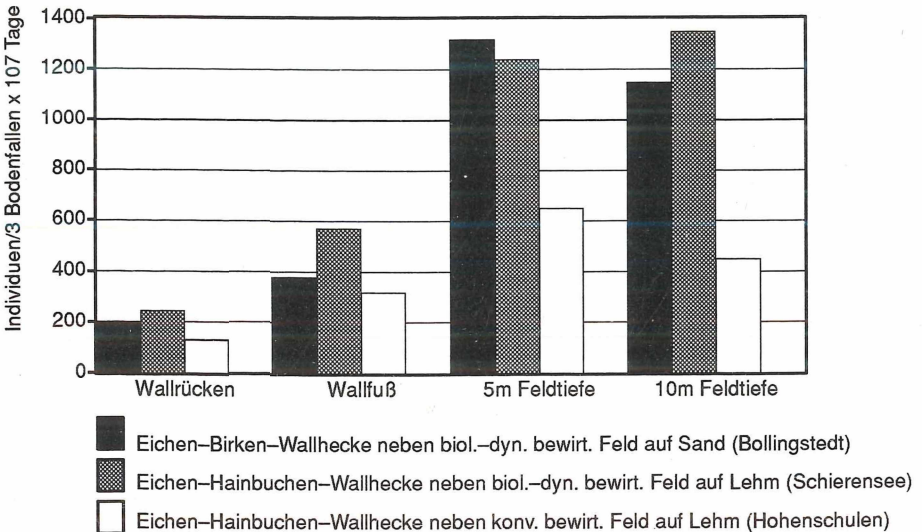


Abb. 3: Gesamt-Aktivitätsdichte der Carabidae 1986 in Individuen/3 Bodenfallen und 107 Tage (15. 4. 86–1. 8. 86)

Artnamen	Hohenschulen Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm konventionell				Neustadt Eichen-Hainb.-Wallhecke auf Lehm biol.-dyn.	
	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m	Wallr.	Wallf.
VII <i>Agonum fuliginosus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amara anthobia</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amara bifrons</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amara consularis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amara lunicollis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amara tibialis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Badister sodalis</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Bembidion properans</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Bemb. quadrimaculat.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Calathus ambiguus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Demetrias atricapillus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Dromius melanocephalus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalus latus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalus rubripes</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Lasiotrechus discus</i>	1	-	5	6	-	-
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Patrobus atrorufus</i>	-	1	-	-	1	2
<i>Pterost. oblongopunctatus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Stomis pumicatus</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Trechus secalis</i>	-	-	-	-	3	2
<i>Trichocellus placidus</i>	-	-	-	-	-	-
Gesamtaktivitätsdichte:	535	334	655	456	315	929
Artenzahl:	22	19	19	12	17	27

Der erste Block der Tabelle 1. beinhaltet Arten, die mit hoher Konstanz und relativ hoher Aktivitätsdichte in allen Habitatzonen des Transektes Wallhecke-Feldrand vertreten sind. Die Arten sind innerhalb des Blockes so angeordnet, daß diejenigen mit der größten Affinität zu den Wallhecken am Anfang stehen.

Der zweite Block beinhaltet Arten, deren Verteilung auf den Wallheckenbereich beschränkt bleibt. Sie zeigen aber meist keine besondere Präferenz eines bestimmten Wallhecken-Typs. Das Vorkommen dieser zweiten Artengruppe an Feldrändern (HEYDEMANN 1953), nordexponierten Straßenrändern (WOLLWEBER 1986) und im Grünland (TIETZE 1973) weist jedoch auf eine allgemeine Bindung an mittelfeuchte Lebensräume hin.

Der dritte Block faßt solche Arten zusammen, die einen Verteilungsschwerpunkt in Eichen-Hainbuchen-Wallhecken zeigen. Dieses sind feuchtigkeitsliebende Arten, die die wenigsten zeitweise nassen Böden bevorzugen.

Der vierte Block umfaßt solche Arten, die einen Verteilungsschwerpunkt in der Eichen-Birken-Wallhecke haben. Im angrenzenden Feldrandbereich wurde aus diesem Artenkomplex kein einziges Individuum festgestellt.

Der fünfte Block wird von den Arten gebildet, die einen Verteilungsschwerpunkt im Feldrandbereich auf Sandboden aufweisen. Der Wallheckenfuß bleibt nur sehr gering besiedelt. Die deutliche Präferenz für die besonnten Feldstandorte weisen die Vertreter dieser Gruppe als meso- bis xerophile Arten aus.

Im sechsten Block wurden Arten zusammengefaßt, die in ihrer Verteilung keine deutliche Präferenz für Feldrandbereiche aufweisen. Innerhalb des Blockes sind die Arten so geordnet, daß diejenigen, die in ihrer Verteilung keine Präferenz für eine Bodenart zeigen, am Anfang stehen. Diese Arten können also potentiell auf den Agrarflächen in Hohen-

schulen vorkommen und wurden dort schon 1951 und 1952 in großer Dichte nachgewiesen (HEYDEMANN 1953). Der Verteilungsschwerpunkt von *Carabus auratus*, *Carabus cancellatus* und *Platynus dorsalis* liegt heute aber auf dem biologisch bewirtschafteten Feldrand. Wahrscheinlich wirkt sich die Bewirtschaftungsform entscheidend auf das Vorkommen dieser Arten aus.

In Block sieben sind jene Arten zusammengefaßt, die im Untersuchungszeitraum nur in geringen Individuendichten erfaßt wurden. Über ihre Verteilungspräferenzen können daher keine sicheren Angaben gemacht werden.

### Silphidae

Größere Individuenzahlen aus der Familie der Silphidae wurden nur auf Sandboden erfaßt (Tab. 2.).

Tab. 2.: Gesamtaktivitätsdichte der Silphidae 1986. Individuen/3 Bodenfallen \* 107 Tage (15. 4. 1986–1. 8. 1986). E. H. W.: Eichen-Hainbuchen Wallhecke; Wr: Wallrücken; Wf: Wallfuß; 5 m: Feldbereich in 5 m Feldtiefe; 10 m: Feldbereich in 10 m Feldtiefe

Artname	Eichen-Birken-W. Sand, biol.-dyn.				Eichen-Hainbuchen-W. Lehm, biol.-dyn.				Eichen-Hainbuchen-W. Lehm, konventionell				Neustadt Lehm	
	Wr.	Wf.	5 m	10 m	Wr.	Wf.	5 m	10 m	Wr.	Wf.	5 m	10 m	Wr.	Wf.
	<i>Silpha obscura</i>	29	189	523	507	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blitophaga opaca</i>	-	-	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phospuga atrata</i>	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>N. vespilloides</i>	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Silpha tristis</i>	-	-	-	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. humator</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtaktivitätsdichte	29	191	536	516	5	8	4	-	-	-	-	-	-	3
Artenzahl	1	2	3	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	2

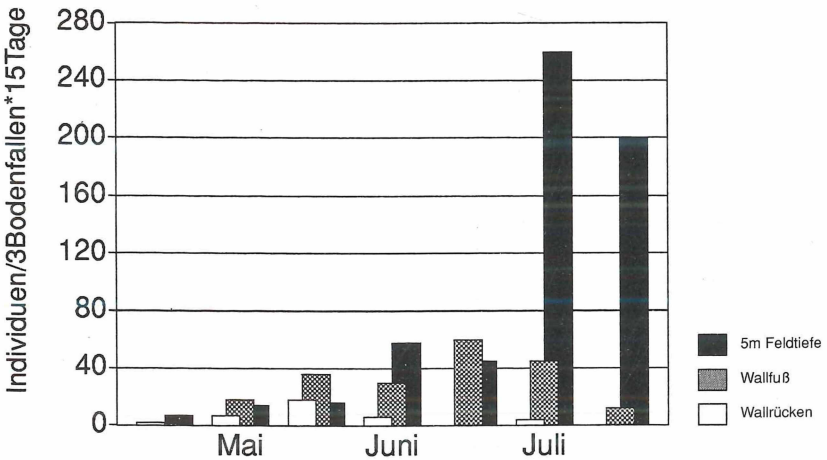


Abb. 4: Jahresperiodische Verteilung von *Silpha obscura* auf den verschiedenen Habitatzonen der Eichen-Birken-Wallhecke auf Sand (Bollingstedt)



*Silpha obscura* ist die eudominante Art dieser Familie. Ihr Verteilungsschwerpunkt liegt auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feldrand auf Sandboden. Die Imagines weisen keine erkennbare Bindung an den Wallheckenbereich auf. Die Larven dagegen kommen in größerer Aktivitätsdichte im unbewirtschafteten Feldrand am Wallfuß vor (Abb. 4.).

*Phosphuga atrata* wurde nur im Wallheckenbereich gefunden. TISCHLER (1949) stellt für diese Art auf Feldern eine Bindung an den Wallheckenbereich fest, da *Phosphuga atrata* Gehäuseschnecken als Nahrung benötigt. Die Gehäuseschnecken kommen jedoch nicht auf Ackerflächen vor. Die Arten *Necrophorus vespilloides*, *Necrophorus humator* und *Silpha tristis* treten nur in geringen Aktivitätsdichten auf.

## Diplopoda

Der Vergleich der beiden Wallheckentypen zeigt die unterschiedliche Besiedlung durch die Diplopoden. In Tab. 3 ist die Verteilung der Diplopoden auf die verschiedenen Habitatzonen dargestellt.

Tab. 3: Gesamtaktivitätsdichte der Diplopoda 1986. Individuen/3 Bodenfallen \* 107 Tage (15. 4. 1986–1. 8. 1986); Wr: Wallrücken; Wf: Wallfuß; 5 m: Feldbereich in 5 m; Feldtiefe; 10 m: Feldbereich in 10 m Feldtiefe

Artname	Eichen-Birken-Wallhecke Sand, biol.-dyn.				Eichen-Hainb.-Wallhecke Lehm, biol.-dyn.			
	Wr.	Wf.	5 m	10 m	Wr.	Wf.	5 m	10 m
<i>Cylindroiulus fallax</i>	33	44	–	–	–	–	–	–
<i>Julus scandinavicus</i>	37	19	–	–	84	73	21	6
<i>Cylindroiulus truncorum</i>	14	11	–	–	4	2	–	–
<i>Schizophyllum sabulosum</i>	1	3	–	–	9	4	1	–
<i>Cylindroiulus londinensis</i>	–	–	–	–	72	89	109	84
<i>Polydesmus denticulatus</i>	–	–	–	–	14	63	51	72
<i>Polydesmus inconstans</i>	–	–	–	–	18	12	31	27
<i>Brachydesmus superus</i>	–	–	–	–	18	12	31	27
<i>Choneiulus palmatas</i>	–	–	–	–	–	–	5	–
<i>Cylindroiulus punctatus</i>	–	–	–	–	–	–	–	2
Gesamtaktivitätsdichte	85	77	–	–	219	262	244	215
Artenzahl	4	4	–	–	7	9	6	5

Im Gegensatz zu den drei synanthropen Arten der Asseln, kommen in den untersuchten Habitatzonen keine Diplopoden vor, die in Norddeutschland auf die Nähe von Siedlungen des Menschen und Gärten beschränkt sind.

Die Aktivitäts- und die Artendichte ist in der Eichen-Birken-Wallhecke gegenüber der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke deutlich geringer. Die Eichen-Hainbuchen-Wallhecke bietet in bezug auf ausnutzbare Nahrung und Ökoclimate die besseren Lebensmöglichkeiten für Diplopoden (TISCHLER 1949).

Mit *Cylindroiulus fallax* und *Cylindroiulus truncorum* treten auf Sandboden zwei Arten auf, die einen Verteilungsschwerpunkt in der Eichen-Birken-Wallhecke haben.

Ihre Einstufung als Differentialarten gegenüber dem Eichen-Hainbuchen-Wallheckentyp bedarf jedoch noch weiterer Untersuchungen. VOGEL (1985) fand diese Arten auch in Waldbeständen auf schwerem Boden.

*Cylindroiulus scandinavius* und *Schizophyllum sabulosum* sind im Wallheckenbereich beider Hecken-Typen vertreten. *Schizophyllum sabulosum* ist als sandliebendes Tier bekannt (HEYDEMANN 1953). Sein Vorkommen auf Lehmboden zeigt jedoch eine breitere ökologische Valenz.

HEYDEMANN (1953) fand auf Sandboden in Winterroggenfeldern gegenüber Lehmboden eine Abnahme der Flächendichte der Diplopoden auf 5 %. In dieser Arbeit wurden auf Sandboden Diplopoden im Feldrandbereich mit keinem Individuum erfaßt, so daß Wanderungen zwischen der Wallhecke und Feldrand auf Sandboden für diese Gruppe auszuschließen sind.

Auf Lehmboden beschränkt bleiben in ihrer Verteilung die Arten *Cylindroiulus londinensis*, *Polydesmus denticulatus*, *Polydesmus inconstans*, *Choneiulus palmatus* und *Brachydesmus superus*. Die Analyse der Verteilung dieser Arten zeigt eine Präferenz für den Heckenrand und den benachbarten Feldbereich, während sie im Heckeninneren in einer geringeren Aktivitätsdichte auftreten.

Austauschprozesse zwischen Wallhecke und dem benachbarten Feldrand sind aufgrund der Verteilungsstruktur wahrscheinlich. Jahresrhythmische Wanderungen zwischen den beiden Biotoptypen konnten jedoch im Untersuchungszeitraum nicht festgestellt werden.

## Isopoda

Die Isopodenfauna der untersuchten Wallhecken ist artenarm. Mit *Philoscia muscorum* und *Oniscus asellus* kommen in der Eichen-Birken-Wallhecke nur zwei Arten vor. In der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke treten neben diesen beiden Arten noch *Armadillidium vulgare*, *Trachelipus rathkei* und *Porcellio scaber* auf (Tab. 4.).

Die Aktivitäts- und die Artendichte der Eichen-Birken-Wallhecke ist geringer als in der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke. Besonders auffällig ist außerdem, daß im Feldrand auf Sandboden die Isopoden mit keinem Individuum erfaßt wurden, während sie dagegen im Feldrandbereich auf Lehmboden in größeren Individuenzahlen auftreten. Die Unterschiede in der Aktivitätsdichte sowie in der Verteilungsstruktur sind möglicherweise neben der geringen Bodenfeuchte und einem geringeren Nahrungsangebot auf den niedrigeren pH-Wert des Sandbodens zurückzuführen. TOPP (1982) fand in bodensauren Waldbeständen ebenfalls geringe Abundanzen und VOGEL (1985) stellte im Eichenwald das Fehlen der Isopoden in diesem Biotoptyp fest.

Im Feldrandbereich auf Lehmboden kommen drei Assel-Arten vor, von denen *Trachelipus rathkei* in diesem bewirtschafteten Bereich eine hohe Aktivitätsdichte erreicht. Diese Art meidet den Heckenbereich nicht, scheint aber anthropogene Lebensräume vorzuziehen (TISCHLER 1980) und wird von HEYDEMANN (1953) als „die typische Assel lehmiger Äcker“ bezeichnet. Jahresrhythmische Wanderungen zwischen den Biotoptypen konnte für diese Art nicht festgestellt werden.

*Philoscia muscorum* hat ihren Verteilungsschwerpunkt im Wallheckenbereich. Die beobachteten Individuen im Feldrandbereich auf Lehmboden beweisen, daß im Frühjahr die zu dieser Zeit noch nasse und dunkle Bodenoberfläche des Feldes für *Philoscia muscorum* ebenfalls geeignete Lebensmöglichkeiten bietet.

Mit *Oniscus asellus*, *Porcellio scaber* und *Armadillidium vulgare* finden sich drei Arten in der Wallhecke, die in Schleswig-Holstein ein synanthropes Verhalten zeigen (TISCHLER 1980). Im bewirtschafteten Feldbereich wurden diese Arten nicht gefunden.

Tab. 4: Gesamtaktivitätsdichte der Isopoda 1986. Individuen/3 Bodenfallen \* 107 Tage (15. 4. 1986–1. 8. 1986); Wr: Wallrücken; WF: Wallfuß; 5 m: Feldbereich in 5 m Feldtiefe; 10 m: Feldbereich in 10 m Feldtiefe

Artname	Eichen-Birken-Wallhecke Sand, biol.-dyn.				Eichen-Hainb.-Wallhecke Lehm, biol.-dyn.			
	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m	Wallr.	Wallf.	5 m	10 m
<i>Philoscia muscorum</i>	41	37	–	–	51	63	7	3
<i>Oniscus asellus</i>	7	4	–	–	5	2	1	–
<i>Trachelipus rathkii</i>	–	–	–	–	14	35	27	30
<i>Armadillidium vulgare</i>	–	–	–	–	1	–	–	–
<i>Porcellio scaber</i>	–	–	–	–	–	2	–	–
Gesamtaktivitätsdichte	48	41	–	–	73	103	35	33
Artenzahl	2	2	–	–	4	4	3	2

## 5.2 Unterschiede bei Artenvielfalt und Nischendifferenzierung der Carabidae zwischen Wallhecke und Feld

Das Verteilungsprinzip der relativen Häufigkeiten entspricht einem Typ ökologischer Zusammensetzung wie er auch bei Walduntersuchungen gefunden wurden (TOPP 1982). Sie spiegeln unter anderem die Ausnutzung ökologischer Nischen in einem Gebiet wider. Der Vergleich zeigt, daß die Dominanzsequenzen der Habitatzonen auf Sandboden sich deutlich von denen auf Lehmboden unterscheiden (Abb. 5). Für alle Habitatzonen auf Sandboden gilt, daß nur ein bis zwei Arten mit einem Dominanzanteil von 14 % bis 22 % eine eudominante Stellung in den Laufkäfergemeinschaften einnehmen. Der Anteil der dominanten und subdominanten Arten ist sehr hoch.

Die Laufkäfergemeinschaften auf Lehmboden werden dagegen durch sehr hohe Dominanzwerte der eudominanten Arten gekennzeichnet. Die Art *Pterostichus melanarius* nimmt auf dieser Bodenart in allen Habitatzonen mit Dominanzwerten zwischen 31 % und 43 % eine ungewöhnlich herausragende eudominante Stellung ein.

Ein auffälliges Beispiel für diese sehr verschiedenen Dominanzsequenzen zeigt der Vergleich der Feldränder von beiden Bodenarten. Auf Sandboden kommen die drei häufigsten Arten zusammen auf einen Dominanzanteil von 34 %. Der Dominanzanteil aller dargestellten zehn häufigsten Arten beträgt 69%. Die drei häufigsten Arten auf Lehmboden erreichen zusammen einen Dominanzanteil von 74 % und alle zehn häufigsten Arten zusammen sogar einen Anteil von 99 %.

Möglicherweise zeigt sich in den unerwartet hohen Dominanzanteilen der häufigen Arten auf Lehmboden der anthropogene Einfluß auf diese Zoozönose (TOPP 1982). HEYDEMANN (1955) hält besonders die Art *Pterostichus melanarius* für anthropogen gefördert. Diese Art erreicht in allen Habitatzonen auf Lehmboden hohe Dominanzanteile. Die Analyse der Austauschprozesse zeigt, daß der Verteilungsschwerpunkt von *Pterostichus melanarius* auf dem Feldrandbereich liegt und sie von dort die Wallhecke mit in den Besiedlungsraum einbezieht (s. Kapitel 5.4.).

Auf Sandboden zeigt sich in allen Habitatzonen, also ebenfalls im bewirtschafteten Feldrand, eine gleichmäßige Dominanzsequenz. Hier dürfte sich besonders das geringe Beuteangebot für zoophage Großlaufkäfer hemmend auf das Vorkommen auswirken. Der Anteil der fakultativ phytophagen Arten der Gattungen *Amara* und *Harpalus* ist hier größer als auf Lehmboden. Aber auch in dem Feldrand auf Sandboden erreicht eine Art in den Bodenfallen-Fängen eine ausgesprochen eudominante Stellung. Der an der Bodenoberflä-

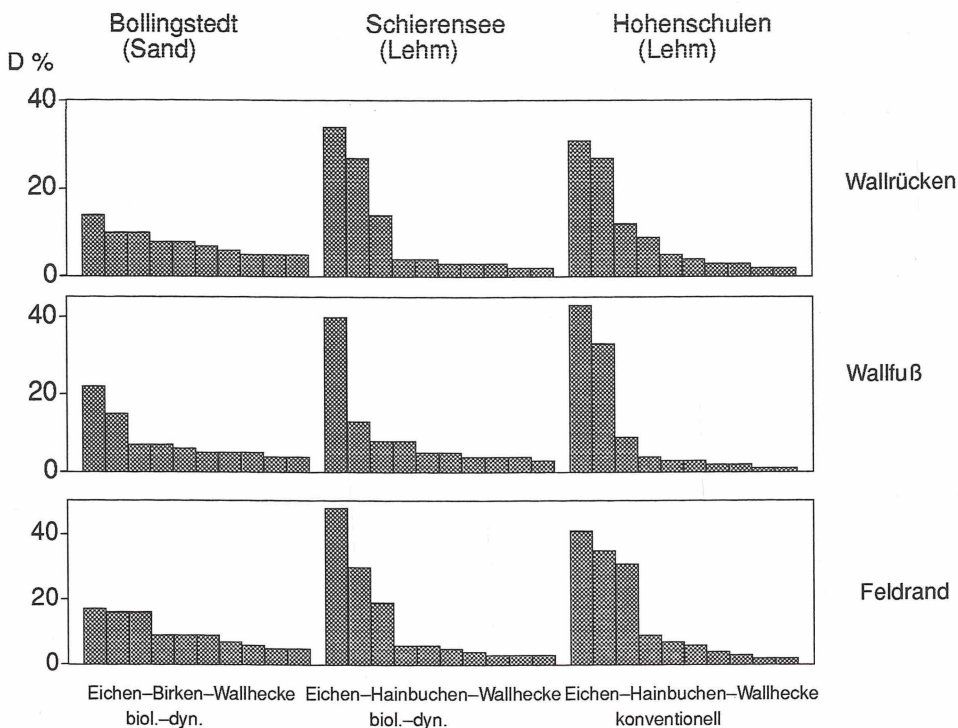


Abb. 5: Vergleich der Dominanzsequenzen der Carabidae

che räuberisch lebende Aaskäfer *Silpha obscura* hat in diesem Bereich einen Dominanzanteil von 30 %. Sein Dominanzanteil beeinflusst möglicherweise durch interspezifische Konkurrenz mit den räuberisch lebenden Laufkäferarten die Dominanzsequenz der Laufkäfer-Gruppe.

### Diversität und Evenness

Die Diversitätsindizes liegen in allen Habitatzonen auf Sandboden über denen des Lehmbodens (Abb. 6). In den einzelnen Untersuchungsgebieten nehmen die Diversitätswerte vom Feldrand bis in 60 m Feldtiefe ab. Der niedrigste Diversitätswert ergibt sich für den Standort in 60 m Feldtiefe auf der konventionellen Fläche. Für den Evenness-Vergleich lag an diesem Standort ebenfalls der kleinste Wert vor. Die Zusammensetzung der Laufkäfersynusie ist demnach auf der konventionell bewirtschafteten Fläche in 60 m Feldtiefe einseitig, d.h. einige wenige Arten (hier besonders *Pterostichus melanarius* und *Platynus assimilis*) dominieren.

Sinkende Diversitätswerte für Carabiden-Synusien wertet MÜLLER (1972a) als Indikator für Umweltbelastungen. Zum Teil gelten hohe Diversitätswerte als naturnahes Merkmal eines Lebensraumes (MAC ARTHUR 1955). MAC ARTHUR postuliert, daß Artendiversität und Stabilität positiv korreliert seien. In Untersuchungen an Straßenrandbiotopen, die einen hohen Anteil biotopfremder Arten besitzen, fand WOLLWEBER (1986) dagegen höhere Diversitätsindizes im Randbereich der Straße als in den benachbarten Heidestandorten.

	Wallr.	Walf.	5m	10m	60m	
Eichen-Birken-Wallhecke auf Sand, biol.-dyn.	2.95 0.86	2.78 0.75	2.72 0.73	2.60 0.77	2.60 0.78	Diversität Evenness
Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehm, biol.-dyn.	1.96 0.67	2.27 0.66	1.96 0.60	1.63 0.62	1.69 0.54	Diversität Evenness
Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehm, konventionell	2.00 0.73	1.77 0.72	1.88 0.64	1.86 0.75	1.35 0.43	Diversität Evenness

Abb. 6: Diversität und Evenness

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen deutlich, daß die Feldrandstandorte aufgrund der Wechselbeziehungen zu den angrenzenden Wallhecken in beiden Produktionsformen Zonen mit hohen Diversitätswerten sind. Allgemein scheinen Saumbiotop höhere Diversitätswerte zu besitzen als vergleichbare Flächenbiotop.

Obwohl die Dominanzstrukturanalyse auch für die Randzonen einen Einfluß der Bewirtschaftungsform belegt, kann dies der Diversitätsindex nicht verdeutlichen. Die Größe der Diversitätsindices als Indikatoren für eine Umweltbelastung sensu MÜLLER (1975) heranzuziehen, ist nur dann sinnvoll, wenn Standorte des Feldinneren keine größere Beeinflussung durch die Lebensgemeinschaft der Randzonen erfahren. Die berechnete Gesamtdiversität entspricht in diesen Bereichen einer Teilmengendiversität typischer Feldtiere.

### Größenklassenverteilung

Für dicht besiedelte Agrarökosysteme lassen sich Sonderung und Koexistenz der häufigen Arten neben den abiotischen Faktorenkomplexen durch die biotischen Parameter, Größe und Phänologie, erklären (TOPP 1982). In den Kulturfeldern des Binnenlandes unterscheidet HEYDEMANN (1953) 5 Größengruppen der Laufkäfer.

Die Verteilung der Größenklassen auf die einzelnen Habitatzonen zeigt in den einzelnen Untersuchungsgebieten deutliche Unterschiede (Abb. 7).

In der Größenklasse 5 sind die Arten der Gattung *Carabus* in fast allen Habitatzonen mit hohen Dominanzanteilen vertreten. Eine vorherrschende Position haben sie insbesondere in allen Habitatzonen der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen auf Lehmbo-den.

In den anderen Untersuchungsgebieten nimmt der Anteil der Größengruppe 5 an der Gesamtaktivitätsdichte in den einzelnen Habitatzonen deutlich ab. Besonders verantwortlich hierfür sind die veränderten Bodenverhältnisse und eine andere Bewirtschaftungsform.

Die Arten *Carabus cancellatus* und *Carabus auratus* sind im Feldbereich der konventionell bewirtschafteten Flächen nicht vertreten. HEYDEMANN (1953) fand bei seinen agrarökologischen Arbeiten im gleichen Untersuchungsgebiet noch einen deutlich größeren Dominanzanteil der Größengruppe 5.

Ebenfalls geringe Dominanzanteile hat *Platynus dorsalis* in diesem Vergleich. Im gleichen Untersuchungsgebiet fand GLOWINSKI (1986) für diese Art starke Populationsrück-

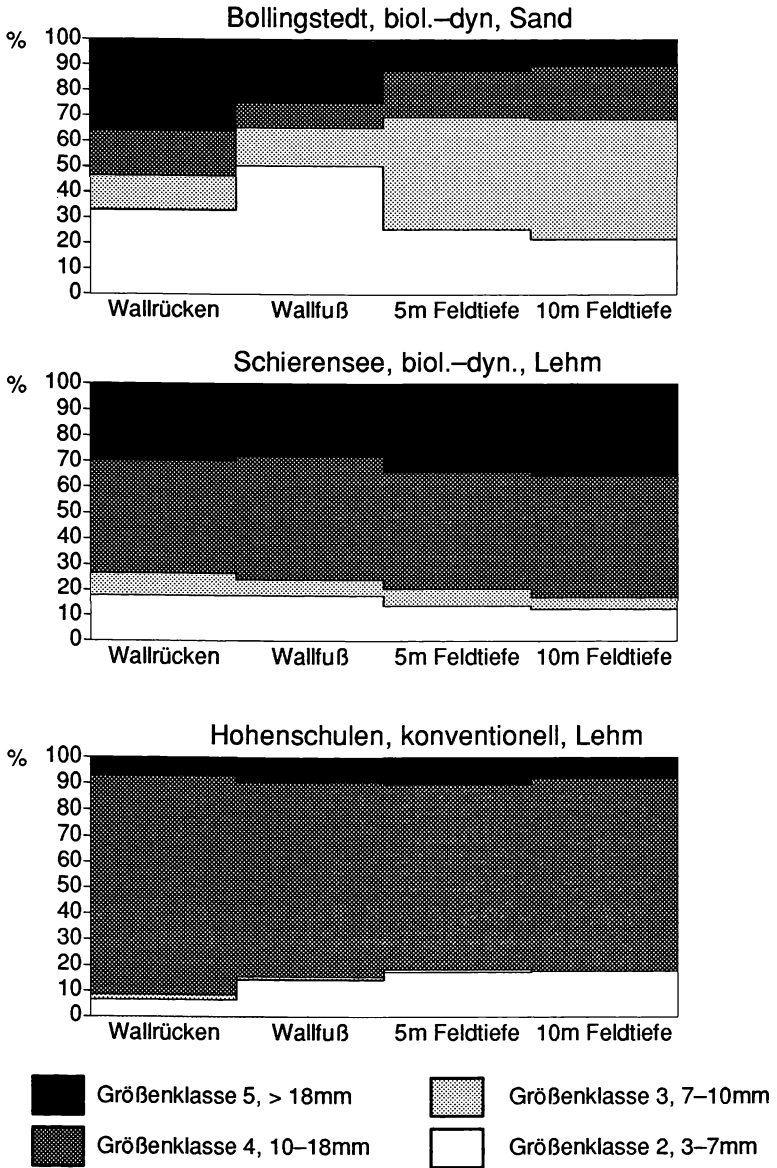


Abb. 7: Größenklassenverteilung der Carabidae 1986 auf die verschiedenen Habitatzonen in Bollingstedt, Schierensee und Hohenschulen. Größenklassen nach HEYDEMANN (1953)

gänge nach Insektizideinwirkungen. Diese veränderten Konkurrenzverhältnisse ermöglichen *Platynus assimilis* neben dem Bereich der Wallhecke auch den benachbarten Feldrand mit zu besiedeln.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen auf der konventionell bewirtschafteten Fläche haben die typischen Feldarten des schweren Lehmbodens im Feldrand des biol.-dyn. bewirtschafteten Feldes hohe Dominanzanteile. *Platynus dorsalis* und *Agonum mülleri* aus der Größenklasse 3 sind die eudominanten und dominanten Arten in diesem Bereich. Sie treten in direkte Konkurrenz mit der in der Wallhecke häufigen Art *Platynus assimilis*. Obwohl im Feldrandbereich die ökoklimatischen Verhältnisse eine Besiedelung ermöglichen würden, wandert *Platynus assimilis* nur in geringer Zahl ein. *Platynus assimilis* und *Platynus dorsalis* sind in diesem Bereich vikariierende Arten.

Die Dominanzstrukturen im Feldrandbereich auf Sandboden weisen geringe Anteile der Größenklasse 5 auf. In diesem Bereich kommen nur *Carabus granulatus* und *Broscus cephalotes* vor.

Die geringe Dominanz der großen Laufkäfer über 14 mm ist typisch für den Feldrandbereich auf Sand (HEYDEMANN 1953). Ursache hierfür dürfte die angespannte Nährstoffsituation, vor allem das geringe Angebot kleiner Primärkonsumenten oder Detritusfresser sein. Der hohe Anteil von fakultativ phytophagen Arten der Gattungen *Amara* und *Harpalus* kennzeichnet ebenfalls diesen Mangel an tierischer Nahrung. In der Eichen-Birken-Wallhecke auf Sand dagegen haben die Arten der Größenklasse 5 einen Dominanzanteil von 28 %. Die Art *Carabus hortensis* hat in diesem Bereich eine eudominante Stellung. Sie besiedelt in Schleswig-Holstein besonders Wälder und Feldgehölze (TISCHLER 1958; VOGEL 1986). Ihre Verteilung zeigt, daß sie möglicherweise nicht allein aus Gründen der Konkurrenz mit Feldarten oder ökoklimatischen Präferenzen auf den Wallheckenbereich beschränkt bleibt, sondern daß sie nur im Heckenbereich ein ausreichendes Nahrungsangebot findet.

### 5.3 Biozönotische Ähnlichkeit zwischen Wallhecke und Feld

#### Artenidentität

Im Vergleich aller Feldstandorte untereinander ergeben sich bei der Artenidentität nach SØRENSEN die größten Ähnlichkeiten innerhalb eines Untersuchungsgebietes (Abb. 8).

Der Vergleich der Feldstandorte auf Lehm und Sand untereinander erweist Ähnlichkeiten von ca. 50 %. Damit zeigt sich eine deutlich größere Ähnlichkeit im Arteninventar als in der Dominanzverteilung.

Für den Vergleich der beiden Wallheckentypen Eichen-Birken- und Eichen-Hainbuchen-Wallhecke finden sich ebenfalls Artenidentitätswerte von etwa 50 %.

Die Artenidentitäten der beiden Biotoptypen Eichen-Birken-Wallhecke und Feldbereich auf Sand zeigen keine große Ähnlichkeit. 60 % der Arten der Wallrückenzone finden sich am Feldrand in 5 m Feldtiefe wieder. Der Vergleich Wallrücken und 60 m Feldtiefe ergibt sogar nur 47 % Ähnlichkeit im Arteninventar. Damit ist der Übergang der Arten aus der Wallhecke in den nahen Feldbereich ähnlich gering wie der Übergang zwischen den Bodenarten.

Im Vergleich der Habitatzonen der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke mit denen des Feldes auf Lehm ähneln sich im Arteninventar mit 58 % bis 86 %.

Die Aufschlüsselung nach der Bewirtschaftungsform ergibt, daß die größte Artenidentität zwischen der Zone des Wallrückens und dem benachbarten Feldrand auf der konventionell bewirtschafteten Fläche besteht.

<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Wr</th> <th>Wf</th> <th>5m</th> <th>10m</th> <th>60m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Wr</th> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>72</td> <td>60</td> <td>46</td> <td>47</td> </tr> <tr> <th>Wf</th> <td>70</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>63</td> <td>57</td> <td>58</td> </tr> <tr> <th>5m</th> <td>30</td> <td>34</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>79</td> <td>71</td> </tr> <tr> <th>10m</th> <td>24</td> <td>30</td> <td>82</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>72</td> </tr> <tr> <th>60m</th> <td>23</td> <td>29</td> <td>63</td> <td>67</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Dominanzidentität</p>							Wr	Wf	5m	10m	60m	Wr		72	60	46	47	Wf	70		63	57	58	5m	30	34		79	71	10m	24	30	82		72	60m	23	29	63	67		<p>Artenidentität</p> <p>Eichen–Birken–Wallhecke auf Sand, biol.–dyn. Bollingstedt</p>	
	Wr	Wf	5m	10m	60m																																						
Wr		72	60	46	47																																						
Wf	70		63	57	58																																						
5m	30	34		79	71																																						
10m	24	30	82		72																																						
60m	23	29	63	67																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Wr</th> <th>Wf</th> <th>5m</th> <th>10m</th> <th>60m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Wr</th> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>71</td> <td>68</td> <td>58</td> <td>62</td> </tr> <tr> <th>Wf</th> <td>65</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>88</td> <td>67</td> <td>80</td> </tr> <tr> <th>5m</th> <td>50</td> <td>73</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>74</td> <td>83</td> </tr> <tr> <th>10m</th> <td>46</td> <td>68</td> <td>91</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>72</td> </tr> <tr> <th>60m</th> <td>45</td> <td>62</td> <td>85</td> <td>89</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Dominanzidentität</p>							Wr	Wf	5m	10m	60m	Wr		71	68	58	62	Wf	65		88	67	80	5m	50	73		74	83	10m	46	68	91		72	60m	45	62	85	89		<p>Artenidentität</p> <p>Eichen–Hainbuchen–Wallhecke auf Lehm, biol.–dyn. Schierensee</p>	
	Wr	Wf	5m	10m	60m																																						
Wr		71	68	58	62																																						
Wf	65		88	67	80																																						
5m	50	73		74	83																																						
10m	46	68	91		72																																						
60m	45	62	85	89																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Wr</th> <th>Wf</th> <th>5m</th> <th>10m</th> <th>60m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Wr</th> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>61</td> <td>65</td> <td>52</td> <td>54</td> </tr> <tr> <th>Wf</th> <td>76</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>80</td> <td>61</td> <td>60</td> </tr> <tr> <th>5m</th> <td>71</td> <td>72</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>77</td> <td>73</td> </tr> <tr> <th>10m</th> <td>58</td> <td>62</td> <td>83</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>65</td> </tr> <tr> <th>60m</th> <td>40</td> <td>40</td> <td>59</td> <td>65</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Dominanzidentität</p>							Wr	Wf	5m	10m	60m	Wr		61	65	52	54	Wf	76		80	61	60	5m	71	72		77	73	10m	58	62	83		65	60m	40	40	59	65		<p>Artenidentität</p> <p>Eichen–Hainbuchen–Wallhecke auf Lehm, konventionell Hohenschulen</p>	
	Wr	Wf	5m	10m	60m																																						
Wr		61	65	52	54																																						
Wf	76		80	61	60																																						
5m	71	72		77	73																																						
10m	58	62	83		65																																						
60m	40	40	59	65																																							

Abb. 8: Dominanzidentität nach RENKONEN und Artenidentität nach SØRENSEN der verschiedenen Habitatzonen. Wr: Wallrücken; Wf: Wallfuß; 5m: Feldbereich in 5 m Feldtiefe; 10 m: Feldbereich in 10 m Feldtiefe; 60 m: Feldbereich in 60 m Feldtiefe

Damit bestätigt sich die schon bei dem Vergleich der Dominanzidentitäten festgestellte größere Ähnlichkeit der Laufkäfergemeinschaften von Wallhecke und Feldrand auf der konventionell bewirtschafteten Fläche. Die Dominanzstrukturanalyse hat gezeigt, daß die Ähnlichkeit besonders durch die Einwanderung von Arten entsteht, die im feuchten und schattigen Bereich der Wallhecke ihren Schwerpunkt haben.

#### Dominanzidentität

Insgesamt ergibt der Vergleich der untersuchten Ackerbereiche auf Lehm und Sand nur geringe Ähnlichkeiten von 10% bis 20% Dominanzidentität.



Zwischen den beiden Wallheckentypen liegen nur geringfügig höhere Ähnlichkeiten von 20 % bis 30 % vor. Dies hebt deutlich die Stellung des Faktors Bodenart gegenüber der Vegetationsform hervor.

Für die Habitatzonen Wallrücken oder -fuß mit dem Feld auf Sand ergeben sich Ähnlichkeiten von 30 % bis 23 % (Abb. 8), während zwischen Wallrücken und Wallfuß Ähnlichkeiten von 70 % bestehen. Die beiden Lebensräume werden demnach von sehr verschiedenen Laufkäfergesellschaften besiedelt. Der Anteil der Arten, die in der Lage sind, sowohl die trockenen und einstrahlungsintensiven Standorte des Feldes, als auch die mitteleuchten und schattigen Habitatzonen der Wallhecke zu besiedeln, ist gering. Diese Ergebnisse zeigen, daß der Saumbereich des Wallheckenfußes in einer engen Beziehung zu der Wallheckenmitte steht. Möglicherweise begünstigt die besondere Struktur der Wallhecke diese Ähnlichkeit. Der etwa 15 Jahre alte Gehölzaufwuchs wurde an den Seiten nicht zurückgeschnitten und reichte mit seinen Ästen bis in den Feldrand. Der Wallheckenfuß lag daher zum Teil im Schatten des überhängenden Blattwerkes. Die Saumzone bildet offensichtlich für die stenotopen Arten der Wallhecke in Bollingstedt eine Lebensraumerweiterung.

Gegenüber den beschriebenen Verhältnissen auf Sandboden zeigt sich auf Lehmboden eine deutlich größere Ähnlichkeit zwischen den Lebensgemeinschaften der Wallhecken und denen der Felder (Abb. 8). Die Gründe für die unterschiedliche Bindungsintensität der Laufkäfer an die Biotoptypen scheinen vielschichtig. Ein größeres Wasserhaltungsvermögen, ein verbessertes Nährstoffangebot und damit verbunden ein dichter Pflanzenbestand kennzeichnen die Lehmgebiete. Diese Faktorenkombination erleichtert den Hecken-Arten die Einbeziehung des Feldrandes in ihren Aktivitätsraum. Daneben können Wanderungen der Feldarten zwischen den Biotoptypen zu einer höheren Dominanzidentität beitragen.

Neben den Faktoren Bodenart und Vegetationsform scheint die Bewirtschaftungsform einen Einfluß auf die Wechselwirkung von Wallhecke und Feldrand zu haben. In der konventionell bewirtschafteten Fläche in Hohenschulen lag eine Dominanzidentität von 50–70 % zwischen Wall und Feld vor, während in der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Fläche bei Schierensee diese Ähnlichkeit 70–80 % betrug.

#### 5.4 Austauschprozesse zwischen Wallhecke und Feldrand

Der Ortswechsel einer Art zwischen Wallhecke und angrenzendem Feldrand läßt sich über die jahresperiodische Verteilung der Individuen auf Winkelpaare und einfache Bodenfallen nachweisen. In Verbindung mit den Ergebnissen der Bodenfallen läßt sich klären, in welchem Maße Wanderungen zwischen den Biotoptypen eine Häufung der Aktivitätsdichte in einem Winkel bewirken oder wo eine hohe Populationsdichte zu einer Häufung der Aktivitätsdichte in einem Winkel führt.

In der Analyse der Winkelfallen zeigt *Platynus dorsalis* für den Zeitraum vom 15. April bis zum 15. Mai größere Aktivitätsdichte in den Randwinkeln als in den Feldwinkeln (Abb. 9). Nach dem 15. Mai ist die Anzahl der erfaßten Individuen im Feldwinkel größer als im Randwinkel. Da *Platynus dorsalis* bis zum 15. Mai noch nicht im Inneren des Feldes in 60 m Feldtiefe aktiv war, zeigt die Richtungsanalyse, daß *Platynus dorsalis* aus dem Bereich der Wallhecke in den Feldbereich einwandert.

Von Mitte Mai an erfassen die Bodenfallen hohe Aktivitätsdichten im ganzen Feldbereich, was wahrscheinlich auf die gestiegene Populationsdichte im Feld zurückgeführt werden kann.

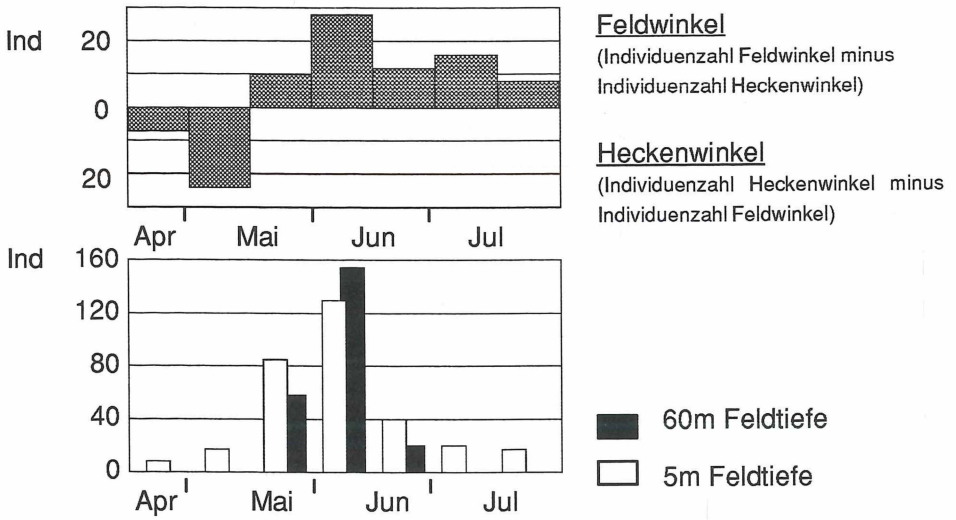


Abb. 9: Jahresperiodische Verteilung von *Platynus dorsalis* auf die Feldstandorte der biol.-dyn. bewirtschafteten Fläche auf Lehm (Schierensee) in 5 m und 60 m Feldtiefe, sowie auf die Feld- bzw. Heckenwinkel der Streifenfallen (Ind = Individuen/3 Bodenfallen).

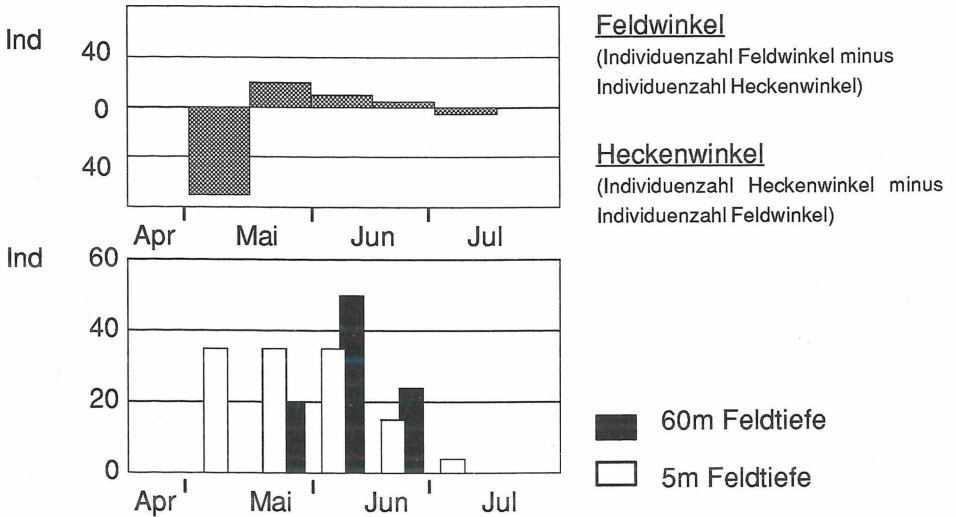


Abb. 10: Jahresperiodische Verteilung von *Carabus auratus* auf die Feldstandorte der biol.-dyn. bewirtschafteten Fläche auf Lehm (Schierensee) in 5 m und 60 m Feldtiefe, sowie auf die Feld- bzw. Heckenwinkel der Streifenfallen (Ind = Individuen/3 Bodenfallen).

Im Juli liegt in 5 m Feldtiefe gegenüber der Zone in 60 m Feldtiefe eine höhere Aktivitätsdichte vor. KRECKWITZ (1980) sieht in dieser Aktivitätsverlagerung an den Rand des Feldes eine veränderte Feuchte und Temperaturpräferenz der Art. Nach seinen Beobachtungen bevorzugt *Platynus dorsalis* während dieser Zeit weniger besonnte, sondern mehr frische Bereiche an Feldrändern.

Aufgrund der beginnenden Erntearbeiten wurde die Erfassung im Feldbereich Ende Juli eingestellt. Die Winkelmethode ermöglicht daher keine Aussagen über Rückwanderungen in die Wallhecke als Folge der Erntemaßnahmen.

Die Analyse der Verteilung von *Carabus auratus* ergibt ein anderes Bild (Abb. 10). *Carabus auratus* besiedelt besonders den Feldbereich. Die jahresperiodische Verteilung zeigt, daß die Art in größeren Aktivitätsdichten von Anfang Mai bis Ende Juni im Feldrandbereich häufig vorkommt. Anfang Juni tritt sie im Inneren der Felder in höheren Aktivitätsdichten auf.

Die Analyse der Verteilung auf die beiden Winkelöffnungen läßt während eines 14-tägigen Zeitraumes eine höhere Aktivitätsdichte vor dem Randwinkel erkennen. In dem Zeitraum vom 1. 5. bis 15. 5. erfassen die Winkelfallen eine Einwanderung in den Feldbereich. Im Anschluß an die Einwanderung steigt dort die Aktivitätsdichte. Die Aktivitätsdichte von *Carabus auratus* ist im Juli nur noch gering. Eine Aussage über Wanderungen aus dem Feld in die Wallhecke ist daher nicht möglich.

*Carabus cancellatus* kommt in allen Habitatzonen vor. Er tritt von Mitte April bis Mitte Mai in der Wallhecke und im Feldrandbereich in größeren Aktivitätsdichten auf (Abb. 11). Von Mitte Mai an kommt *Carabus cancellatus* ebenfalls im Feld in 60 m Feldtiefe vor.

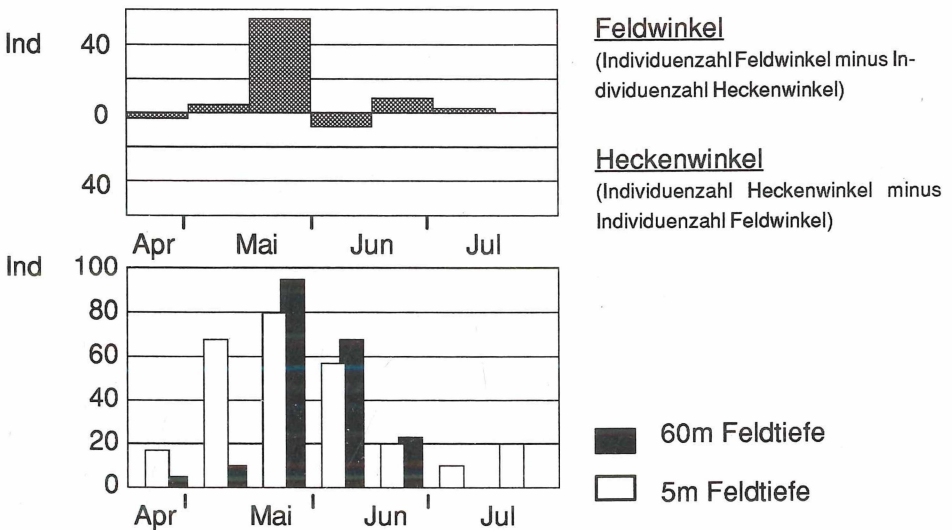


Abb. 11: Jahresperiodische Verteilung von *Carabus cancellatus* auf die Feldstandorte der biol.-dyn. bewirtschafteten Fläche auf Lehm (Schierensee) in 5 m und 60 m Feldtiefe, sowie auf die Feld- bzw. Heckenwinkel der Streifenfallen (Ind = Individuen/3 Bodenfallen).

Die Analyse der Winkelfallenmethode ergibt keine deutlichen Wanderungen aus der Wallhecke in den Feldbereich. Mit Beginn der Probennahme vom 15. 4. bis 1. 5. erreicht die Anzahl der in den Randwinkeln erfaßten Individuen einen größeren Wert als in den Feldwinkeln. Da jedoch die Gesamtaktivitätsdichte mit 7 erfaßten Individuen für diesen Zeitraum sehr gering ist, kann aufgrund der Verteilung auf die Winkel nicht auf eine Wanderungsrichtung geschlossen werden. SPREIER (1982) fand bei Heckenuntersuchungen in Flurbereinigungsgebieten für *Carabus cancellatus* im Frühjahr Auswanderungen aus der Hecke in den Feldbereich.

Die eigenen Ergebnisse zeigen ein Aktivitätsdichtemaximum in 60 m Feldtiefe Ende Mai. Zu diesem Zeitpunkt hat *Carabus cancellatus* ebenfalls noch im Feldrandbereich und Heckensaum größere Aktivitätsdichten. *Carabus cancellatus* erreicht im Frühjahr sowohl in der Wallhecke als auch im Feld höhere Aktivitätsdichten. Eine mögliche Auswanderung erfolgt nicht während weniger Tage. Die höhere Aktivitätsdichte in den Feldwinkeln geht auf die gleichzeitige große Aktivität der Feldpopulation zurück.

*Agonum mülleri* besiedelt die Feldbereiche sowohl auf Sand- wie auch auf Lehmböden. Hohe Aktivitätsdichten liegen von Anfang Mai bis Mitte Juni im Feldbereich vor (Abb. 12). Die Aktivitätsdichten im Feldrandbereich und in 60m Feldtiefe sind ähnlich hoch. Die Verteilung auf die Winkelfallen weist von Mitte April bis Mitte Mai eine höhere Aktivitätsdichte im Randwinkel als im Feldwinkel auf. Während der Hauptaktivitätszeit im Feld ist die Aktivitätsdichte in dem Feldwinkel größer als im Randwinkel. Die jahreszeitliche Verteilung dieser Art in den Winkelfallen zeigt nur geringe Unterschiede zu den beschriebenen Verteilungen der Feldarten *Platynus dorsalis*, *Carabus cancellatus* und *Carabus auratus*. So kann auch für *Agonum mülleri* eine Einwanderung in den Feldbereich angenommen werden.

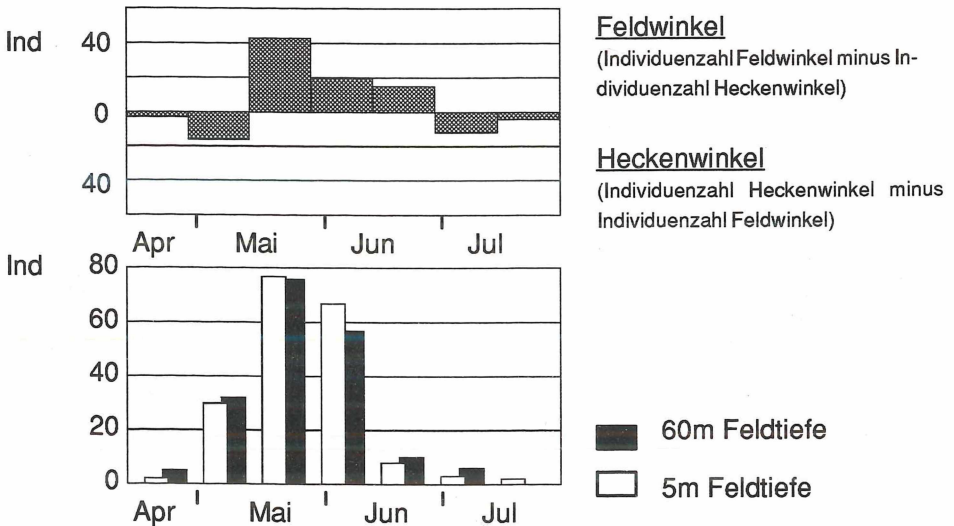


Abb. 12: Jahresperiodische Verteilung von *Agonum mülleri* auf die Feldstandorte der biol.-dyn. bewirtschafteten Fläche auf Lehm (Schierensee) in 5 m und 60 m Feldtiefe, sowie auf die Feld- bzw. Heckenwinkel der Streifenfallen (Ind = Individuen/3 Bodenfallen).

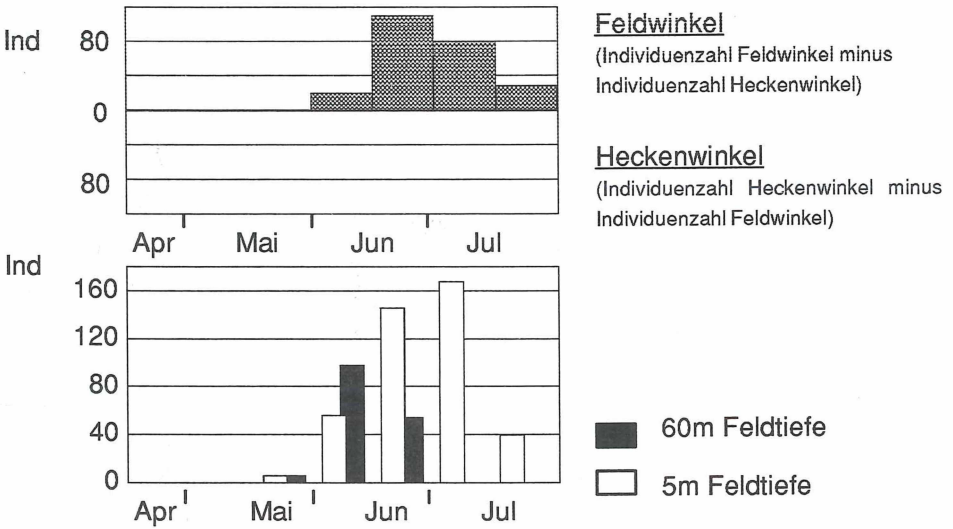


Abb. 13: Jahresperiodische Verteilung von *Pterostichus melanarius* auf die Feldstandorte der biol.-dyn. bewirtschafteten Fläche auf Lehm (Schierensee) in 5 m und 60 m Feldtiefe, sowie auf die Feld- bzw. Heckenwinkel der Streifenfallen (Ind = Individuen/3 Bodenfallen).

*Pterostichus melanarius* tritt in allen Untersuchungsgebieten auf. Auf Sandboden kommt die Art nur in geringen Aktivitätsdichten vor und bleibt auf die Wallhecke und den Wallsaum vor Grünland beschränkt. Sie besiedelt auf Lehm alle Habitatzonen und nimmt im Feld eine eudominante Stellung ein.

Die Imagines schlüpfen im Juni und haben hohe Aktivitätsdichten im Feldbereich. Anfang Juni ist die Art ebenfalls im Wallheckenbereich eudominant.

Die Wanderungsanalyse in den Winkelfallen erweist für *Pterostichus melanarius* eine Einwanderung vom Feld in die Wallhecke (Abb. 13). Von Anfang Juni an wird die Art häufiger in den Feldwinkeln erfaßt. Die Einwanderung kann durch Ausbreitungsprozesse der Population oder aufgrund einer zeitweisen Affinität an die Wallhecke entstehen. FUCHS (1969) fand bei seinen Arbeiten an der Wallhecke eine ähnliche Verteilung und sieht als Grund für die Einwanderung in den Wallheckenbereich eine besondere Präferenz für frische Lebensräume.

## 5.5 Längsausbreitung entlang der Wallhecken

Das artspezifische Ausbreitungsvermögen von Laufkäfern hängt insbesondere von der Flugfähigkeit, Flugbereitschaft und der Bereitschaft zur Erschließung neuer Lebensräume ab. Für Arten mit geringem Ausbreitungsvermögen kann die Leitlinienfunktion der Wallhecke nicht ausreichen.

Kennzeichnend für die untersuchten Wallhecken ist, daß sie in keiner direkten räumlichen Nähe zu einem Wald liegen und an beiden Seiten von einer ackerbaulichen Nutzung eingegrenzt werden. Für einen hohen Anteil der Arten kann daher auf deren Indigenität im Wallheckenbereich geschlossen werden.



Zu einem qualitativen Vergleich wird das erfaßte Arteninventar der Wallhecken dem Arteninventar von zwei Wald-Untersuchungen in Tabelle 5 gegenübergestellt (VOGEL & KROST 1990).

Tabelle 5.: Prozentualer Anteil der Laufkäferarten, die in den Waldbiotopen von VOGEL und KROST (1990) erfaßt wurden und in dem untersuchten Arteninventar der Wallhecken vertreten sind.

	Fichten- Forst	Eichen- Wald	Perlgras- Buchenwald	Eschen- Buchenwald	Eichen- Buchenwald
Artenzahl in den Waldbiotopen	9	12	16	23	18
Übereinstimmung mit dem Arten- inventar der untersuchten Wallhecken in %	55	75	81	74	72

Für die Carabidae, die sowohl in den Wallhecken als auch in den Waldbiotopen vorkommen, kann eine Förderung der Ausbreitungschancen durch die Existenz der Wallhecken vermutet werden:

Die Arten *Pterostichus niger*, *Loricera pilicornis*, *Carabus nemoralis* und *Carabus granulatus* haben einen großen Dominanzanteil in allen Wallhecken. Sie bilden zusammen eine heterogene Gruppe, deren Verteilung auf die Biotoptypen in Schleswig-Holstein keine enge Bindung an Waldbiotope erkennen läßt (HEYDEMANN 1955, 1964, TISCHLER 1958, RIECKEN 1985, WOLLWEBER 1986).

Die Arten *Carabus hortensis*, *Notiophilus palustris*, *Calathus piceus* und *Pterostichus strenuus* haben einen Verteilungsschwerpunkt in der Eichen-Birken-Wallhecke.

*Carabus hortensis* kommt eudominant in dem Eichenwald, dem Fichten-Bestand und dem Buchenbestand im Sachsenwald vor. Daneben wurde *Carabus hortensis* in 2 Individuen in der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke erfaßt. Die Art kann diesen Typ demnach nur unter suboptimalen Bedingungen besiedeln. *Notiophilus palustris*, *Calathus piceus* und *Pterostichus strenuus* treten in den Waldbiotoptypen nur subrezedent auf. *Pterostichus strenuus* kommt deutlich häufiger in den Wallhecken und angrenzenden Feldrandbereichen vor. Sie scheint hohe Waldrandstrukturen zu bevorzugen.

Die Arten *Platynus assimilis* und *Abax parallelepipedus* mit Verteilungsschwerpunkt in der Eichen-Hainbuchen-Hecke sind in unterschiedlichen Waldbiotoptypen vertreten. *Platynus assimilis* erreicht eine eudominante Position im feuchten Eschen-Buchen-Wald und ist im Perlgras-Buchenwald rezedent. Die Art gilt als euryöke Waldart (THIELE 1964 a, TISCHLER 1958), kommt jedoch in Sümpfen (SCHILLER und WEBER 1975) und nassen Äckern (HEYDEMANN 1955) mit benachbarten Wallhecken ebenfalls vor.

*Abax parallelepipedus* wird als eine stenotope Waldart (THIELE 1969 b) beschrieben und wurde in der Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf schwerem nassen Lehm, mit *Platynus assimilis* vergesellschaftet, gefunden. In den untersuchten Waldbiotoptypen wurde diese Art im Gegensatz zu der Verteilung auf die verschiedenen Wallheckentypen nicht in dem Perlgras- und Eschen- Buchenwäldern auf schwerem Boden angetroffen.

*Notiophilus biguttatus*, *Harpalus rufipes* und *Pterostichus oblongopunctatus* kommen mit geringen Individuendichten in den verschiedenen Wallhecken vor.

*Notiophilus biguttatus* und *Pterostichus oblongopunctatus* sind häufig in den Waldbiotoptypen. *Pterostichus oblongopunctatus* ist in allen Waldbiotoptypen vertreten und dort, mit Ausnahme des Fichtenbestandes im Segeberger Forst, eudominant. In den Wallhecken wurde diese Art nur in wenigen Individuen erfaßt. Die Lebensbedingungen in den Wallhecken scheinen dieser häufigen Waldart keine größere Aktivitätsdichte zu ermöglichen.

Mit *Harpalus rufibarbis*, *Carabus coriaceus* und *Cychrus caraboides* kennzeichnet eine Artengruppe den Eichen-Hainbuchen-Wallhecken-Typus, der in den verglichenen Waldbiotopen nicht vertreten ist. TISCHLER (1958) bezeichnet diese als euryöke Waldarten, die besonders in Waldrandbereichen und Feldgehölzen geeignete Lebensbedingungen antreffen.

## 6. Diskussion

Mit der Wallhecke und dem Feldrand stehen zwei Biotoptypen in einem räumlichen Verbund, die nur eine geringe ökologische Verwandtschaft in ihren abiotischen und biotischen Einzelfaktoren aufweisen.

Die Analyse der jahresperiodischen Verteilung der Feldcarabiden zeigt, daß ein großer Teil von ihnen im Frühjahr zuerst im Wallheckenbereich aktiv wird. Quantitative Wanderungen zwischen der Wallhecke und dem Feldrand waren nur für einige Arten zu erfassen. Die Ergebnisse belegen, daß Austauschprozesse im Frühjahr während eines kurzen Zeitraums vollzogen werden. Bei allen Arten deutet sich die Auswanderung in den Feldbereich durch eine höhere Aktivitätsdichte vor dem Randwinkel als vor dem Feldwinkel an. Der Zeitraum dieser hohen Aktivitätsdichte im Randwinkel blieb auf einen Erfassungszeitraum von 14 Tagen beschränkt.

Die Winkel-Methode erfaßt besonders die Arten, die mit einer großen Laufaktivität in den Feldbereich einwandern und dort verbleiben. Die Einwanderung und die enge Feldbindung zu dieser Zeit dokumentiert sich in einer höheren Aktivitätsdichte in den inneren Feldbereichen.

Diese Feststellung findet sich schon bei RENKEN (1956) und FUCHS (1969). Ihre Untersuchungsergebnisse verdeutlichen, daß Wallhecken als Überwinterungsquartier für Feldcarabiden dienen. STACHOW (1986) fand für die Art *Platynus dorsalis* bei einem Vergleich von einem Feld mit angrenzender Wallhecke mit einem Feld ohne angrenzende Wallhecke größere Populationsdichten in dem Feld mit Wallhecke. SOTHERTON (1984, 1985) diskutiert die Hypothese, daß im Feld eine Zunahme der Populationsdichte von Feldtieren in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Randstrukturen steht. Er weist in seiner Arbeit für die Art *Platynus dorsalis* eine Populationszunahme im Feld mit zunehmender Felddrainbreite und bei Vorhandensein eines grasbewachsenen Walles nach.

Tatsächlich nimmt die Zahl überwinternder Carabiden mit der Dichte der Streuschicht aus abgestorbenem Pflanzenmaterial zu (DESENDER 1982).

In Schleswig-Holstein besitzen die Wallhecken häufig einen Steinkern. In dem Lückensystem dieser Wälle können zusätzliche Überwinterungsmöglichkeiten entstehen. Eine Bestätigung dieser Hypothese findet sich bei RENKEN (1956). Er stellt fest, daß überwinternde Carabiden während dieser Zeit wenig lauffaktiv sind und oft zu Schlafgesellschaften aggregieren. In Westdeutschland fand KRECKWITZ (1980) in einer Hecke bei Köln unter einem abgestorbenen Stubben 180 Carabidae-Individuen in einem Schlaflager vergesellschaftet.

Da keine gegenteiligen Untersuchungsergebnisse anderer Autoren vorliegen, kann man die Vermutung äußern, daß die beobachteten Einwanderungen von Feldtieren aus der Wallhecke in das Feld zu einer höheren Populationsdichte dieser Arten auf dem Feld führen.

Der Anteil der Feldtiere an der Aktivitätsdichte der Laufkäfer in der Wallhecke ist mit Ausnahme der Art *Pterostichus melanarius* gering. Für *Pterostichus melanarius* zeigt die

jahresrhythmische Analyse, daß der Wallheckenbereich in den Monaten Juli, August und September mit in den Besiedlungsraum einbezogen wird.

Nach FUCHS (1969) sucht die Art besonders im Juli vor zu großer Trockenheit Schutz in den Hecken. Eigene Untersuchungen zum Vergleich der Aktivitätsdichten im Feldrandbereich und in 60 m Feldtiefe lassen jedoch keine Verringerung der Aktivitätsdichte im Inneren des Feldes während dieser Zeit erkennen. Die Wallhecke kann demnach nur für Teile der Population von *Pterostichus melanarius* eine Schutzfunktion übernehmen. Daneben scheint es ebenso möglich, daß bei hohen Populationsdichten einer Art die Populationsgrenzen verschoben und benachbarte Biotope im Zuge der natürlichen Populationsausbreitung mitbesiedelt werden.

Große Bedeutung haben Randstrukturen für die Verteilung von Frühjahrscarabidae in Hackfruchtukturen mit spätem Vegetationsschluß. Besonders in trockenen Sommern bleiben diese auf den Feldrand und den angrenzenden Rainen beschränkt (NORGALL 1986).

Vor diesem Hintergrund kommt den Wallhecken eine bisher kaum beachtete Funktion als Rückzugsgebiet und Element eines Vernetzungssystems zu.

Im Feldbereich wurden die Probenahmen mit Beginn der Ernte abgeschlossen. Quantitative Ergebnisse über eine mögliche Auswanderung der Feldcarabiden aus dem Feldbereich nach Beginn der Erntemaßnahmen kann diese Untersuchung daher nicht geben.

Im Wallheckenbereich steigt die Aktivitätsdichte der häufigen Feldcarabiden in den Monaten August und September wieder an. *Platynus dorsalis*, *Carabus cancellatus* und *Bembidion lampros* sind während dieser Zeit im Wallheckenbereich dominant bis subdominant. Die regelmäßige Wanderung zwischen Sommer- und Winterquartier ist für diese Frühjahrsarten mehrfach beschrieben. Das Auftreten der Feldtiere *Platynus dorsalis*, *Bembidion lampros* und *Carabus cancellatus* im Spätsommer in der Wallhecke weist auf deren Rückwanderung hin.

HEYDEMANN (1983a, b) deutet auf den dramatischen Rückgang der epigäischen Fauna auf Äckern hin. Zwischen 1951/52 und 1981/82 verringerte sich in seinem Untersuchungsgebiet die Zahl der mit Bodenfallen erfaßten Coleoptera und Formicidae um 21 %. Die Biomasse der Carabidae zum Zeitpunkt der Höchstentwicklung der epigäischen Fauna ging um bis zu 99 % zurück. STACHOW (1986) verglich die Laufkäfergesellschaft von Feldern mit angrenzenden Wallhecken für die biologisch-organische und die konventionelle Bewirtschaftungsform. Er fand für beide Bewirtschaftungsformen eine ähnlich große Aktivitätsdichte. Die Aktivitätsbiomasse der biologisch-organisch bewirtschafteten Fläche war dagegen um das 2,5fache höher als auf der konventionell-bewirtschafteten Fläche.

Die eigenen Ergebnisse zeigen für den Feldrandbereich beider Nutzungsformen einen deutlichen Unterschied in der Aktivitätsdichte und der Aktivitätsbiomasse. Die Aktivitätsdichte auf der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Fläche war durchschnittlich 2mal so groß, wie auf der konventionell-bewirtschafteten Vergleichsfläche. Keinen deutlichen Einfluß hat die Randlage der Untersuchungszonen, da der Vergleich beider Bewirtschaftungssysteme für den Feldbereich in 60 m Feldtiefe ebenfalls die beschriebenen Unterschiede in der Aktivitätsdichte erkennen läßt (HUGENBUSCH, pers. Mitteilung).

Ähnlich geringe Aktivitätsdichten, wie in dieser Arbeit für die konventionelle Fläche gefundene, beschreibt GLOWINSKI (1985) auf einer benachbarten Fläche. Ihre Ergebnisse belegen einen Einfluß des Zeitpunktes der Insektizid-Applikation auf die Aktivitätsdichte der Laufkäfer. Bei einem Einsatz mit Insektiziden Mitte Juni – wie 1986 geschehen – befindet sich die Population der Frühjahrsarten noch nicht in einem Rückgang und wird dadurch besonders stark betroffen. Ein erkennbarer Einfluß der Insektizid-Applikation ergibt sich aus dem Populationsrückgang von *Platynus dorsalis*. Die Art wurde nach dem 15. Juni nur noch mit 2 Individuen/3 Bodenfallen erfaßt.



Große Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen bestehen im Artenspektrum und in der Dominanzverteilung. Der Vergleich des biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feldrandes in Schierensee und dem konventionell-bewirtschafteten Feldrand in Hohenschulen läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der Anteil der Arten, die HEYDEMANN (1953, 1955) als typische Arten einer Carabidae-Synusie für Winterhalmfrüchte auf schwerem Lehmboden fand, ist auf der konventionell bewirtschafteten Fläche gering. Dagegen nimmt der Anteil hygrophiler Arten zu. Deren Vorkommen in Äckern ist an die Existenz naturnaher Biotope, wie die Wallhecken, gebunden.

Mit einem Anteil von 33 % an der Gesamtindividuedichte hat die Größenklasse 5 eine große Bedeutung in der Carabidae-Synusie des biologisch-dynamischen Feldrandes. *Carabus cancellatus* und *Carabus auratus* erreichen hier eine eudominante Stellung. Auf der konventionell-bewirtschafteten Fläche wurde nur *Carabus auratus* in wenigen Exemplaren im Randbereich erfaßt.

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Bindung einiger typischer Feldarten an die Wallhecken ihren Ausdruck in den beschriebenen Austauschprozessen findet. Die Populationsgröße aller Arten auf dem Feld wird durch benachbarte Wallhecken positiv beeinflusst (SOTHERTON 1984, STACHOW 1986). Die als Überwinterungsbiotop geeignete Wallhecke kann diesen Arten jedoch nur ungenügend als Fortpflanzungsbiotop dienen. Die Verarmung der konventionellen Fläche an diesen Arten kann die Wallhecke dagegen nicht verhindern.

Auf der konventionellen Fläche kommt es in der Nähe der Wallhecken zu hohen Aktivitätsdichten hygrophiler Arten wie *Carabus granulatus*, *Platynus dorsalis* und *Loricera pilicornis*. *Carabus granulatus* und mit geringen Individuenzahlen *Carabus nemoralis* erreichen 9 % Dominanzanteil der Größengruppe 5. Die Art wird durch den Rückgang der Dominanzanteile von *Carabus cancellatus* und *Carabus auratus* stark gefördert, kann jedoch nicht ihre Dominanzanteile erreichen. *Platynus assimilis* wird möglicherweise durch den Rückgang von *Platynus dorsalis* in ihren Einwanderungschancen begünstigt.

GÄRTNER (1980) konnte am Beispiel von Zuckerrübenfeldern nachweisen, daß die Diversität und die Artenzahl mit zunehmender Intensität der landwirtschaftlichen Produktion abnimmt. Dabei verstand er unter Intensität einen Sammelbegriff, der sowohl den Einsatz stofflicher Hilfsmittel, wie Pestizide und Mineraldünger, als auch die räumliche Ausstattung der Landschaft, wie die Schlaggröße und das Vorhandensein von Hecken und andere Kleinstrukturen, umfaßt. STACHOW (1986) fand eine Abnahme der Diversität vom Feldrand in die Feldmitte. Am Feldrand als auch in der Feldmitte im biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feld liegen höhere Diversität und Evenness vor als auf der konventionell bearbeiteten Fläche (NORGAL 1986).

Die Diversitätswerte dieser Arbeit können im Feldrandbereich keine Einflüsse der Bewirtschaftungsintensität dokumentieren. Die Dominanzstrukturanalyse weist jedoch auch im Feldrandbereich auf einen Einfluß der Bewirtschaftungsintensität hin. Diversitätsindizes in 60 m Feldtiefe liegen für die konventionell bewirtschaftete Fläche niedriger als für die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Fläche. Die vorliegende Arbeit läßt erkennen, daß Austauschprozesse zwischen Wallhecke und Feldrand stattfinden. Aussagen über die maximale Einwanderungsentfernung im Frühjahr kann diese Arbeit jedoch nicht geben. HEYDEMANN und MEYER (1983) nennen Schlaggrößen dann ökologisch bedenklich, wenn ihr Kernbereich mehr als 150–200 m vom nächsten naturnahen Saum entfernt liegt, da die maximale Einwanderung 75–100 m beträgt. Vor diesem Hintergrund erscheinen Forderungen nach arbeitswirtschaftlich optimalen Schlägen von mindestens 10 ha Größe, die eine Seitenlänge von 600 m haben und innerhalb von quadratischen Blockflächen von 36 ha und mehr liegen, problematisch.

Eine begriffliche Trennung in Biotopflächen (Hecken, Säume etc.) und Nutzflächen (Äcker, Wiesen etc.), wie sie in der Landschaftsplanung vorgenommen und z. B. von HABER (1983) wissenschaftlich begleitet wird, berücksichtigt die beschriebenen Wechselwirkungen zwischen Wallhecke und Feld nicht. Die Wechselbeziehungen zwischen beiden Bereichen sind jedoch feste Bestandteile des Ganzen, d. h. der Agrarlandschaft und der darin stattfindenden Produktion, und sollten als solche Beachtung finden.

Zwei voneinander getrennte Waldbestände können durch vorhandene Saumbiotope miteinander verbunden werden. Beide Waldbestände grenzen dabei nicht mehr mit einem langgestreckten Saum aneinander, sondern sind nur über schmale Säume miteinander verbunden. Solche Säume stellen einen ökologischen Kompromiß dar (HEYDEMANN 1986).

Der Vergleich des Arteninventars der Wallhecken dieser Arbeit mit zwei Walduntersuchungen (VOGEL & KROST 1990) aus Schleswig-Holstein zeigt, daß 55 % bis 81 % der in den verschiedenen Waldbiotoptypen erfaßten Arten ebenfalls in den Wallhecken vorkommen. Nur wenige dominante Arten der Waldbestände erreichen in den Wallhecken auch eine dominante Position. Zu diesen Arten gehört *Carabus hortensis*. Diese von TISCHLER (1958) häufig in Feldgehölzen gefundene Art, hat einen Verteilungsschwerpunkt in der Eichen-Birken-Wallhecke. Der unbearbeitete Saumbereich des Wallheckenfusses wird mitbesiedelt. TISCHLER (1949) fand diese Art nicht in seinen untersuchten Eichen-Birken-Wallhecken. Er beschreibt seine Wallhecken auf Sandboden als lichte, einreihige Gehölzstreifen. Im Gegensatz hierzu war die untersuchte Wallhecke durch einen mehrreihigen, dichten Gehölzbewuchs gekennzeichnet. Möglicherweise benötigt *Carabus hortensis* eine dichte Heckenstruktur, um auf Sandboden außerhalb eines Gehölzbestandes einen Lebensraum zu finden.

## 7. Zusammenfassung

In den Jahren 1985 und 1986 wurden die Wechselwirkungen epigäischer Arthropoden, besonders der Carabiden, zwischen Wallhecken und Feldrändern untersucht. Es wurden folgende Biotoptypen ausgewählt:

- eine biologisch-dynamisch bewirtschaftete Fläche mit Eichen- Birken-Wallhecke auf Sandboden,
- zwei biologisch-dynamisch bewirtschaftete Flächen mit Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehmboden und
- eine konventionell-bewirtschaftete Fläche mit Eichen-Hainbuchen-Wallhecke auf Lehmboden.

Die epigäische Fauna wurde in fünf aufeinanderfolgenden Habitaten (im Innern der Wallhecken, am Heckenrand, im Feldrandbereich, in 5 m und 10 m Feldtiefe) in der Zeit vom 15. April bis 1. August mit Hilfe von Bodenfallen und Winkelfallen erfaßt.

Ausgewertet wurden 21 379 Laufkäfer-Individuen (Carabidae), 1345 Aaskäfer-Individuen (Silphidae), 427 Asseln-Individuen (Isopoda) und 1332 Doppelfüßer-Individuen (Diplopoda).

Der Vergleich beider Bodenarten zeigte für Sandboden

- in allen Habitaten eine höhere Artenvielfalt,
- großen Dominanzanteil omnivorer Arten der Gattung *Amara* und *Harpalus* im -Feldrandbereich,

- einen Verteilungsschwerpunkt der Gattung *Carabus* im Wallheckenbereich und im nahen Feldrand,
- Dominanzidentität von 70 % zwischen dem nicht bewirtschafteten Feldrand und der Wallhecke.

Der Vergleich der beiden Bewirtschaftungsformen ergibt für den konventionell bewirtschafteten Feldrand

- geringere Artenzahlen (19 zu 24) und eine geringere Aktivitätsdichte (50 %),
- deutliche Unterschiede der Dominanzstruktur,
- geringere rel. Häufigkeit der Großlaufkäferarten (> 18 mm) der Gattung *Carabus* und *Pterostichus* (9 % zu 33 %).

Für einige Arten wurden saisonale Wanderungen zwischen Wallhecken und Feldrändern gefunden. Zu den häufigen Arten, die die Wallhecke als Überwinterungsbiotop nutzen, gehören *Platynus dorsalis*, *Carabus cancellatus* und *Agonum mülleri*. *Pterostichus melanarius* wandert im Hochsommer in die Wallhecken ein.

Der Vergleich des Arteninventars der Wallhecke mit verschiedenen Waldbiotopen ergibt Übereinstimmungen im Arteninventar bis zu 81%. Nur wenige Arten (*Platynus assimilis*, *Carabus hortensis* und *Notiophilus biguttatus*) waren sowohl in den Wallhecken als auch in den Waldbiotopen dominant.

## 8. Summary

In 1985 and 1986 interactions between hedgerows and field margins were investigated for epigeic arthropoda, especially carabidae (coleoptera). The following types of biotopes had been selected:

- a alternative cultivated field with *Quercus robur*-*Betula pendula*-hedgerow on sandy soil
- two alternative cultivated fields with *Quercus robur*-*Carpinus betulus*-hedgerows on loamy soils
- a conventional cultivated field with *Quercus robur*-*Carpinus betulus*-hedgerow on loamy soil

The epigeic fauna on a transect from the central hedge, hedge basis, and 5 m respectively 10 m distance from the hedgerow is recorded by means of pitfall traps and sectory traps during the period of april 15th to august 1st.

21 379 Carabidae, 1345 Silphidae, 427 Isopoda and 1.332 Diplopoda were evaluated.

A comparison of the sites with different soil types shows for sandy soils

- a higher diversity of species in each habitat
- dominance of omnivor species of the genus *Amara* and *Harpalus* (Coleoptera, Carabidae)
- the main distribution of genus *Carabus* (Coleoptera, Carabidae) in the hedgerow and the fieldmargin
- dominance identity of 70 % similarity between hedge and uncultivated fieldmargin

The comparison of both types of cultivation shows for conventional cultivated fieldmargins

- lower numbers of species (19 to 24) and lower activity-density (50 %)
- distinct differences in dominance structure
- lower relative abundance of big carabid beetles (> 18 mm) such as *Carabus* and *Pterostichus* species (Coleoptera, Carabidae)

Seasonal migration between hedgerow and fieldmargin are recorded for some species. The abundant species *Platynus dorsalis*, *Carabus cancellatus* and *Agonum muelleri* use the hedge for hibernation. In midsummer *Pterostichus melanarius* migrates from the field into the hedge.

The species identity of the investigated hedges and different forest stands in Schleswig-Holstein reach 81 % similarity. However, only a few species (*Platynus assimilis*, *Carabus hortensis* and *Notiophilus biguttatus* (Coleoptera, Carabidae)) dominate both the hedges and the forest stands.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Biol. Rainer Hingst

Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik

Biologiezentrum

Olshausenstr. 40–60

2300 Kiel 1

# Auswirkungen der Extensivierungsförderung auf Wirbellose

Von Lars Müller

## 1. Einleitung

In einem Versuchsrandstreifen auf dem Versuchsgut Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurden ausgewählte Gruppen der Wirbellosenfauna untersucht. Der Versuchsrandstreifen stellte durch zunehmende Zurücknahme belastender Faktoren einen Gradienten verschieden intensiver Varianten dar, von „konventionell“ intensiv angebautem Getreide, über Getreide ohne Biozid mit Düngung, Getreide ohne Düngung und ohne Herbizide, bis zur Brache.

Diese Untersuchung soll im Sinne einer Effizienzforschung der Frage nachgehen, ob extensivierte Ackerrandstreifen eine verbesserte Situation von Flora und Fauna im Ackerbereich bewirken. Andererseits stehen mit Ackerrandstreifen potentielle Ökotope (Saumbiotope) im Zentrum der Untersuchung, in denen im Idealfall intensive Vernetzungsbeziehungen bestehen, die auf dem Verbund von Acker- und Nachbarbiotop basieren. Damit stellt sich die Frage, ob extensivierte Randstreifen die isolierende, entnetzende Wirkung konventionellen, intensiven Ackerbaus zu mildern geeignet sind und einen verbesserten Biotopverbund bewirken.

Im scheinbaren Gegensatz zum Verbund steht eine mögliche Trennwirkung von extensivierten Randstreifen zwischen den Einflüssen intensiver Bewirtschaftung und angrenzenden, zu schützenden Biotopen: Für den Biotopschutz ist dabei die Frage relevant, ob durch extensivierte Randstreifen eine hinreichende Pufferfunktion zu benachbarten Biotopen gegeben ist.

Die Lage parallel zu einem Knick ermöglichte so die Analyse des Einflusses der drei Extensivierungsvarianten im Vergleich zum konventionell intensiven Ackerrandbereich, sowohl auf Ackertiere als auch auf Knicktiere, sowie auf mögliche Wechselwirkungen zwischen den Biotoptypen.

Wesentliche Einzelfragen, die an Hand der ausgesuchten wirbellosen Gruppen zu beantworten sind, lauten:

1. Wie verändert sich die Fauna der Feldarten, wie die der Knickarten im Randstreifen durch die Extensivierung?
2. Treten Arten, die durch Intensivierung selten wurden, wieder verstärkt auf?
3. Ergeben sich ‚neue‘ Vernetzungsbeziehungen durch Extensivierung im Ackerrand zwischen Acker und Knick?
4. Können typische Knickbewohner durch Extensivierung vor dem Knick gefördert werden?

Die Beantwortung dieser Fragen und der zuvor genannten, übergeordneten Fragestellung soll die Grundlage zur Bewertung des Effekts der Ackerrandstreifen-Extensivierung geben:

Wie und in welcher Art ist die Weiterführung dieser Form der Extensivierung sinnvoll? Welche Modifikationen sind zu empfehlen?

## 2. Methode

Das Versuchsgut der Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Futterkamp liegt im Naturraum Probstei/Selenter-Seengebiet auf Jungmoränen des Östlichen Hügellandes.

Der 324 m lange und 24 m breite, südexponierte Versuchsstreifen liegt parallel zu einem Knick. Es handelt sich um einen gehölzartenreichen Schlehen-Hasel-Knick mit zahlreichen Eichenüberhältern, einem 2 m breiten Wallrücken mit gut ausgebildeter Streuzone ohne Krautbewuchs und einer Wallhöhe von 0,5–1 m. Vor dem Versuch wurde beidseitig bis an den Wallfuß gepflügt, ein Saumstreifen vor dem Knick war nicht vorhanden.

Mit Versuchsbeginn Herbst 1986 wurde der Versuchsstreifen in zwölf Parzellen von 27 Meter Länge und 12 Meter Breite eingeteilt. In dreifacher Wiederholung wurden vier Varianten verschieden behandelt (Abb. 1).

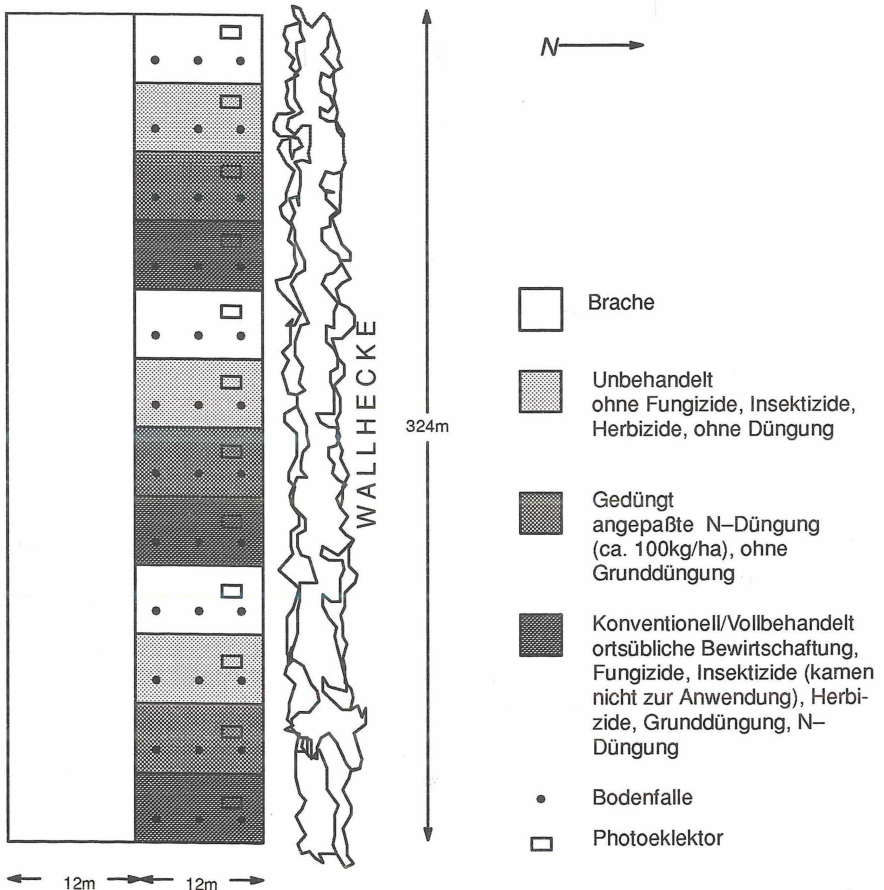


Abb. 1.: Skizze der Versuchsanlage

### Variante 1: „Brache“

Es erfolgte eine jährliche Saatbetherichtung im Herbst, zeitgleich mit der Bestellung der Wintergetreideäcker. Anschließend blieben die Parzellen als Schwarzbrache ohne weitere Behandlung. Es handelt sich also nicht um eine mehrjährige Brache im herkömmlichen Sinne, sondern die Sukzession der Flächen wurde einmal jedes Jahr wieder zurückgesetzt.

### Variante 2: „unbehandelt“

Hier wurde im Herbst 1986 eine Bestellung mit Winterweizen der Sorte „Kanzler“ durchgeführt. Im Herbst 1987 wurde als Folgefrucht Wintergerste der Sorte „Katinka“ eingesät. Die drei Parzellen dieser Variante erfuhren keinerlei Düngung. Weder Biozide (Fungizide, Herbizide und Insektizide), noch Halmverkürzungsmittel kamen hier zum Einsatz.

### Variante 3: „gedüngt“

Die Parzellen wurden wie Variante 2 behandelt, allerdings erfolgte hier 1987 eine angepaßte N-Düngung des Weizens von ca. 95 kg N/ha in zwei Gaben (25. 2. u. 12. 6. 1987). 1988 wurde die Wintergerste in den Parzellen dieser Variante mit 100 kg N insgesamt in zwei Gaben zu je 50 kg am 9. 3. 1988 und 16. 5. 1988 gedüngt.

### Variante 4: „konventionell“

Die Parzellen der vierten Variante unterlagen den Bedingungen des z. Zt. ortsüblichen, konventionellen Getreideanbaus.

Hier wurden 1987 im Weizen 170 kg N/ha Dünger in drei Gaben (25. 2., 5. 5. und 12. 6. 1987) eingesetzt. Der Wintergerste wurde auf den Parzellen dieser Variante 1988 200 kg N Dünger gegeben (9. 3. 1988 60 kg, 19. 4. 1988 50 kg, 4. 5. 1988 20 kg und 16. 5. 1988 70 kg). Daher wurde in beiden Jahren ein Halmverkürzungspräparat (1987: Cycocel, 1988: Terpal C) angewandt. Weiterhin kamen in beiden Versuchsjahren Herbizide (1987: Gropper, Arelon, Shell CMPP; 1988: Tribonil, CMPP), und in Kombination verschiedene Fungizide (u. a. Corbel, Sportak, Desmel, Bayfidan u. Dyrene) zum Einsatz. Insektizide waren nach der Versuchsplanung zulässig, wurden jedoch wegen der kühlen und feuchten Witterung des Sommers weder 1987 im Winterweizen, noch 1988 in der Wintergerste eingesetzt. Während in konventionellen Winterweizenschlägen Insektizidanwendungen je nach Befall stattfinden, ist dies in Wintergerste allgemein nicht mehr üblich.

Parallel zu dem Parzellenstreifen wurde feldseitig ein 12 Meter breiter und 324 Meter langer Streifen, der nach Variante 4 „konventionell – vollbehandelt“ der ortsüblichen Bewirtschaftung von Getreideäckern unterlag, 1987 mit Weizen der Sorte „Kanzler“ bzw. 1988 mit Geste der Sorte „Katinka“ bestellt.

Es entspricht die Versuchsvariante 1 „Brache“ dem ‚Vertragsmuster 9 : Brache‘ und die Variante 3 „gedüngt“ dem ‚Vertragsmuster 8: Ackerwildkräuter‘ des Programms zur Extensivierungsförderung der Landesregierung (MINISTERIUM ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN, 1987).

Zur Erfassung der Fauna der Bodenoberfläche wurden pro Versuchsparzelle drei Bodenfallen eingesetzt. Um die gegenseitige Beeinflussung der Versuchsvarianten (Randeffekte) zu minimieren wurden jeweils in der Mitte der Parzellen Kleintransekte mit je einer Falle in 0 m, 4 m und 8 m senkrecht zum Knick aufgestellt.

Durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen, Ernte bzw. winterliche Witterungs- und Bodenverhältnisse wurde der auszuwertende Bodenfallenprobenumfang auf die Zeiträume vom 1. 11. 1986 bis 1. 12. 1986, vom 1. 4. 1987 bis 1. 9. 1987 und vom 1. 11. 1987 bis zum 15. 7. 1988 beschränkt. Es gehen 936 Bodenfallenproben in die Auswertung ein.

Auf jeder Versuchsparzelle wurde jeweils ein Photoelektor aufgestellt. Der Aufstellungszeitraum erstreckte sich 1987 vom 1. 5. bis zum 1. 9. 1987 und erntebedingt 1988 vom 1. 5. bis zum 15. 7. 1988. Das Umsetzen der Photoelektoren erfolgte 1987 in vierwöchigen Intervallen, während die Ausfanggefäße in 14tägigem Rhythmus gewechselt wurden. Im Unterschied dazu wurde in 1988 zeitgleich sowohl das Umsetzen als auch der Wechsel der Ausfanggefäße in 14tägigem Rhythmus durchgeführt. Es gehen 156 Photoelektorproben in die Auswertung ein.

Bedingt durch die fast durchgehend kühle und feuchte Witterung des Sommerhalbjahres konnten 1987 die Käscherfänge nur an zwei Terminen mit besserem Insektenflugwetter (20. 7. 1987 und 1. 9. 1987) durchgeführt werden. 1988 wurden an 5 Terminen (16. 5., 16. 6., 1. 7., 12. 7. und 15. 7. 1988) jeweils pro Parzelle 2×25 Doppelschläge ausgeführt. Somit wurden pro Versuchsparzelle 350 Doppelschläge verteilt auf 7 Termine ausgeführt. Der Abstand zum Knick betrug dabei 4–6 Meter. Zur Anwendung kam ein Käscher mit abschraubaren Probengefäß am Ende des Gazebeutels. Die Öffnungsweite des Käschers betrug 30 cm. Es gehen damit 168 Käscherproben zu 25 Doppelschlägen in die Auswertung ein.

### 3. Witterungsvergleich 1987/1988

Die mittlere Lufttemperatur der Monate Mai bis Juni war 1987 deutlich niedriger als 1988. Die Niederschlagsmenge war 1987 in allen vier Vergleichsmonaten höher, im April und Juni sogar doppelt so hoch wie 1988. Selbst die mittlere relative Luftfeuchte lag 1988 in diesen vier Monaten um 3–7 % niedriger als 1987. Dieser insgesamt unfreundlichere Witterungsverlauf im Frühjahr 1987 kann dahingehend Auswirkungen auf die erfaßte Fauna gehabt haben, daß z. B. feuchteresistente bzw. -liebende Arten 1987 im Ackerrandstreifen eine Förderung erfuhren.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Vegetationsstruktur und Blütenhorizont

Die Zusammensetzung der Vegetation geht aus Tab.1 hervor.

Auf den Brache-Parzellen war in beiden Jahren ein sehr dichter Blütenhorizont in etwa 50 bis 80 cm Höhe vorhanden. Dieser wurde fast ausschließlich durch *Matricaria chamomilla* (Echte Kamille) gebildet (Abb. 2). In Probequadraten von 1 qm wurden 1987 730, 1988 643 Blüten allein dieser Art gezählt. Darunter war die Dichte des Bewuchses deutlich geringer (sog. „Tunneleffekt“), denn in diesem Bereich traten im wesentlichen die wenigen, wenn auch kräftigen Stiele der Kamille auf. Entsprechend war der Raumwiderstand unterhalb des Blütenhorizonts bis zum Boden relativ gering.



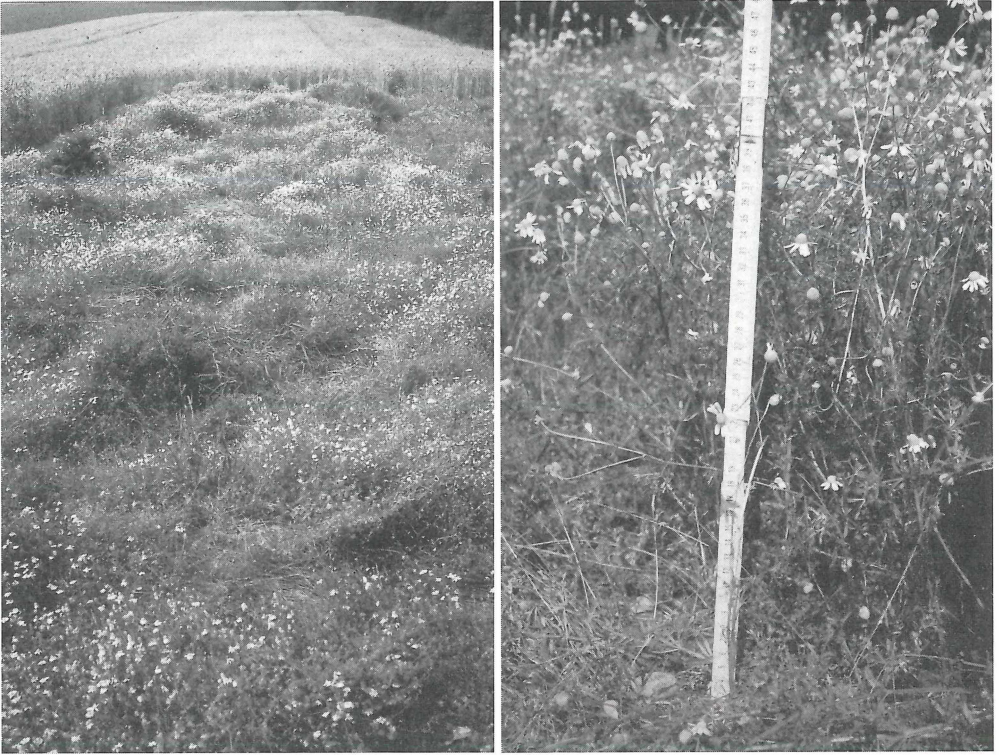


Abb. 2: Linkes Foto zeigt das Untersuchungsgebiet des Ackerrandstreifens. Im Vordergrund die Bracheparzelle. Das rechte Foto gibt die Vegetationsstruktur in der Bracheparzelle wieder.

In den nicht mit Herbizid behandelten Parzellen war die Struktur der Vegetation einerseits durch die Kulturfrucht, andererseits durch die kräftig entwickelte Begleitflora geprägt. Die gedüngten Parzellen unterschieden sich dabei von den ungedüngten in zweierlei Hinsicht: Die Kamille konnte auf den gedüngten Parzellen 1987 mit 30–40 und 1988 180 Blüten pro 1 qm deutlich mehr Blüten entwickeln, als auf den ungedüngten (1987 10, 1988 80 Blüten pro 1 qm).

Die Begleitvegetation auf den gedüngten Parzellen war in beiden Jahren kräftiger entwickelt und erreichte hier eine Höhe von ca. 30 bis 70 cm, während die der ungedüngten Parzellen nur etwa 10 bis 50 cm erreichte. Hauptsächlich durch den hohen Anteil von Vogelmiere (*Stellaria media*) war in den Parzellen der Varianten 2 und 3 („unbehandelt“ und „gedüngt“) selbst zwischen den Drillreihen ein hoher Raumwiderstand vorhanden.

In den mit Herbizid behandelten Parzellen der Variante 4 (Weizen vollbehandelt) wurde die Vegetation allein von der Kulturfrucht gebildet. Blüten waren hier nicht vorhanden. Der Laufwiderstand für am Boden lebende Tiere nahm somit in beiden Jahren in der Reihenfolge gedüngte, unbehandelte, Brache und konventionelle Parzellen ab.

Tab. 1: Tabelle der Vegetationsaufnahmen der Parzellen im Versuchsrandstreifen. Aufnahmefläche je 5×10 m, Aufnahme 11. 7. 1988

Aufnahme/Parzellen Nr.: Deckung der Begleitflora:	Brache			Unbehandelt			Gedüngt			Konventionell		
	1	5	9	2	6	10	3	7	11	4	8	12
	90	90	100	40	50	50	80	80	80	5	5	3
<i>Poa annua</i>	3.2	1.2	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	2.3	2.3	1.2	1.2	+
<i>Polygonum aviculare</i>	1.1	1.2	2.3	1.2	2.2	2.2	1.2	2.2	1.1	+	+	1.2
<i>Triticum aestivum</i>	1.2	1.2	1.2	2.1	2.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	2.1	1.1
<i>Lolium multiflorum</i>	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+	1.2	1.2			+
<i>Matricaria chamomilla</i>	2.3	4.4	4.4	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	r		
<i>Stellaria media</i>		3.4	2.1	2.3	2.3	1.3	3.3	2.3	2.2	r		
<i>Fallopia convolvulus</i>				+						+		
<i>Agropyron repens</i>			+	1.2							+	1.2
<i>Galium aparine</i>	1.3		1.3	2.3	1.3		3.3	2.2				
<i>Poa trivialis</i>	2.2		1.3	+		1.1		1.2				
<i>Apera spica-venti</i>	2.3	1.2	1.2	+	1.2	1.2			1.2			
<i>Myosotis arvensis</i>	+	1.1	1.2	+			+					
<i>Brassica napus</i>	r	+		r			r					
<i>Plantago major</i>	1.1	r	r	r	+		+					
<i>Viola arvensis</i>							+					
<i>Chaerophyllum temulum</i>	+		+			r						
<i>Lamium hybridum</i>						+						
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1.1		+	+								
<i>Veronica arvensis</i>						+						
<i>Carduus crispus</i>	1.1			+								
<i>Cirsium arvense</i>	1.1	1.3	+	+								
<i>Taraxacum officinale</i>						+						
<i>Trifolium pratense</i>	+			1.3								
<i>Poa compressa</i>				+								
<i>Hordeum vulgare</i>	2.3	1.3	1.3									
<i>Polygonum hydropiper</i>			+									
<i>Ranunculus repens</i>	1.3		1.3									
<i>Atriplex patula</i>	+		+									
<i>Epilobium hirsutum</i>			r									
<i>Phleum pratense</i>			+									
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		+										
<i>Quercus robur juvenil</i>			r									
<i>Sonchus asper</i>		+										
<i>Cirsium vulgare</i>	+											
<i>Veronica persica</i>	1.3											
<i>Lolium perenne</i>	1.2											
<i>Rumex obtusifolius</i>	+											
<i>Rosa spec. juvenil</i>	r											
mittlere Artenzahl	20			13			8			5		

Deckungszahlen:  
 r = einzelne Pflanze  
 + = bis 5 Exemplare  
 1 = < 5 % Deckung

2 = 5– 25 % Deckung  
 3 = 25– 50 % Deckung  
 4 = 50– 75 % Deckung  
 5 = 75–100 % Deckung

Sozialität:  
 1 = einzeln  
 2 = kleine Horste  
 3 = große Horste  
 4 = Herde

## 4.2 Auswirkungen der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf die Vegetationsfauna

Es ergibt sich auf den extensivierten Ackerrandstreifenbereichen einschließlich der jährlich umgebrochenen „Brache“ nur ein eingeschränktes Arteninventar der Zikaden (Tab. 2), da nur Arten mit hoher Ausbreitungstendenz den Randstreifen besiedeln können. Da viele Arten ihre Eiablage an oder in Pflanzenteilen vollziehen, ist die Zikadenfauna der Ackerbiotope von der jährlichen Wiederbesiedlung von Randstrukturen wie Feldrainen oder Knicks bestimmt. Es ist somit zu vermuten, daß eine längerfristige Brache im Randbereich ohne Entnahme der Vegetation und ohne Bodenbearbeitung einer größeren Artenvielfalt dieser phytophagen Gruppe Lebensraum bieten kann.

Tab. 2: Individuenzahlen der einzelnen Zikaden-Arten im Vergleich der Versuchsvarianten; Summe der 1987 und 1988 in 1050 Käscher-Doppelschlägen pro Versuchsvariante erfaßten Individuen

	Brache	Unbehandelt	Gedüngt	Konventionell	Gesamt
<i>Allygus communis</i>	14	31	13	40	98
<i>Allygus modestus</i>	4	13	9	45	71
<i>Allygus mixtus</i>	–	1	1	4	71
<i>Errastunus ocellaris</i>	–	–	–	1	1
<i>Macrosteles sexnotatus</i>	70	3	4	2	79
<i>Philaenus spumarius</i>	19	16	9	6	50
<i>Javesella pellucida</i>	14	5	1	1	21
<i>Eupteryx aurata</i>	5	–	4	4	13
<i>Aphrodes makarovi</i>	3	–	3	–	6
<i>Aphrophora alni</i>	–	2	–	–	2
<i>Dicranotropis hamata</i>	2	–	–	–	2
<i>Javesella dubia</i>	1	–	1	–	2
<i>Streptanus aemulans</i>	1	–	–	1	2
Cicadellidae (juv/indet)	67	110	48	116	341
Individuensumme	200	181	93	220	694
Artenanzahl	10	7	9	9	13

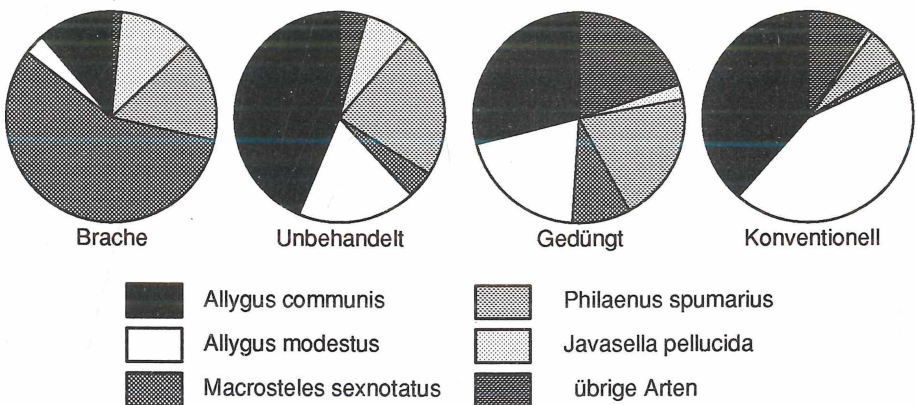


Abb. 3: Dominanzverteilung der Zikaden im Vergleich der Versuchsvarianten auf Basis der 1987 und 1988 in 1050 Käscher-Doppelschlägen pro Versuchsvariante erfaßten Individuen

Die Dominanzverteilung der Zikaden zeigt im Vergleich der vier Versuchsvarianten die unausgeglichene Verteilung zu Gunsten von nur zwei Arten in der Variante „konventionell“ (Abb. 3). Auffällig ist, daß nicht die „Brache“ die ausgeglichene Verteilung aufweist, sondern die Varianten „unbehandelt“ und „gedüngt“. Wahrscheinlich ist die Vegetationszusammensetzung, die auf diesen Parzellen sowohl Kulturfrucht, als auch Wildkrautbegleitflora aufweist, dafür ausschlaggebend. Offenbar bewirkt die jährliche Bearbeitung auch in der Brache eine extreme Störung, die zur einseitigen Förderung einer Art führt.

Die phytophagen Wanzenarten des Feldes, die direkt von der Kulturfrucht oder der Begleitflora leben, werden am stärksten durch die „Brache“-Extensivierung gefördert. Sowohl Arten- als auch Gesamtindividuenzahl sind hier am höchsten. Es ergibt sich ein Abfall der Artenzahl von den „Brache“-Parzellen über die nicht mit Herbizid behandelten Getreide-Parzellen zu den „konventionellen“. Die Wanzenfauna wird mit zunehmendem Krautfloraanteil vielseitiger.

Tab. 3 zeigt die Verteilung der einzelnen Wanzen-Arten in den Käschernproben auf die Versuchsvarianten. Die Arten in Tab. 3 wurden nach ihrer Nahrung in drei ökologische Gruppen unterteilt.

Tab. 3: Individuenzahlen der einzelnen Wanzen-Arten im Vergleich der Versuchsvarianten; Summe der 1987 und 1988 in 1050 Käschern-Doppelschlägen pro Versuchsvariante erfaßten Individuen; I: an Krautpflanzen des Randstreifens phytophag; II: an Gehölzen des Knicks phytophag; III: räuberisch

	Brache	Unbe- handelt	Gedüngt	Konven- tionell	Gesamt
I					
<i>Calocoris norvegicus</i>	2798	680	1218	1159	5855
<i>Leptoterna dolobrata</i>	43	42	76	154	315
<i>Exolygus pratensis</i>	229	8	6	1	244
<i>Exolygus rugulipennis</i>	34	22	6	1	64
<i>Plagiognathus arbustorum</i>	19	–	4	1	24
<i>Stenodema laevigatum</i>	3	4	2	–	9
<i>Plagiognathus chrysanthemi</i>	8	–	–	–	8
<i>Calocoris sexguttatus</i>	–	–	2	–	2
<i>Liocoris tripustulatus</i>	1	–	1	–	2
<i>Exolygus punctatus</i>	–	–	–	1	1
<i>Stenodema calcaratum</i>	–	1	–	–	1
<i>Stenotus binotatus</i>	1	–	–	–	1
<i>Notostira elongata</i>	1	–	–	–	1
<i>Oncotylus puncticeps</i>	1	–	–	–	1
<i>Orthotylus ochrotichus</i>	–	–	1	–	1
II					
<i>Psallus perrisi</i>	51	49	97	30	227
<i>Cyllocoris histrionicus</i>	2	5	7	4	18
<i>Calocoris quadripunctatus</i>	2	3	5	7	17
<i>Psallus assimilis</i>	1	2	4	4	11
<i>Dryophilocoris flavoquadrimacul.</i>	–	–	3	5	8
<i>Psallus diminutus</i>	–	3	1	1	5
<i>Psallus albicinctus</i>	–	2	–	–	2
<i>Loricula pselaphiformis</i>	–	–	1	–	1
<i>Orthops cervinus</i>	1	–	–	–	1
<i>Psallus massei</i>	1	–	–	–	1
III					
<i>Dolichonabis limbatus</i>	3	3	3	1	10
<i>Anthocoris nemorum</i>	1	1	2	0	4
Individuensumme	3200	825	1439	1370	6834
Artenanzahl	19	14	18	13	27

Gruppe I umfaßt Wanzen-Arten, die ihr Nahrungshabitat im Randstreifen finden. Diese Arten sind polyphytophag, zeigen also keine feste Bindung an Pflanzenarten. Alle kommen zudem in sehr vielen Biotoptypen vor (euryök), sind aber gerade an und in Knicks häufig. Für diese Arten zeigt sich ein deutlicher Abfall entsprechend dem Gradienten zunehmender Intensität der Bewirtschaftung von der „Brache“ zur Variante „konventionell“.

*Leptoterna dolobrata* besitzt höhere Dichten auf den Parzellen der Variante „konventionell“ als auf den übrigen. Diese Art kann in fast allen Biotoptypen vorkommen, soweit eine hinreichende Grasflur ausgebildet ist.

Entsprechend tritt die Art häufiger in den Parzellen des Versuchsrandstreifens auf, die mit Gramineen (Getreide) bestellt sind. In der Verteilung wird für *Leptoterna dolobrata* deutlich, daß die Düngung, und die damit verbundene Herabsetzung der mechanischen Abwehr (weniger Silikate im Stützgewebe) der Pflanzen, einzelne stechend-saugende Phytophage fördern kann.

Insgesamt handelt es sich um das Artenspektrum, das in Wintergetreide-Kulturen in Schleswig-Holstein zu erwarten ist (AFSCHARPOUR 1960). Deutlich wird, daß dieses typische Artenspektrum auf den nicht mit Herbizid behandelten Parzellen vollständiger auftritt als in der Variante „konventionell“.

Gruppe II beinhaltet Weichwanzen (Miridae), die mono- oder oligophag an Strauch- und Baumarten, wie Eiche (*Quercus*), Birke (*Betula*) und Weißdorn (*Crataegus*) leben. Diese Arten sind also Wald- bzw. Knicktiere und somit eher zufällig, wohl von den teils weit überhängenden Eichen des Knicks, in den Versuchsrandstreifen geraten. Sie belegen den Ökoton-Charakter des Randstreifens, in dem sich Faunenelemente des Knicks mit denen des Ackerbereichs vermischen.

Gruppe III umfaßt die räuberisch lebenden Wanzen im Versuchsrandstreifen: Die Sichelwanze (Nabidae) *Nabis limbatus* und die Blumenwanze (Anthocoridae) *Anthocoris nemorum* sind Räuber (Episiten), in dem sie in der Krautschicht andere Insekten erjagen und aussaugen. Ihr Nahrungsanspruch an das Habitat besteht also nicht wegen des Vorkommens bestimmter Pflanzenarten, sondern in Bezug auf ein ausreichendes Beuteangebot.

Insgesamt zeigt sich in allen Versuchsvarianten eine extrem unausgeglichene Dominanzverteilung. Solche ungleichgewichtigen Dominanzspektren sind für sehr frühe Sukzessionsstadien oder für stark gestörte Ökosysteme (z. B. durch anthropogene Einflüsse) typisch.

### 4.3 Einfluß der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf Tiere der Bodenoberfläche

#### Coleoptera

Die Zusammensetzung der Carabidae- und Staphylinidae-Fauna in den untersuchten Parzellen ist aus Tab. 4 und 5 ersichtlich.

Die Gesamt-Artenzahlen der Laufkäfer (Carabidae) und Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) nimmt in allen Versuchsvarianten vom Knick zum Feldinneren stark ab (Abb. 4). Hier kommt der Ökoton-Charakter des Knicks zum Ausdruck. Die Variante „Brache“ besitzt für die Carabidae in jeder Feldtiefe die höchste Artenzahl. Bemerkenswert ist dabei, daß dies auch unmittelbar am Knickfuß der Fall ist. Die im Versuch extensivste Bewirtschaftungsweise „Brache“ im Randstreifen vor dem Knick ermöglicht eine höhere Artenzahl auch am Knickfuß, wo ohnehin – wie in den anderen Versuchsvarianten – keine direkte Feldbearbeitung erfolgt. Innerhalb der drei mit Getreide bestellten Versuchsvarianten besitzt die nicht mit Herbizid behandelte, gedüngte Variante eine geringfügig erhöhte Artenzahl.



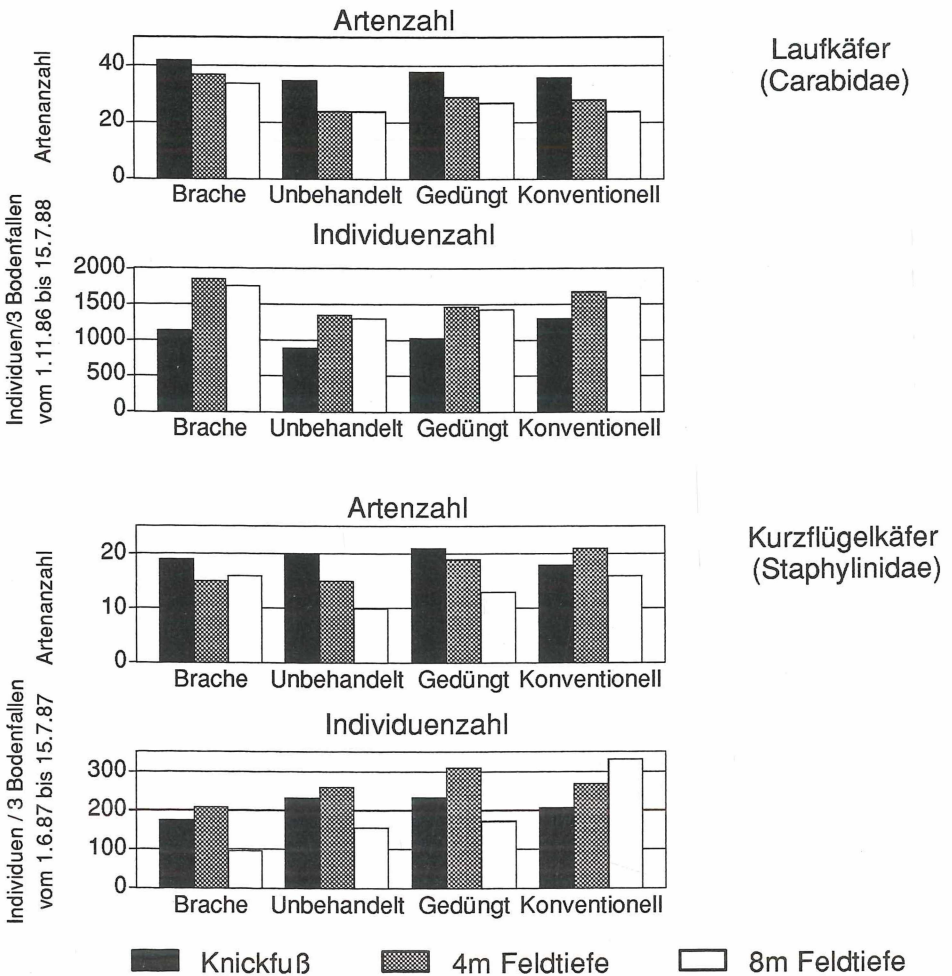


Abb. 4: Artenzahlen und Individuenzahlen der Laufkäfer (Carabidae) und Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) im Vergleich der Versuchsvarianten und verschiedener Feldtiefen auf Basis von je 3 Bodenfallen

Für die Staphylinidae liegen in den mit Getreide bestellten Varianten fast durchweg höhere Individuenzahlen als in der Variante „Brache“. Sehr wahrscheinlich geht dies auf die schnellere Bodenbedeckung mit der Kulturfrucht zurück. Sie bewirkt schneller Beschattung und geringere Temperaturdifferenzen der obersten Bodenschicht. Dies kann auch die Ursache für die höheren Aktivitätsdichten in den gedüngten Versuchsvarianten („gedüngt“ und „konventionell“) sein, da sich hier die Vegetation zwangsläufig intensiver entwickelt.

Im Unterschied zur Artendichte ist die Individuendichte der Carabidae überall in 4 m Feldtiefe am höchsten und fällt zur Feldmitte leicht, zum Knickfuß jedoch drastisch ab.

Die mit Herbizid behandelte, konventionelle Getreide-Variante ohne Begleitflora und die Variante „Brache“ ohne Einsaat weisen höhere Aktivitätsindividuenzahlen auf als die gedüngte und die unbehandelte Variante, die sowohl Getreide als auch dichte Begleitflora (keine Herbizide) aufwiesen. Bei den zuletzt genannten Varianten wirkt offenbar der erhöhte Raumwiderstand verringern auf die Laufaktivität.

Tab.4: Aktivitätsdichten der Laufkäfer (Carabidae); je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 1986 bis 15. 6. 1988

	Unb.		Ged.	Kon.	Bra.	Brache		Unbe-		Gedüngt		Konven-		Ges-
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	tionell	
<i>Pterostichus melanarius</i>	210	255	334	412	1197	1267	611	730	809	703	793	844	8165	
<i>Lasiotrechus discus</i>	29	24	70	18	140	124	206	190	169	145	109	116	1340	
<i>Platynus dorsalis</i>	36	20	45	36	151	80	114	96	98	142	126	101	1045	
<i>Bembidion tetracolum</i>	95	143	213	54	33	18	74	47	39	25	104	54	899	
<i>Loricera pilicornis</i>	22	19	21	21	35	42	42	45	53	86	56	58	500	
<i>Trechus quadristriatus</i>	43	61	61	42	22	40	37	35	17	39	29	55	481	
<i>Trechus secalis</i>	33	69	50	54	20	19	37	15	27	24	23	34	405	
<i>Clivina fossor</i>	12	15	14	14	35	22	47	33	59	31	54	62	398	
<i>Carabus granulatus</i>	19	15	25	11	11	11	5	20	23	29	6	35	210	
<i>Bembidion obtusum</i>	7	19	16	25	3	1	2	1	8	13	22	7	124	
<i>Bembidion lampros</i>	1	2	7	5	19	6	3	1	5	0	8	7	64	
<i>Asaphidion flavipes</i>	6	5	29	-	-	-	-	-	-	-	2	-	42	
<i>Trechoblemus micros</i>	3	1	3	4	1	7	2	6	-	4	1	1	33	
<i>Bembidion unicolor</i>	-	7	2	-	-	4	2	2	2	-	1	-	20	
<i>Agonum mülleri</i>	-	1	1	3	7	4	-	7	1	3	-	-	27	
<i>Harpalus aeneus</i>	-	-	-	-	33	16	2	2	1	1	-	-	55	
<i>Amara familiaris</i>	1	-	-	2	11	21	-	3	3	6	-	-	47	
<i>Amara similata</i>	4	5	3	4	13	36	-	4	1	3	1	1	75	
<i>Harpalus rufipes</i>	1	1	-	4	7	1	1	-	-	-	-	3	18	
<i>Platynus assimilis</i>	149	98	167	68	42	18	141	49	91	123	296	154	1396	
<i>Nebria brevicollis</i>	7	12	27	12	5	3	4	5	6	8	4	12	105	
<i>Carabus nemoralis</i>	14	21	24	12	2	1	2	1	2	2	4	2	87	
<i>Notiophilus biguttatus</i>	4	6	14	3	3	1	3	3	3	3	13	10	66	
<i>Carabus hortensis</i>	7	6	11	5	4	1	-	-	-	2	1	-	37	
<i>Pterostichus strenuus</i>	3	3	8	4	-	1	-	-	-	1	2	1	23	
<i>Dromius melanocephalus</i>	1	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
<i>Pterostichus niger</i>	54	51	47	107	43	13	10	12	39	37	11	26	450	
<i>Abax parallelepipedus</i>	74	122	67	106	3	2	4	-	6	-	6	11	401	
<i>Harpalus punctatulus</i>	20	11	3	64	1	-	-	-	-	-	-	-	99	
<i>Pter. oblongopunctatus</i>	3	13	9	3	1	-	1	-	2	1	-	2	35	
<i>Harpalus rufibarbis</i>	4	1	3	12	-	1	-	-	1	-	-	-	22	
<i>Carabus coriaceus</i>	4	1	3	5	5	-	1	1	1	1	1	-	23	
<i>Patrobus atrorufus</i>	7	9	6	1	-	1	-	1	1	1	-	1	28	
<i>Badister bipustulatus</i>	3	5	3	3	-	-	-	-	-	-	1	-	15	
<i>Agonum thoreyi</i>	1	1	2	2	-	1	-	-	1	-	-	-	8	
<i>Badister lacertosus</i>	2	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	7	
<i>Bradycellus harpalinus</i>	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	6	
<i>Amara plebeja</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	5	
<i>Cychrus caraboides</i>	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
<i>Bradycellus collaris</i>	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	4	
<i>Agonum viduum</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	3	
<i>Calathus fuscipes</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	3	
<i>Leistus rufescens</i>	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
<i>Synchus nivalis</i>	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
<i>Bradycellus verbasci</i>	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	3	
<i>Trichocellus placidus</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	3	
<i>Pterostichus nigrita</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Notiophilus palustris</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Harpalus rubripes</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	

	Unb.		Ged.		Kon.		Bra.		Brache		Unbe- handelt		Gedüngt		Konven- tionell		Ge- samt
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	
<i>Amara apricaria</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2
<i>Amara communis</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Agonum fuliginosum</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pterostichus vernalis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Stomis pumicatus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Acupalpus meridianus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Amara consularis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Notiophilus aquaticus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Carabus auratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Individuensumme:	885	1028	1302	1137	1858	1766	1352	1309	1472	1435	1678	1598	16816				
Artenanzahl:	35	38	36	42	37	34	24	24	29	27	28	24	58				

Tab. 5: Aktivitätsdichten der Kurzflügelkäfer (Staphylinidae); je 3 Bodenfallen vom 1. 6. 1987 bis 15. 7. 1987

	Unb.		Ged.		Kon.		Bra.		Brache		Unbe- handelt		Gedüngt		Konven- tionell		Ge- samt
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	
<i>Oxypoda brachyptera</i>	113	113	80	82	147	25	204	51	202	59	137	92	1305				
<i>Aloconota gregaria</i>	22	30	23	9	12	14	16	64	62	71	89	189	601				
<i>Oxypoda umbrata</i>	1	1	2	2	16	18	-	-	-	-	1	2	43				
<i>Callicerus obscurus</i>	-	-	-	-	-	3	-	7	-	3	-	3	16				
<i>Atheta fungi</i>	22	16	20	12	3	5	4	-	8	6	2	6	104				
<i>Atheta negligens</i>	16	13	16	31	1	-	-	-	3	-	1	-	81				
<i>Drusilla canaliculata</i>	-	3	7	1	-	-	-	-	1	-	-	-	12				
<i>Quedius fuliginosus</i>	5	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	12				
<i>Philonthus chalceus</i>	7	6	8	6	3	0	0	0	2	0	2	0	34				
<i>Tachinus rufipes</i>	16	18	25	6	4	11	10	8	12	13	18	12	153				
<i>Atheta elongatula</i>	13	15	5	4	3	4	10	13	6	9	2	17	101				
<i>Tachyporus hypnorum</i>	-	2	-	8	6	3	1	3	1	3	3	1	31				
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	4	3	-	-	2	2	5	4	2	-	2	1	25				
<i>Oxytelus rugosus</i>	3	4	3	2	-	1	3	-	2	3	1	-	22				
<i>Tachyporus obtusus</i>	1	-	-	1	8	6	-	2	-	1	1	-	20				
<i>Amischa analis</i>	1	-	1	-	-	1	-	1	2	1	1	3	11				
<i>Lathrobium dilutum</i>	-	1	-	-	-	1	1	3	1	2	1	1	11				
<i>Plataraea nigrifrons</i>	-	1	4	2	-	1	-	-	-	-	2	-	10				
<i>Philonthus politus</i>	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	1	1	8				
<i>Amischa soror</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	2	6				
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	5				
<i>Atheta triangulum</i>	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	4				
<i>Dinarea angustula</i>	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1	4				
<i>Oxypoda vicina</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	3				
<i>Oxytelus tetracarlinatus</i>	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3				
<i>Quedius molochinus</i>	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3				
<i>Mycetoporus ruficornis</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2				
<i>Ocyopus compressus</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2				
<i>Oligota pusillima</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2				
<i>Philonthus atratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2				
<i>Philonthus laminatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2				



	Unb.	Ged.	Kon.	Bra.	Brache		Unbe- handelt		Gedüngt		Konven- tionell		Ge- samt
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	
<i>Quedius semiobscurus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Quedius ventralis</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Stenus brunripes</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Stenus canaliculatus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Stenus pusillus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Lesteva longelytrata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Philonthus varius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Stenus clavicornis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tachinus proximus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Xantholinus linearis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Xantholinus tricolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Aleochara (juv./indet)</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Atheta (juv./indet)</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Individuumsumme:</i>	232	234	207	175	209	97	260	156	311	173	269	333	2655
<i>Artenanzahl:</i>	20	21	18	19	15	16	15	10	19	13	21	16	44

Der Einfluß der verschiedenen Extensivierungsvarianten im Ackerrandstreifen ist unterschiedlich für typische Feld- und Knickarten. Die insgesamt mit über 10 Individuen nachgewiesenen Laufkäfer-Arten können zwei deutlich zu unterscheidenden Vergesellschaftungen (Synusien) zugeordnet werden (Tab. 4 und 6).

Die Feldarten der Laufkäfer im untersuchten Ackerrandstreifen stellen ohne Ausnahme das Artenspektrum dar, daß auf intensiv bearbeiteten Halmfruchtäckern auf Lehm Boden in Schleswig-Holstein heute zu erwarten ist.

Räuberisch (episitisch) lebende Laufkäferarten des Feldes reagieren überwiegend nur gering auf die Extensivierung im Ackerrandstreifenbereich. Arten, die vor der konventionellen Intensivierung oder heute auf biologisch-dynamisch bewirtschafteten Halmfruchtäckern zahlreich waren bzw. sind, treten in den untersuchten Varianten nicht wieder auf.

Tab. 6: Liste der für das Feld bzw. den Knick typischen Laufkäferarten.

Feldarten	Knickarten
<i>Pterostichus melanarius</i>	<i>Platynus assimilis</i>
<i>Lasiotrechus discus</i>	<i>Nebria brevicollis</i>
<i>Platynus dorsalis</i>	<i>Carabus nemoralis</i>
<i>Bembidion tetracolum</i>	<i>Notiophilus biguttatus</i>
<i>Loricera pilicornis</i>	<i>Carabus hortensis</i>
<i>Trechus quadristriatus</i>	<i>Pterostichus strenuus</i>
<i>Trechus secalis</i>	<i>Dromius melanocephalus</i>
<i>Clivina fossor</i>	<i>Pterostichus niger</i>
<i>Carabus granulatus</i>	<i>Abax parallelepipedus</i>
<i>Bembidion obtusum</i>	<i>Harpalus punctatulus</i>
<i>Bembidion lampros</i>	<i>Pter. oblongopunctatus</i>
<i>Harpalus rufipes</i>	<i>Harpalus rufibarbis</i>
<i>Trechoblemus micros</i>	<i>Carabus coriaceus</i>
<i>Bembidion unicolor</i>	<i>Patrobus atrorufus</i>
<i>Agonum mülleri</i>	<i>Badister bipustulatus</i>
<i>Harpalus aeneus</i>	<i>Asaphidion flavipes</i>
<i>Amara familiaris</i>	
<i>Amara similata</i>	

Dies läßt den Schluß zu, daß die Randstreifen-Versuchsvarianten auf Laufkäfer-Arten des Feldinneren eher geringfügige Auswirkungen haben. Dennoch gibt es einzelne Ausnahmen von dieser Grundtendenz.

In Abb. 5 sind die Aktivitätsdichten verschiedener Laufkäfer im Vergleich der Versuchsvarianten und verschiedener Feldtiefen dargestellt. *Pterostichus melanarius* ist mit Abstand die häufigste festgestellte Laufkäferart. *Pterostichus melanarius* hat in allen Versuchsvarianten den Verteilungsschwerpunkt im Feld. Ein Vergleich der Aktivitätsdichten dieser Art zwischen den mit Getreide bestellten Varianten zeigt eine leichte Tendenz der Zunahme von der Variante „unbehandelt“ über „gedüngt“ zur Variante „konventionell“. Überraschend ist jedoch, daß diese Art gerade in der „Brache“ in allen Feldtiefen das absolute Maximum erreicht. *Pterostichus melanarius* wird durch anthropogene Störungen, wie Beweidung, Vertritt im Grünlandbereich oder intensive Bodenbearbeitung im Ackerbereich zumindest relativ zu anderen Arten gefördert (relativer Störungszeiger).

Dies legt den Schluß nahe, daß die Variante „Brache“, die wie die anderen mit Getreide bestellten Versuchsvarianten der jährlichen Bodenbearbeitung unterliegt, jedoch ohne Einsaat bleibt, eher noch ungünstigere Einflüsse für Bodenoberflächenarthropoden besitzt als die bestellten Varianten. Wahrscheinlich ist, daß die durch jährlichen Umbruch und Saattbettbereitung ohne anschließende Einsaat bewirkten langen Zeiten ohne jede Vegetation den Ausschlag geben.

Im Gegensatz zu *Pterostichus melanarius* gehört *Agonum mülleri* zu den durch intensive Bewirtschaftung in der Dichte reduzierten Laufkäfern (relative Zeigerart für extensivere Bewirtschaftung). Dementsprechend wurde sie insgesamt nur mit 27 Individuen erfaßt. *Agonum mülleri* nimmt erwartungsgemäß im Ackerrandstreifen (4 m u. 8 m) von der konventionellen über die gedüngte und unbehandelten Variante zur Variante „Brache“ zu.

Gegensätzlich wirkende Faktoren, wie die langen Perioden unbedeckten Bodens einerseits und die dann aufkommende reiche Wildkrautflora in der Variante „Brache“ bewirken für beide genannten Indikatorarten eine relative Förderung.

Potentiell phytophage Laufkäferarten zeigen eine deutliche positive Korrelation mit dem Blüten- und Samenangebot der Versuchsvarianten und erfahren damit eine Förderung in der „Brache“.

Die heliophile Art *Harpalus aeneus* hat ihr Vorzugshabitat im Feld und wurde am Knickfuß überhaupt nicht nachgewiesen. *Harpalus aeneus* hat ein deutliches Maximum in der „Brache“. In der Variante „konventionell bewirtschaftet“ trat diese Art nicht auf, da sie besonders reife Samen von Kräutern verzehrt, die nur in den „Brache“-Parzellen in großem Umfang zur Verfügung standen. Die Begleitflora der anderen nicht mit Herbizid behandelten Parzellen gelangte nur in Ausnahmefällen zur Samenreife. Die überwiegende Anzahl der Knickarten der Laufkäfer reagieren kaum auf die Extensivierung im Ackerrandbereich vor dem Knick. Knickarten mit breiterer ökologischer Existenz können auf der nicht extensivierten „konventionellen“ Variante relativ höhere Aktivitätsdichten erreichen. Stenöke Knickarten werden durch die extensive Bewirtschaftung vor dem Knick deutlich gefördert. Diese Förderung ist schon im ersten Versuchsjahr nachweisbar, verstärkte sich im zweiten Versuchsjahr und ist bei „Brache“-Extensivierung am größten. Die Pufferwirkung zwischen bewirtschafteter Fläche und Knick wird darin evident.

Die nachgewiesenen Knickarten zeigen sehr verschiedene Aktivitätsmaxima in den Versuchsvarianten. Die meisten Arten dieser Gruppe weisen nur geringfügige Verteilungsdifferenzen zwischen den verschiedenen extensivierten Ackerrandstreifenbereichen auf. Dies entspricht insofern den Erwartungen des Versuchs, da die Arten des Randstreifens gefördert werden sollten. Umso überraschender ist, daß dennoch eine Reihe von Arten des Knicks deutliche Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten aufweisen.

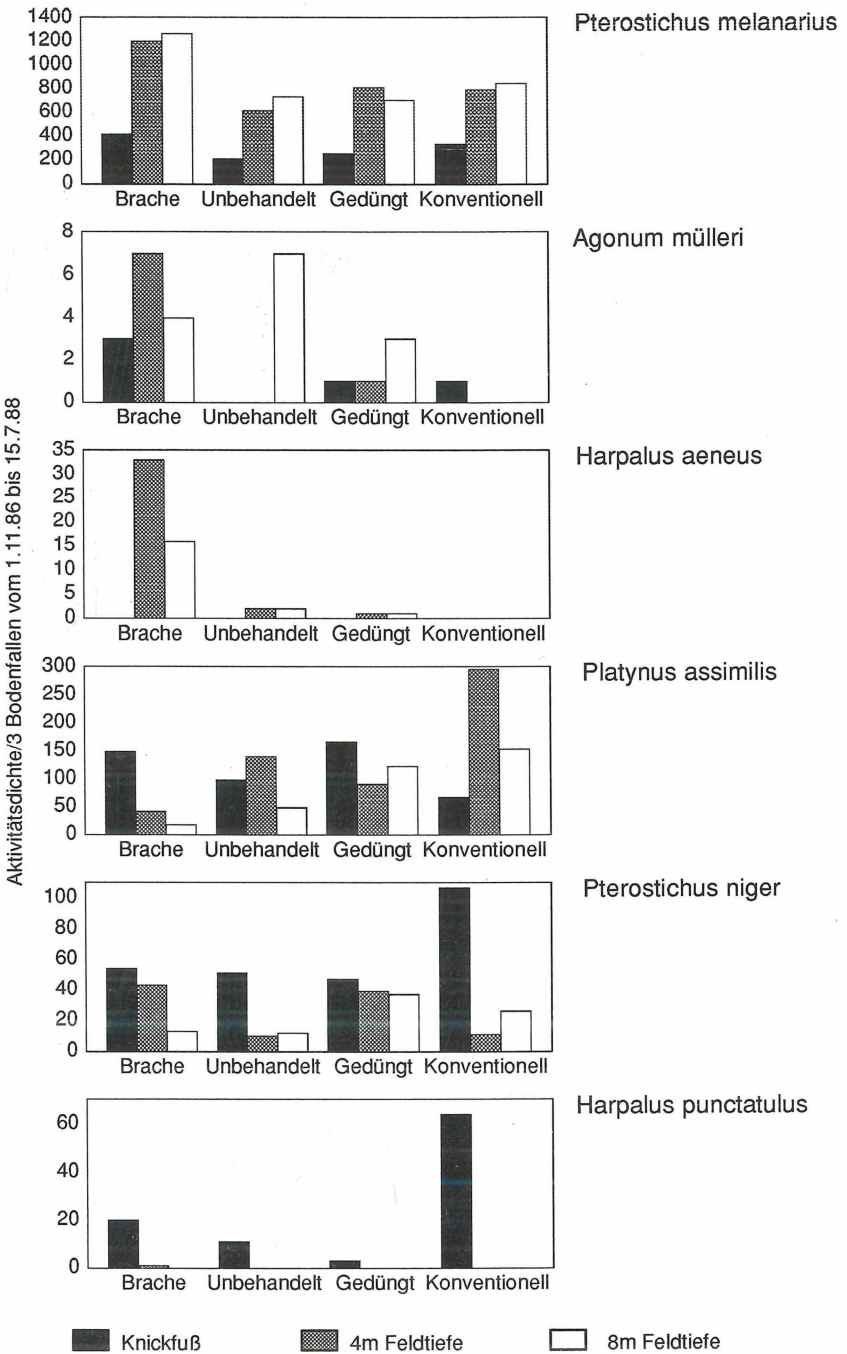


Abb. 5: Aktivitätsdichte verschiedener Laufkäfer im Vergleich der Versuchsvarianten und verschiedener Feldtiefen auf Basis von je drei Bodenfallen vom 1. 11. 86 bis 15. 7. 88

*Platynus assimilis* besitzt insgesamt die geringste Bindung an den Knick. Das Verteilungsmaximum dieser Art liegt in allen mit Getreide bebauten Versuchsvarianten bei 4 m bzw. 8 m Feldtiefe, lediglich in der Brache direkt am Knick. Das absolute Maximum im Randstreifenversuch erreicht *Platynus assimilis* in 4 m Feldtiefe in der Variante „konventionell behandelt“.

Dies Ergebnis ist aus dem Verhalten der Art einerseits und der Vegetationsstruktur der mit Herbizid behandelten Parzellen der Variante „konventionell behandelt“ andererseits erklärbar. Einerseits ist *Platynus assimilis* an den Knick als Rückzugshabitat gebunden, andererseits nutzt die Art den knicknahen Feldrandbereich als Nahrungshabitat zur Beuteforschung. Der Laufaktivität dieser mittelgroßen Art wirkt auf den von Begleitflora freien, mit Herbizid behandelten Parzellen nur geringer Raumwiderstand entgegen, was zu hohen Aktivitätsdichten in diesem Bereich führt. Weiterhin ist für diese Art zu vermuten, daß *Pterostichus melanarius* durch Konkurrenz eine Erniedrigung der Aktivitätsdichte bewirkt. Beide Arten gehören zur selben Größenklasse und bewältigen ein ähnliches Beutespektrum. Genau dort, wo *Pterostichus melanarius* ein Maximum aufweist, zeigt *Platynus assimilis* ein absolutes Minimum.

*Pterostichus niger* weist als Knicktier die höchsten Aktivitätsdichten in allen Versuchsvarianten direkt am Knick (0 m Feldtiefe) auf. Die höchsten Dichten liegen am Knickfuß vor den Parzellen der Variante „Brache“. Die Aktivitätsdichte ist hier doppelt so hoch wie vor den mit Getreide bestellten Parzellen.

Diese relative große, ombrophile Art wird deutlich durch die Brache vor dem Knick gefördert. Ein Effekt des verminderten Laufwiderstands, der eingeschränkt auch auf den Bracheparzellen vorliegt, kann dadurch ausgeschlossen werden, daß ein solcher in den Parzellen der Variante „konventionell behandelt“ ebenfalls vorliegen müßte. Hier fördert die Bewirtschaftungsweise die Art am Knickrand des Randstreifens. Bemerkenswert ist zudem, daß *Pterostichus niger* die zweithöchste Aktivitätsdichte in 0 m Feldtiefe vor den Parzellen der Variante „unbehandelt“ erreicht. Die erkennbare negative Korrelation der Aktivitätsdichte mit der zunehmenden Intensität der Bewirtschaftung erscheint jedoch nicht signifikant.

*Harpalus punctatulus* weist ebenfalls eine enge Bindung an den Knick auf und wurde fast ausschließlich am Knickfuß erfaßt. *Harpalus punctatulus* wurde in die Rote Liste Schleswig-Holstein als 'stark gefährdet' aufgenommen, da diese Art nur in wenigen, und zudem kleinen Populationen in Schleswig-Holstein vorkommt.

Auch für *Harpalus punctatulus* gilt, daß die Behandlungsweise im Bereich vor dem Knick einen fördernden Einfluß ausübt. Abb. 5 zeigt die deutliche negative Korrelation mit der zunehmenden Intensität der Bewirtschaftung von „Brache“ bis „konventionell“ intensiv. Eine Ursache hierfür kann in dem höheren Begleitfloraanteil liegen, der auch für diese potentiell phytophage Art ein besseres Nahrungsangebot bewirkt.

### 4.3.1 Dominanz-Identität der Laufkäfer in verschieden extensivierten Ackerrandbereichen

Insgesamt ergibt die Ähnlichkeits-Analyse mittels RENKONEN-Indices eine relativ hohe Dominantenidentität der Laufkäfer im gesamten Versuchsackerrandstreifen (Abb. 6).

Die Gruppierung hoher Ähnlichkeiten der Laufkäfer-Synusien belegt, daß die entscheidenden, die Laufkäfer unterschiedlich beeinflussenden Faktoren viel stärker längs des Gradienten Knick – Feld wirken, als längs des Versuchsgradienten verschieden intensiver Bewirtschaftung von „Brache“ bis „konventionell behandelt“.

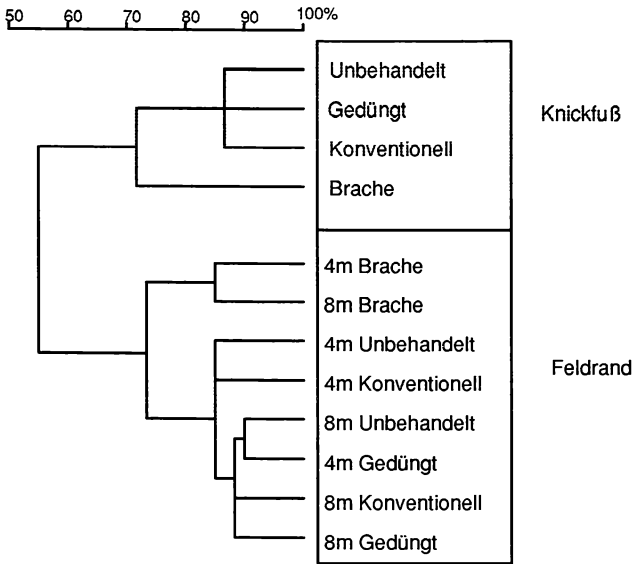


Abb. 6: Dominanzidentität nach RENKONEN für die Laufkäfer der Versuchsvarianten. Ähnlichkeits-Dendrogramm geclustert nach ORLICI (1967) (jeweils 3 Bodenfallen vom 1. 11. 86 bis 15. 7. 88)

Es ergeben sich zwei Hauptgruppen höherer Übereinstimmung in der Laufkäfer-Gemeinschaft. Klar differenziert sind die Bereiche am Knickfuß von denen des eigentlichen Versuchrandstreifens (Feldrand 4 m u. 8 m Feldtiefe), die miteinander nur etwa 60 % Dominanzidentität aufweisen. Jeweils untereinander stimmen die verschiedenen Versuchsvarianten bis zu 90 % in der Zusammensetzung der Laufkäfer-Synusie überein.

In beiden Hauptgruppen nimmt die Variante „Brache“ durch geringere Übereinstimmung der Dominanzanteile der Laufkäfer-Arten mit den mit Getreide bebauten Parzellen eine gesonderte Stellung ein. Innerhalb des Feldrandbereichs weisen die nicht mit Biozid behandelten, mit Getreide bebauten Varianten, „unbehandelt“ und „gedüngt“, die höchste Übereinstimmung insgesamt von 91 % auf.

Dies läßt den Schluß zu, daß eine deutlicher differenzierende Auswirkung der Extensivierung erst nach längerfristiger extensiver Bewirtschaftung als im Versuch (2 Vegetationsperioden) zur Ausprägung kommt. Zudem haben die extensivierten Streifen im Randbereich des Ackers mit 12 Meter Breite keine hinreichende Ausdehnung in Richtung Feldmitte um deutlicher ausgeprägte Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Laufkäfer zu bewirken.

#### 4.3.2 Diversität der Laufkäfer in verschieden extensivierten Ackerrandbereichen

Die Diversität der Laufkäfer-Synusie ist im Vergleich der vier Versuchsvarianten direkt am Knickfuß am höchsten und nimmt in allen Varianten zur Feldmitte stark ab (Abb. 7).

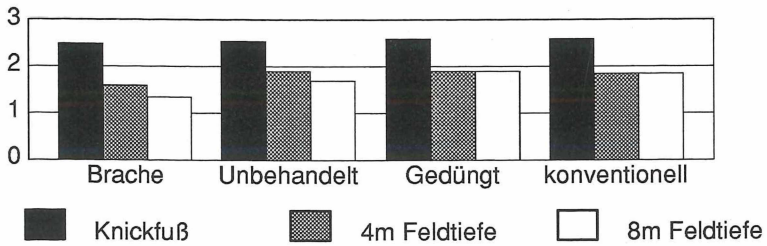


Abb. 7: Diversität nach SHANNON-WIENER der Laufkäfer im Vergleich der Versuchsvarianten und verschiedener Feldtiefen auf Basis von je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 1986 bis 15. 7. 1988

Hier wirkt sich die höhere Artenvielfalt des angrenzenden Knicks aus, der Arten sowohl des Feldes als auch des Knicks bzw. des Waldes beherbergt. Die höchste Mannigfaltigkeit der Laufkäfer-Gemeinschaft und die geringsten Differenzen der relativen Häufigkeiten der Arten, sind in den mit Getreide bestellten, nicht Herbizid behandelten Varianten („unbehandelt“, „konventionell“), die neben der Kulturfrucht Weizen eine Begleitflora aufwiesen.

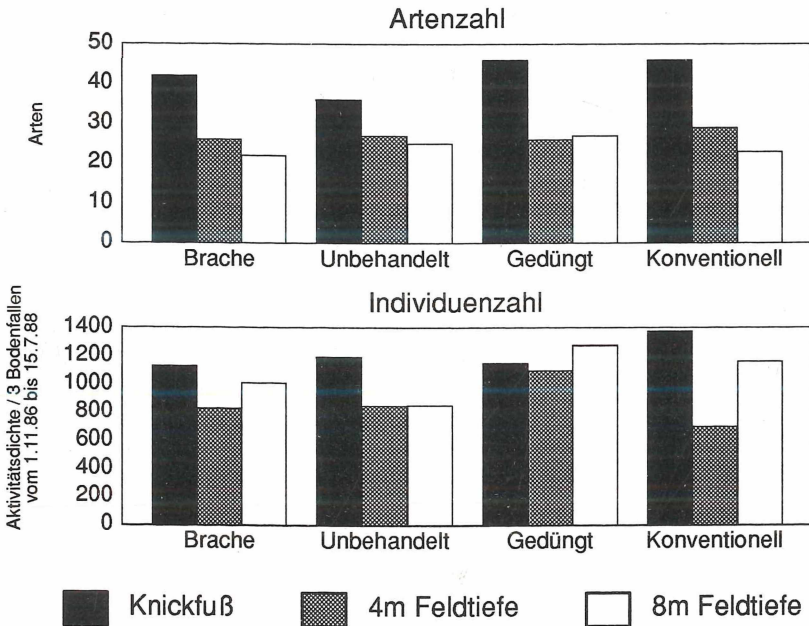


Abb. 8: Artenzahlen und Individuenzahlen der Spinnen (Araneae) im Vergleich der Versuchsvarianten und verschiedener Feldtiefen auf Basis von je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 1986 bis 15. 7. 1988

#### 4.4 Auswirkung der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf die Spinnen – Araneae

Die Aufgliederung auf die unterschiedlich behandelten Flächen zeigt analog zu den Verhältnissen bei den Laufkäfern einen deutlichen Abfall der Artenzahl mit zunehmendem Abstand zum Knick (Abb. 8). Dieses Ergebnis steht in Zusammenhang mit dem Umbruch der Untersuchungsflächen im Herbst. Im Gegensatz zu den Larven und z. T. Imagines der Laufkäfer sind die Spinnen bei Verschüttung kaum in der Lage, sich einen Weg zurück zur Oberfläche zu bahnen, so daß eine Neubesiedlung der gepflügten Flächen erfolgen muß. Dies wird durch die hohe Dominanz von über 70 % aller erfaßten Individuen der Spinnen mit großem aeronautischem Ausbreitungsvermögen bestätigt.

Insgesamt wurden 12 643 Spinnen-Individuen erfaßt, davon 11 389 Adulte (Tab. 6). Die Individuenzahlen liegen im Bereich des Knickfusses i. a. am höchsten. Überdeckt wird dieser Effekt jedoch durch die Fähigkeit einiger Arten, den freien Feldbereich sehr intensiv zu besiedeln, so daß ein relativer Anstieg der Individuenzahl beim Übergang von 4 m auf 8 m Feldtiefe zu verzeichnen ist. Für die Qualität eines Biotops für eine Tiergruppe ist jedoch nicht nur die Eignung zur raschen vorübergehenden Besiedlung entscheidend, sondern vor allem die Eignung zur Fortpflanzung. Daher ist die Betrachtung der Verteilung von weiblichen und juvenilen Spinnen aussagekräftiger.

Tab. 6: Aktivitätsdichte der Spinnen (Araneae); je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 1986 bis 15. 7. 1988

	Unb.		Ged.		Kon.		Bra.		Brache		Unbe-		Gedüngt		Konven-		Gesamt
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	
<i>Erigone atra</i>	130	208	299	174	234	191	219	242	409	466	219	333	3124				
<i>Bathypantes gracilis</i>	146	122	136	127	101	133	151	202	226	305	126	393	2168				
<i>Erigone dentipalpis</i>	42	68	85	71	95	138	135	92	185	218	128	243	1501				
<i>Pardosa amentata</i>	148	102	123	154	27	32	29	8	28	21	18	4	714				
<i>Diplocephalus cristatus</i>	71	81	111	94	94	22	88	29	27	5	56	17	695				
<i>Diplostyla concolor</i>	139	114	87	93	14	5	42	11	41	10	20	14	590				
<i>Oedothorax apicatus</i>	7	8	8	8	79	221	11	87	25	61	15	24	554				
<i>Oedothorax fuscus</i>	4	1	4	2	21	95	2	48	28	73	2	6	286				
<i>Bathypantes parvulus</i>	72	46	73	55	4	1	2	2	8	1	1	-	265				
<i>Walkenaeria cuspidata</i>	66	40	56	21	12	4	12	4	15	6	12	7	255				
<i>Pachygnatha listeri</i>	35	44	31	29	1	0	5	3	4	4	5	7	168				
<i>Meioneta rurestris</i>	6	3	3	5	28	21	17	13	25	7	9	9	146				
<i>Walkenaeria acuminata</i>	25	22	24	28	1	7	4	0	2	1	3	1	118				
<i>Centromerus sylvaticus</i>	23	20	30	18	1	-	6	1	-	-	1	1	101				
<i>Lepthyphantes tenuis</i>	22	11	12	19	2	1	9	4	1	3	4	7	95				
<i>Micrargus herbigradus</i>	15	38	24	9	-	-	1	1	1	-	2	-	91				
<i>Lepthyphantes pallidus</i>	8	10	25	27	2	3	2	-	1	1	3	1	83				
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	14	11	18	3	6	6	4	4	4	1	5	3	79				
<i>Gonatum rubens</i>	12	2	5	9	1	-	-	-	-	-	-	-	29				
<i>Oxyptila praticola</i>	1	9	11	7	1	-	-	-	-	-	-	-	29				
<i>Dicymbium nigrum</i>	2	9	4	5	1	1	-	-	1	2	-	3	28				
<i>Lepthyphantes cristatus</i>	6	6	12	2	-	-	-	1	-	1	-	-	28				
<i>Robertus lividus</i>	5	6	7	4	-	-	2	1	1	-	-	1	27				
<i>Centromerus expertus</i>	4	5	6	3	-	-	1	1	-	-	-	-	20				
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	-	1	-	1	3	2	-	1	2	3	3	3	19				
<i>Walkenaeria dysderoides</i>	2	2	3	3	-	-	-	-	-	-	1	-	11				

	Unb.		Ged.		Kon.		Bra.		Brache		Unbe-		Gedüngt		Konven-		Ge-
	0 m	0 m	0 m	0 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	4 m	8 m	
<i>Agyneta conigera</i>	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	10
<i>Dismodicus bifrons</i>	-	-	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Meioneta saxatilis</i>	-	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Centromerita bicolor</i>	3	-	-	1	1	1	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	9
<i>Linyphia clathrata</i>	-	1	3	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	8
<i>Pachygnatha clerki</i>	1	1	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Agelena labyrinthica</i>	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Cicurina cicur</i>	2	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	6
<i>Zora spinimana</i>	1	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Areoncus humilis</i>	2	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Gongylidium rufipes</i>	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5
<i>Linyphia montana</i>	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	5
<i>Micraria pulicaria</i>	1	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Oedothorax gibbosus</i>	-	-	1	1	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	5
<i>Pardosa pullata</i>	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5
<i>Erigonella hiemalis</i>	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Lophomma punctatum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	4
<i>Maso sundevalli</i>	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4
<i>Pachygnatha degeeri</i>	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4
<i>Ceratinella scabrosa</i>	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Clubiona terrestris</i>	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Oedothorax tuberosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	3
<i>Savignya frontata</i>	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Tegenaria silvestris</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
<i>Walkenaeria nudipalpis</i>	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Bathyphantes nigrinus</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Clubiona lutescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Diplocephalus picinus</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Floriona bucculenta</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Helophora insignis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
<i>Hylyphantes graminicola</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Achaearanea riparia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Bathyph. approximatus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Centromerus dilutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Enoplognatha ovata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Erigone arctica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ero cambridgei</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hahnia pusilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Lepthyphantes angulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Micrargus subaequalis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Microneta viaria</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pirata piraticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pocadicnemis pumila</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tapinocyba insecta</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tapinocyba pallens</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tarentula pulverulenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Thyreosthenius parasit.</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Walkenaeria corniculans</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Individuensumme:	1195	1153	1378	1132	828	1010	848	852	1100	1280	702	1165	12643				
Artenanzahl:	36	46	46	42	26	22	27	25	26	27	29	23	74				



Die absoluten Zahlen der Weibchen und der juvenilen Spinnen zeigen eine kontinuierliche Abnahme von den brachliegenden über die unbehandelten und gedüngten zu den konventioneller Weise bewirtschafteten Flächen (Abb. 9). Offenbar ist in allen Versuchsvarianten eine Tendenz zur Neubesiedlung der Ackerrandstreifenbereiche durch Spinnen vorhanden. Die Eignung als Reproduktionshabitat ist auf den „Brache“-Parzellen am ehesten gegeben, da hier die Aktivitätsdichte der Weibchen und juveniler Spinnen am höchsten ist. Diese Dichte nimmt entsprechend dem Gradienten zunehmender Intensität der Bewirtschaftung ab.

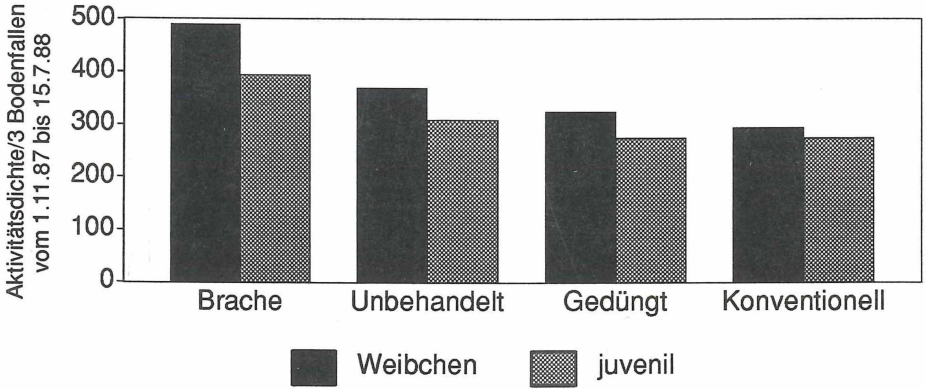


Abb. 9: Aktivitätsdichten der Weibchen und juveniler Spinnen (Araneae) im Vergleich der Versuchsvarianten auf Basis von je 3 Bodenfallen vom 1.11.87 bis 15. 7. 1988

#### 4.4.1 Aktivitätsdichte einzelner Spinnenarten

Es handelt sich bei den 74 determinierten Spinnenarten überwiegend um solche, die mittelfeuchte bis feuchte Habitate bevorzugen. Am Knickfuß überwiegen Arten der Gebüsch- bzw. Waldränder. Diese sind nur begrenzt befähigt, die Ackerrandbereiche als offene, gehölzfreie Biotope zu besiedeln.

Der Anteil der drei extrem euryöken Feldarten *Erigone atra*, *Erigone dentipalpis* und *Bathyphanes gracilis* an der Gesamtzahl der Spinnen beträgt zusammen über 60 %. Diese Arten treten auf den gedüngten Versuchs-Parzellen der Varianten „gedüngt“ und „konventionell“ deutlich häufiger auf als auf den Parzellen „Brache“ und „unbehandelt“ (Abb. 10). Sie werden offenbar durch das schnellere Hochwachsen der Vegetation auf den gedüngten Ackerrandbereichen gefördert.

Eine genau entgegengesetzte Verteilung im Versuchsrandstreifen zeigen die subdominanten Arten *Oedothorax apicatus*, *Oedothorax fuscus* und *Meioneta rurestris* (Abb. 10). Sie nehmen längs des Gradienten zunehmender Intensität der Bewirtschaftung ab, wobei insbesondere die Parzellen ohne Begleitflora (Variante „konventionell“) die geringsten Aktivitätsdichten dieser Arten aufwiesen. Durch die „Brache“ besonders gefördert wird *Oedothorax apicatus*. Diese Art ist in der Lage, Biotope mit lichterem Vegetation schnell zu besiedeln. *Oedothorax apicatus* tritt maximal im Juli auf, wenn sich auch auf der nicht eingesäten „Brache“ Vegetation entwickelt hat.

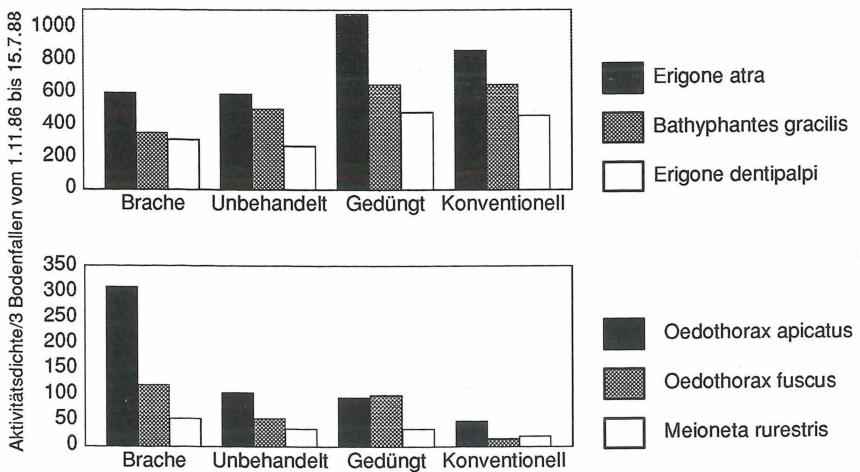


Abb. 10: Aktivitätsdichten verschiedener Spinnen im Vergleich der Versuchsvarianten auf Basis von je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 86 bis 15. 7. 88

Gerade gestörte Lebensräume können von wenigen Arten mit hoher Toleranz gegenüber Umwelteinflüssen (euryöke/eurytope Arten) in besonders großer Anzahl besiedelt werden. Dies kann z. T. auf verminderte Konkurrenz anderer Arten zurückgeführt werden. Die Arten *Oedothorax apicatus*, *Oedothorax fuscus* und in abgeschwächter Form *Meioneta rurestris* weisen eine ökologische Präferenz für offene Biotope (ohne Gehölzbestand) auf und finden daher Lebensräume in landwirtschaftlich genutzten Bereichen.

Abb. 11. zeigt die Verteilung von *Walckenaeria cuspidata* im Versuchsrandstreifen. *Walckenaeria cuspidata* ist eine typische Baldachinspinne (Linyphiidae) des Feldsaumes bzw. des Knickfußes. Daher liegen die Maxima der Aktivitätsdichte dieser Art erwartungsgemäß am Knickfuß. Auffällig ist, daß die Art am Knickfuß vor der Brache eine deutlich geringere Aktivitätsdichte aufweist, als vor den anderen drei Versuchsvarianten. *Walckenaeria cuspidata* ist eine Frühjahrsart deren Maximum im Jahreslauf im März liegt. Zu diesem Zeitpunkt war die Vegetation der „Brache“ Parzellen auf Grund der herbstlichen Bodenbearbeitung nur spärlich entwickelt. Der überwiegend unbedeckte Boden der „Brache“ vor dem Knickfuß führt zu einer verringerten Aktivitätsdichte von *Walckenaeria cuspidata* am Feldsaum.

*Pardosa amentata* weist das absolute Verteilungsmaximum am Knickfuß vor der „Brache“ auf (Abb. 11). In den Varianten „gedüngt“ und „konventionell“ liegt die Aktivitätsdichte der Art dagegen niedriger. Diese Wolfspinne (Lycosidae) hat ihr phänologische Maximum im Mai bis Juni, also zu einer Jahreszeit, wenn auch auf den „Brache“ Parzellen Vegetation hochgewachsen ist und Beschattung bewirkt. Die extremen Bedingungen der jährlich umgebrochenen „Brache“ Parzellen sind zur Hauptaktivitätszeit von *Pardosa amentata* nicht mehr vorhanden. Für Arten mit dem Aktivitätsmaximum im Sommer kann die untersuchte Form der „Brache“ also eine Förderung bewirken.

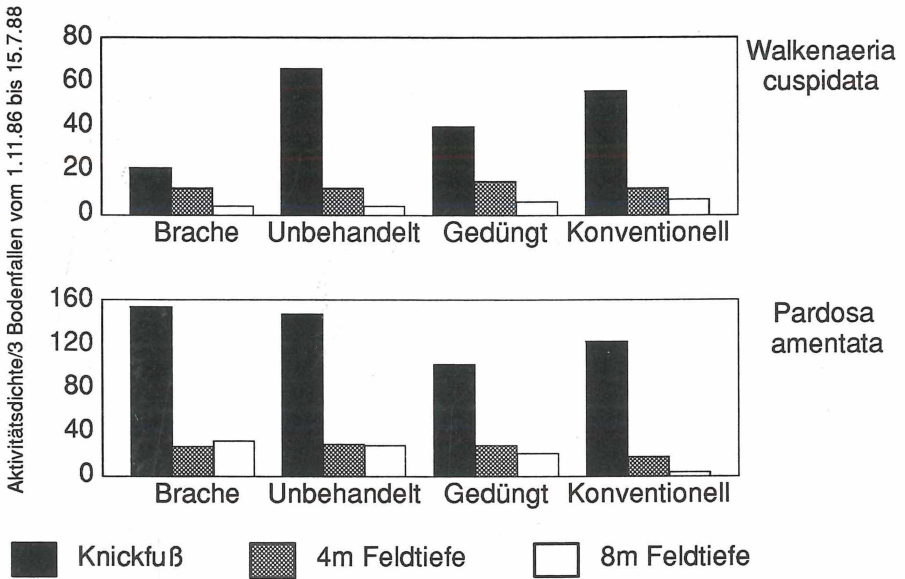


Abb. 11: Aktivitätsdichte von *Walkenaeria cuspidata* und *Pardosa amentata* im Vergleich der Versuchsvarianten und unterschiedlicher Feldtiefen auf Basis von je 3 Bodenfallen vom 1. 11. 1986 bis 15. 7. 1988

#### 4.5 Einfluß der Ackerrandstreifen-Extensivierung auf blütenbesuchende Insekten

Die Bracheextensivierung stellt die günstigste Extensivierungsvariante für Blütenbesucher wie Schwebfliegen dar. Nicht nur Arten- und Individuenzahl, sondern auch die ökologische Vielfalt bezüglich der Lebensweise der vertretenen Arten sind hier am größten. Der höchste Anteil von Arten mit Doppelbiotopanspruch belegt die Verbund- und Vernetzungsfunktion insbesondere der „Brache“-Extensivierung im Randstreifen. Herbizideinsatz gegen Wildkräuter entzieht Blütenbesuchern entomophiler (insektenbestäubender) Pflanzen die Lebensgrundlage (Tab. 7).

Auf den Parzellen beider nicht mit Herbizid behandelten, mit Getreide bestellten Versuchsvarianten wurden mit 10 bzw. 12 Schwebfliegenarten noch etwa  $\frac{2}{3}$  der auf der Brache nachgewiesenen 17 Arten festgestellt. In den Käschernproben der Herbizid behandelten Getreide-Parzellen („konventionell“) fand sich mit 8 die geringste Artenzahl.

Die höchsten Individuenzahlen wurden auf den Brache-Parzellen gefunden. Auf den herbizidfreien Getreide Parzellen (Variante „unbehandelt“ u. Variante „gedüngt“) wurden nur etwa ein Drittel davon festgestellt und auf den konventionell behandelten Getreide-Parzellen konnte so gut wie keine Schwebfliegen-Population festgestellt werden.

Dies Ergebnis korreliert vollständig mit dem Blütenangebot der vier Versuchsvarianten. Sowohl Artenzahl als auch Individuenzahl nehmen mit dem Blütenangebot der entsprechenden Flächen zu (Tab. 7). Schon im ersten Jahr ohne Herbizideinsatz ist ein Blütenhorizont und eine diesen besuchende Schwebfliegenpopulation ausgebildet. Im Jahresver-

gleich von 1987 zu 1988 ließen sich nur geringe Unterschiede hinsichtlich Arten- und Individuenzahl der Schwebfliegen feststellen. Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres werden bestätigt.

Der Unterschied zwischen den Individuenzahlen der unbehandelten Getreide Parzellen und denen der gedüngten, beide ohne Herbizidbehandlung, ist nicht gesichert. Da die Begleitflora auf den gedüngten Parzellen höher wüchsig war, ist der Unterschied möglicherweise artifizell und methodisch bedingt. Hier wurde gezwungenermaßen näher am Blütenhorizont gekäschert als auf den unbehandelten Getreide-Parzellen mit der niedriger entwickelten Begleitflora. Dies kann eine höhere Erfassungsrate trotz gleicher Besiedlung bewirken.

Nach CLAUSSEN (1980) sind fast alle im Versuchsrandstreifen erfaßten Arten als eurytop einzustufen, d.h. es sind fast durchweg typische und relativ häufige Vertreter der Familie der Schwebfliegen, die in praktisch allen Biotoptypen der schleswig-holsteinischen Kulturlandschaft anzutreffen sind.

Tab. 7: Besiedlungsdichten der Schwebfliegen (Syrphidae) im Vergleich der Versuchsvarianten; 1987 und 1988 in 1050 Käscher-Doppelschlägen pro Versuchsvariante erfaßte Individuen; Phyto: phytophag; Sapro: saprophag; Aphid: aphidivor; Filt: filtrierend

	Brache	Unbehandelt	Gedüngt	Konventionell	Gesamt	L-Typ
<i>Melanostoma mellinum</i>	21	24	26	20	91	Aphid
<i>Episyrphus balteatus</i>	25	12	14	5	56	Aphid
<i>Sphaerophoria scripta</i>	27	6	3	0	36	Aphid
<i>Platycyberus clypeatus</i>	7	8	9	8	32	Aphid
<i>Metasyrphus corollae</i>	15	8	2	4	29	Aphid
<i>Platycyberus albimanus</i>	2	1	2	–	5	Aphid
<i>Platycyberus scambus</i>	1	–	–	1	2	Aphid
<i>Sphaerophoria</i> (W/indet)	1	–	–	–	1	Aphid
<i>Syrirta pipiens</i>	42	12	15	1	70	Sapro
<i>Neoascia podagica</i>	20	6	11	1	38	Sapro
<i>Lejogaster metallina</i>	13	–	–	–	13	Sapro
<i>Rhingia campestris</i>	1	–	–	–	1	Sapro
<i>Eristalis arbustorum</i>	25	3	4	–	32	Filt
<i>Heliophilus pendulus</i>	4	1	3	–	8	Filt
<i>Eristalis abusivus</i>	6	–	–	1	7	Filt
<i>Eristalinus sepulcralis</i>	1	–	–	–	1	Filt
<i>Helophilus trivittatus</i>	1	–	–	–	1	Filt
<i>Eumerus strigatus</i>	–	–	1	–	1	Phyto
<i>Paragus spec.</i> (Weibchen)	–	–	1	–	1	–
Individuensumme:	212	81	91	41	425	
Artenanzahl:	17	10	12	8	19	

Eine eingeschränkte Biotopbindung kann dennoch für die Arten *Lejogaster metallina*, *Eristalinus sepulcralis*, und *Helophilus trivittatus* festgestellt werden. Diese drei Arten treten bevorzugt in feuchten (Ufer-)Biotopen auf. Das Vorkommen dieser Arten im Versuchsrandstreifen, insbesondere von *Lejogaster metallina*, die mit über 10 Individuen erfaßt werden konnte, kann mit der hohen Bodenfeuchte der Versuchsfläche zusammenhängen. Bemerkenswert ist, daß gerade diese vier Arten mit etwas engeren ökologischen Grenzen ausschließlich auf den Bracheparzellen vorkommen.

Die Dominanzstruktur in den drei Versuchsvarianten ohne Herbizidbehandlung ist relativ ausgeglichen. Am deutlichsten ist dies auf den Brache-Parzellen mit vier eudominanten



und fünf dominanten Arten. Insgesamt nimmt die Gleichverteilung des Individuenanteils der einzelnen Arten am Gesamtfang von der Variante „Brache“, über Varianten „unbehandelt“ und „gedüngt“ zur Variante „konventionell“ ab.

Die unausgeglichene Dominanzstruktur der Schwebfliegen in den Parzellen der Variante „konventionell“ wird vom hohen Anteil von *Melanostoma mellinum* hervorgerufen. *Melanostoma mellinum* ist in fast allen Grünland- und Agrozönosen die häufigste Schwebfliegen-Art. Sie verzehrt als Imago den Pollen windbestäubender (anemophiler) Pflanzen, wie Gräser und Getreide. Die Larven dieser Art sind blattlausverzehrend (aphidivor) und leben ebenfalls bevorzugt an Gräsern. In diesem Biotopanspruch liegt begründet, daß *Melanostoma mellinum* in allen mit Getreide bestellten Versuchsvarianten die häufigste Art ist, wobei sie jedoch in den konventionell bewirtschafteten Parzellen allein die Hälfte der Individuen stellt.

Alle anderen Schwebfliegen sind sowohl relativ als auch absolut auf den drei nicht mit Herbizid behandelten Varianten häufiger. Es handelt sich dabei vornehmlich um Arten, deren Larvalentwicklung nicht im Randstreifen stattfinden kann und deren Imagines in den Feldbereich einfliegen.

Die Zusammensetzung der Schwebfliegen-Fauna der untersuchten Versuchspartellen ist stark durch den parallel verlaufenden Knick mit seiner gut ausgebildeten Streuschicht (Substrat für Saprophage) auf dem Wallrücken geprägt. Darin wird die Bedeutung des Randstreifens mit seinem Blütenangebot als Nahrungshabitat für die Schwebfliegen, die ihr Reproduktionshabitat im Knick haben, evident. Das häufige Auftreten dieser Schwebfliegenarten mit saprophager Ernährungsweise im Randstreifen ohne Streuschicht belegt die funktionierende Nahrungs-Vernetzung innerhalb des Biotopverbundes Knick (Nahrung für Larven) – Ackerrandstreifen (Nahrung für Imagines).

Deutlicher wird dies noch in der Analyse des Verteilungsspektrums der Larvenernährungstypen aller Schwebfliegenarten. Abb. 12 zeigt den Vergleich der vier Versuchsvarianten bezüglich der Verteilung der Larvenernährungstypen. Die unterschiedliche Ernährungsweise von Larven und Imagines der Schwebfliegen bedingt für Arten mit abfallverzehrenden (saprophagen) und filtrierenden Larven einen Habitat-, meist auch Biotopwechsel. Lediglich für Schwebfliegen mit blattlausverzehrenden (aphidivoren) Larven können Habitat (damit auch Biotop) von Larve und Imago identisch sein.

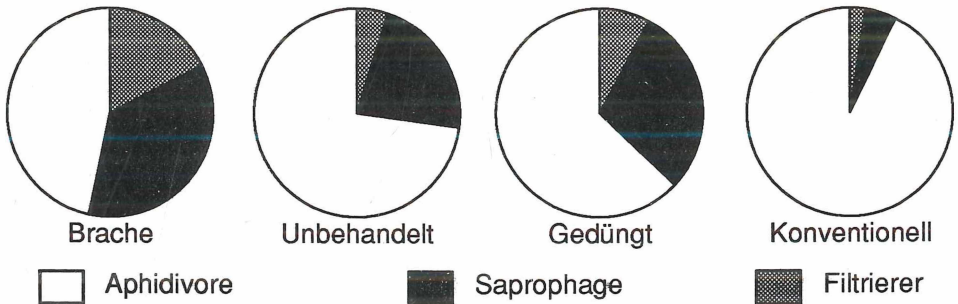


Abb. 12: Dominanzverteilung der Larvenernährungstypen der Schwebfliegen (Syrphidae) im Vergleich der Versuchsvarianten

Der große Anteil von Schwebfliegenarten mit Larven abfallverzehrender oder filtrierender Ernährungsweise auf den nicht mit Herbizid behandelten Ackerrandstreifen-Parzellen beweist, daß die extensivierten Ackerrandbereiche einen Teil des Doppelbiotopanspruchs dieser Tiergruppe erfüllen.

Bezeichnenderweise ist der Anteil von Arten, die wegen ihrer Larven nicht aus dem Ackerbiotop stammen können, sondern den Randstreifen mit seinem Blütenhorizont als Nahrungshabitat aufgesucht haben müssen, in der „Brache“ am größten.

Wenig überraschend ist das fast völlige Fehlen von Schwebfliegen mit phytophagen (pflanzenverzehrenden) Larven. Diese ohnehin seltenen und auf bestimmte Pflanzen spezialisierten Formen finden in Agrarbiotopen nur eingeschränkte Lebensmöglichkeiten. Für diese Gruppe der Schwebfliegen sind verbesserte Bedingungen bei längerfristiger Dauerbrache zu erwarten, wenn sich über eine Sukzession eine entsprechende Vegetation einstellen kann.

## 5. Diskussion

Die verschiedenen Extensivierungsstufen wirken sich auf die ökologischen Gruppen in unterschiedlichem Ausmaß aus. Schon nach nur zwei Vegetationsperioden ohne Biozide bzw. ohne Kulturfrucht (Brache) kann eine Reaktion der Fauna festgestellt werden.

Die phytophagen Arten der untersuchten Gruppen reagieren positiv auf die Extensivierung. Einschränkend gilt jedoch, daß bislang nur solche Arten eine Förderung erfahren haben, die wenig spezialisierte Biotop- und Nahrungsansprüche aufweisen (euryöke Arten). Immerhin stellt sich in den extensivierten Ackerrandbereichen ohne Herbizideinsatz in etwa das in Getreideäckern zu erwartende Artenspektrum wieder ein. Jedoch blieb das Artenspektrum der Phytophagen, namentlich der Weichwanzen- und Zikaden-Arten, in den Parzellen ohne Biozide ein Fragment der eigentlichen Potenz. Insbesondere stellte sich keine Erweiterung des Spektrums von Spezialisten, also monophagen oder stenöken Arten ein.

Für die auf der Bodenoberfläche lebenden (epigäischen) räuberischen Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen, die ihren Verteilungsschwerpunkt im Ackerbereich haben, blieben die Veränderungen durch die Extensivierungsvarianten begrenzt. Diese Feldarten erfahren durch keine der untersuchten Extensivierungsvarianten eine erkennbare Förderung. Als Maßstab für eine wesentliche Verbesserung für diese Arten muß das Artenspektrum der Laufkäfer gelten wie es noch vor etwa 30 Jahren in Wintergetreide auf Lehm in Schleswig-Holstein vorkam (HEYDEMANN 1953) oder wie es heute in Getreidefeldern des biologisch-dynamischen Landbaus (HINGST 1990) auftritt. Eine Entwicklung in diese Richtung ist bislang nicht erkennbar.

Anders ist die Bedeutung der Randstreifenextensivierung für die Laufkäfer und Spinnen des Knicks zu bewerten. Für diese Arten ergibt sich eine Förderung im extensivierten Ackerrandstreifen. Teilweise ist sogar eine Förderung nur im Knick lebender Arten durch die extensivierte Bewirtschaftung vor dem Knick nachweisbar. Es wird eine positive Wirkung der Randstreifen-Extensivierung, insbesondere der Brache-Extensivierung im Sinne einer Pufferzone für wertvolle, an den Acker angrenzende Biotope deutlich.

Die markantesten Auswirkungen der Extensivierung im Ackerrandstreifen zeigen die blütenbesuchenden Schwebfliegen (Syrphidae). Hier stellt sich schon im ersten Jahr eine drastische Erweiterung von Arten- und Individuenzahlen in den Zonen ohne Biozideinsatz ein. Der Ackerrandstreifen wird für diese Gruppe mit zahlreichen Arten mit Doppelbiotop-

anspruch durch das reichere Blütenangebot zum wichtigen Nahrungshabitat. Hervorzuheben ist die „Brache“ im Randstreifen sowohl hinsichtlich des Blütenhorizonts als auch hinsichtlich der Blütenbesucher. Das Artenspektrum setzt sich zum Großteil aus den Schwebfliegen-Arten zusammen, die durch die Larven an den Knick oder andere im Verbund zum Ackerbiotop liegende Biotoptypen gebunden sind. Insofern gilt auch für die Gruppe der Schwebfliegen die Tendenz, daß die wesentlichen Auswirkungen der extensivierten Ackerandstreifen weniger die Fauna des Ackers, als die Fauna der angrenzenden Biotope (Knicke) betreffen.

Aus agrarökonomischer Sicht muß jede noch so geringe Zurücknahme der Produktionsintensität bereits als „Extensivierung“ gelten. Eine ökologisch effektive ‚extensive Bewirtschaftung‘ muß den Naturschutzansprüchen Vorrangigkeit, zumindest jedoch Gleichrangigkeit gegenüber den Nutzungsansprüchen des Menschen einräumen. Die Nutzungsansprüche müssen dabei soweit zurückgestellt werden, daß die entscheidenden für Flora und Fauna destruktiven Einflüsse der ‚normal intensiven‘ Bewirtschaftung auf extensivierten Flächen nicht auftreten. Ein sinnvoller Vergleichsmaßstab sind hierfür frühere Untersuchungen über die Fauna auf Schleswig-Holsteinischen Äckern vor den Hauptintensivierungsschüben der letzten 30–40 Jahre.

Aus den Ergebnissen lassen sich verschiedene Schlußfolgerungen ableiten, in welcher Weise aus fachwissenschaftlicher Sicht die Ackerrandstreifen- und Bracheextensivierung weiterentwickelt werden kann. Dabei ist entscheidend, welche Naturschutzziele angestrebt werden.

Keine der Extensivierungsvarianten erweist sich als hinreichend geeignet, die Vielfalt und Verteilungsstruktur aller untersuchten ökologischen Gruppen wiederherzustellen, wie der Vergleich mit früheren Untersuchungen auf Getreideäckern in Schleswig-Holstein aufzeigt (HEYDEMANN 1953; AFSCHARPOUR 1960). Lediglich die pflanzenverzehrenden (phytophagen) Gruppen zeigen eine relativ positive Tendenz. Insgesamt ist die Brache für die verschiedenen fraglichen Gruppen die günstigste Variante.

Deutlich wird jedoch auch, das die jährliche Bodenbearbeitung die positiven Effekte ganz ungenutzter Bereiche in der Agrarlandschaft mindert und teilweise ins Gegenteil verkehrt. Diese umgebrochenen „Bracheflächen“ bleiben lange ohne jede Vegetationsschicht. Sukzessionen können nicht ablaufen, da wie im nicht extensivierten Ackerbereich jährliche Eingriffe erfolgen. Daher sollten zumindest in einem Teil der extensivierten Ackerflächen mehrjährig eine wirkliche Brache, d. h. ohne Einsaat, ohne Bodenbearbeitung und ohne sonstigen Eingriffe ermöglicht werden.

Die fast ganz ausgebliebene positive Wirkung der verschiedenen Extensivierungsvarianten auf empfindlichere Zeigerarten der bodenoberflächenaktiven Episiten (Räuber) zeigt, daß eine Extensivierung in der untersuchten Form, auf Randstreifen beschränkt, nicht ausreicht. Wahrscheinlicher ist jedoch, wie die Arten- und Dominanzstruktur namentlich der Laufkäfer (Carabidae) nahelegt, daß die untersuchten Extensivierungsvarianten räumlich und qualitativ zu begrenzt waren. Dabei ist zu bedenken, daß der Ackerrandstreifen des Versuchsgut Futterkamp mit 12m Breite und dem kontrollierten Bewirtschaften unter Versuchsbedingungen eher idealisierte Bedingungen hinsichtlich der Ziele Extensivierung aufwies. (Reale Randstreifen mit Extensivierungsvertrag sind i. d. R. viel schmaler bzw. werden die Bedingungen nicht immer eingehalten.) Folglich sind die realen Auswirkungen der extensivierten Randstreifen dadurch noch weiter begrenzt.

Bedenklich ist das Ergebnis des Vergleichs der epigäischen Nützlingsfauna des extensivierten Randstreifen mit derjenigen des Ackerrandes am Knick eines biologisch wirtschaftenden Betriebes auf dem selben Bodentyp (HINGST 1990). Diese entspricht in wesentlich größerem Ausmaß der vor 1953 auf Getreideäckern aufgetretenen Artenvielfalt und Verteilungsstruktur als die untersuchten extensivierten Ackerrandbereiche.

Dies legt für die Fauna des eigentlichen Ackerbereichs den Schluß nahe, daß schärfere, möglicherweise dem biologischen Landbau angenäherte Bewirtschaftungsauflagen vereinbart werden sollten.

Alle untersuchten Tiergruppen wiesen zahlreiche Arten auf, die an den angrenzenden Knick durch verschiedenste Lebensraumansprüche gebunden waren. In jeder Gruppe sind solche Arten nachgewiesen, die gerade durch den „bracheextensivierten“ Randstreifen vor dem Knick profitieren. In einem Fall gilt dies für die „Rote Liste“-Art *Harpalus punctatulus*. Die schon theoretisch naheliegende Überlegung, mechanische und chemische Belastungen der intensiven Landwirtschaft durch eine Pufferzone von angrenzenden Biotopen fernzuhalten, findet dadurch eindeutig Bestätigung. Das Ökosystem Knick leidet unter der benachbarten konventionellen Ackernutzung, brachliegende Randstreifen mindern diese Schädigung. Dies gilt in erweitertem Ausmaß für angrenzende Biotoptypen, die besonders vor der chemischen Belastungen, die von der konventionellen Landwirtschaft ausgehen, empfindlich sind, z. B. limnische Ökosysteme oder oligotrophe terrestrische, wie z. B. Trockenrasen. Gerade gegen Austräge durch Wasser- und Winderosion ist jedoch die derzeit praktizierte Form der „Brache“-Randstreifen nicht optimal. Besonders für das Naturschutzziel ‚Pufferwirkung der Ackerrandstreifenextensivierung‘ ist daher Dauerbrache der Rotationsbrache überlegen. Wenn solche Ackerrandstreifen hinreichend breit angelegt werden, können Stoffausträge wesentlich gemindert werden.

Konventionelle intensive Landbewirtschaftung bewirkt im Ackerbereich die Bildung scharfer Grenzen zwischen den verschiedenen Kulturen einerseits und angrenzenden Biotopen andererseits. Naturnahe Lebensräume sind dagegen durch sanfte Übergänge zwischen den verschiedenen Biotoptypen mit flachen Gradienten der einzelnen ökologischen Faktoren gekennzeichnet. Extensivierte Ackerrandstreifen können den „harten“ Übergang des Ackerbiotops in den Knickrandbereich „aufweichen“. Dies ist an der Erhöhung der Abundanz einzelner Knickarten in den extensivierten Randbereich erkennbar.

Insbesondere die in Form der „Brache“ extensivierten Randbereiche können durch den Verbund mit anderen Biotopen neue Vernetzungsbeziehungen der Einzelarten ermöglichen. Dies gilt für die phytophage Fauna, deren Überwinterungshabitate nicht im Ackerbereich liegen können, denen dort aber Nahrungshabitate durch den Verzicht auf Herbizideinsatz entstehen. In gleichem Maße ist dies für Blütenbesucher mit Doppelbiotopanspruch, wie z. B. Schwebfliegen (Syrphidae) der Fall. Für diese entstehen durch Brache im Randbereich der Äcker bandförmige Nahrungshabitate (Blütenhorizonte), die gut angenommen werden.

## **6. Empfehlungen für eine Weiterentwicklung der Ackerrandstreifen- und Brache-Extensivierung**

1. Die effektivste Form der Randstreifenextensivierung ist die Brache. Dies gilt für die untersuchten Wirbelosengruppen, für die Wildkrautflora und die Menge des Düngers, die in der Ackerfläche ausgebracht wird. Sie sollte gegenüber der sog. ‚Ackerrandstreifen-Vertragsform (ackerbauliche Nutzung ohne Herbizideinsatz) ausgeweitet werden.

2. Die bisherige Form der 1jährigen „Brache“-Extensivierung ist zeitlich zu begrenzt. Sie sollte zu gunsten mehrjährig ungestörter Randstreifen ohne Bodenbearbeitung, Düngung und chemischer Behandlung modifiziert werden.



3. Die räumliche Begrenzung auf weniger als 12 Meter Breite des Randstreifens ist nicht zu empfehlen, wo eine Pufferzone zum Schutz angrenzender Biotope geschaffen werden soll. Die Verbundfunktion für zeitweise Bewohner der Krautschicht (Phytophage und Blütenbesucher) ist möglicherweise auch noch bei einer Breite von 6–8 Metern des Brache-Randstreifens gegeben.

4. Für epigäische Episiten des Ackers ist keine der untersuchten Extensivierungsformen ausreichend. Für diese sind Formen der Extensivierung zu entwickeln, die die ganze Ackerfläche und nicht nur schmale Randstreifen einschließen. Günstig erscheinen hier dem biologischen Landbau angenäherte Bewirtschaftungsauflagen, wie z. B. allenfalls Mist- oder Jauchedüngung, Mischsaaten, vielfältigere Fruchtfolgen etc.

5. Die insgesamt noch begrenzten Auswirkungen der untersuchten Extensivierungsmaßnahmen lassen eine zeitliche, räumliche und qualitative Ausweitung der Extensivierung im Ackerbereich geboten erscheinen. Dies schließt die Notwendigkeit einer Effizienzkontrolle durch begleitende Untersuchungen auch in Zukunft mit ein.

## 7. Zusammenfassung

Auf dem Versuchsgut Futterkamp der Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurde experimentell die Auswirkung unterschiedlich intensiver Bewirtschaftung (Varianten „Brache“, Getreide „unbehandelt“, Getreide „gedüngt“ und Getreide „konventionell“) auf Wirbellose untersucht.

Der Versuchsstreifen von insgesamt 24 m Breite und 324 m Länge war in 12 Parzellen dieser vier Versuchsvarianten unterteilt. Die vier Varianten (bei dreifacher Wiederholung) stellten einen Gradienten der Belastung durch intensiven Ackerbau dar. Im Mittelpunkt der Untersuchung standen Araneae (74 Arten), Carabidae (58 Arten), Staphylinidae (42 Arten), Syrphidae (18 Arten), Heteroptera (30 Arten) und Auchenorrhyncha (15 Arten), die mittels Bodenfallen, Photoektoren und Käscherfängen erfaßt wurden.

Die Änderung der Artenzusammensetzung und Zunahme der Pflanzenartenzahl in den verschiedenen Extensivierungsvarianten, die hauptsächlich von Echter Kamille (*Matricaria chamomilla*) und Vogelmiere (*Stellaria media*) dominiert wurden, beruhen auf dem Herbizidverzicht. Die Variante „Brache“ wies die höchste Pflanzenartenzahl auf.

Die höchste Artenzahl in der Krautschicht lebender Zikaden, Wanzen und Schwebfliegen, sowie bei Laufkäfern wies die Variante „Brache“ auf. Die Kurzflügelkäfer und Spinnen zeigen das Maximum der Artenzahl auf den gedüngten herbizidfreien Parzellen (Variante „gedüngt“).

Durch Änderungen der Vegetationszusammensetzung, der Vegetationsstruktur sowie durch Biozidverzicht wurden insbesondere in der Variante „Brache“ die pflanzenverzehrenden Wanzen und Zikaden-Arten gefördert. Sie stellen das typische Artenspektrum der Getreideäcker Schleswig-Holsteins dar. Das erhöhte Blütenangebot wird von blütenbesuchenden Schwebfliegen genutzt, besonders durch Arten, die nicht aus dem Ackerbereich stammen.

Die empfindlicheren Feldarten der Laufkäfer, Spinnen und Kurzflügelkäfer erfahren durch keine der Extensivierungsvarianten eine deutlich erkennbare Förderung. Deutlich sind dagegen positive Wirkungen des „Brache“-Randstreifens auf Arten des Knicks aus diesen Gruppen (Pufferwirkung).

## 8. Summary

On the research farm „Futterkamp“ of the department of agriculture in eastern Schleswig-Holstein investigations were carried out to examine the effect of four different types of cultivation intensities („fallow“, „grain without fertilizer and biocid“, „grain with fertilizer“, „grain with fertilizer and biocid“) upon Arthropoda of a fieldmargin.

The investigated site of 24m width and 324m length was divided into 12 plots with four cultivation variants. They built a gradient of depressiv effects of intensiv agricultural management.

The investigation was focused on Araneae (74 species), Carabidae (58 species), Staphylinidae (42 species), Syrphidae (18 species), Heteroptera (30 species) and Auchenorrhyncha (15 species) recorded by means of pitfall traps, emergence traps and sweeping nets.

Both the change of the species composition and the increase of species number in the vegetation, which is dominated in extensively cultivated sites mainly by *Matricaria chamomilla* and *Stellaria media*, is caused by reduction of herbicides. The variant „fallow“ showed the highest number of plant species.

Highest numbers of species of herb layer dwelling Auchenorrhyncha, Hetreoptera and Syrphidae as well as for Carabidae are found in the variant „fallow“. For Staphylinidae and Araneae highest numbers of species are recorded in the variant „grain with fertilizer“.

The changing of both the vegetation composition and structure as well as the reduction of biocids promotes plantsucking Heteroptera and Achenorrhyncha especially in the variant „fallow“. The species composition of these groups represent the typical community of grainfields in Schleswig-Holstein. The increasing offer of blossoms in this site is utilized by blossom visiting Syrphidae, especially by species which are not indigenous in fields.

More sensitiv soil surface Arthropoda characteristic for fields (such as some species of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Araneae show no promotion due to any kind of intensiv cultivation. In the variant „fallow“ positive effects upon hedge dwelling species of these groups are obvious.

Anschrift des Autors:  
Dipl.-Biol. Lars Müller  
Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung  
Grenzstr.1–5  
23 Kiel

# Auswirkungen der Knickversetzung auf die Fauna

Von Rainer Hingst und Kai Wollweber

## 1. Einleitung

Das Versetzen von Knicks wird zunehmend als Ausgleich oder Ersatz bei Eingriffen in die Landschaft im Sinne von „biotoperhaltenden Maßnahmen“ durchgeführt. Bisher ist aber nicht bekannt, wie sich diese Knickversetzungsverfahren ökologisch im Hinblick auf die Tierwelt auswirken. Ziel dieser Untersuchung soll daher sein, die möglichen Auswirkungen der Knickversetzung auf die Fauna zu untersuchen.

Neben Art und Intensität der Nutzung benachbarter Agrarflächen sowie der Breite und ökologischen Qualität vorgelagerter Feldrain- oder Wiesenstreifen sind Vegetationsstruktur, Beschattungsintensität der bodennahen Schicht und das Alter des Knicks wesentliche Faktoren für die stabile Existenz von Knick-Ökosystemen. Wenn die Auswirkung der Knickversetzung auf die Tierwelt eindeutig analysiert werden soll, muß der Einfluß solcher Faktoren, die nicht ursächlich mit der Versetzungsmaßnahme zusammenhängen, berücksichtigt werden.

Aus dem Gesamtziel des Forschungsprogramms ergeben sich folgende Einzelfragen:

1. Welches Arteninventar gehört zur Fauna-Grundausrüstung in den Knick-Ökosystemen der Naturräume Vorgeest, Altmoräne und Jungmoräne?
2. Welche Tierarten oder Tiergruppen reagieren besonders sensitiv auf die Versetzung der Knicks?
3. Welche Veränderungen in der Raumstruktur, der Vegetation und dem Öklima der Knicks sind mit der Knickversetzung verbunden und welchen Einfluß haben diese Veränderungen auf die Tierwelt?
4. Wie wirken sich verschiedene Versetzungstechniken auf die Tierwelt aus?

## 2. Die untersuchten Knicks und ihre Charakteristik

### 2.1. Knicks der Vorgeest auf Sandboden bei Ehndorf

#### Geschütteter Knick

Dieser Knick (Abb. 1) wurde im Winter 1984/85 angelegt und verläuft in Nord-Süd-Richtung. Beidseitig schließt sich ein ca. 1 m breiter, krautiger Saum an. Die benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden 1986 als intensive bzw. extensive Weiden genutzt. Der Wallkörper dieses Knicks besteht aus humosem Sand, der dem Oberboden der Nachbarbiotope entnommen wurde. Auf dem Wall wurden im Winter 1986/87 Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) und Stieleichen (*Quercus robur*) gepflanzt. Der hohe Nährstoffgehalt des Bodens führte zu einer Entwicklung von dichten Krautzonen mit hohem Raumwiderstand für die bodenoberflächenaktive Fauna und Brennessel-Distel-Fluren, die eine weitgehende Unterdrückung der Gehölzentwicklung und eine Zurückdrängung der ein- und zweijährigen Kraut-Arten bewirkten. Eine Streuschicht ist nicht ausgebildet.

Vorgeest – Sand



geschüttet



versetzt

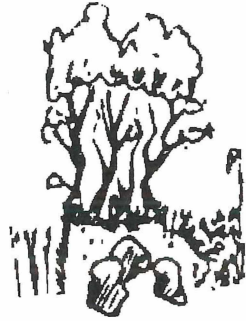


nicht versetzt

Altmoräne – lehmiger Sand

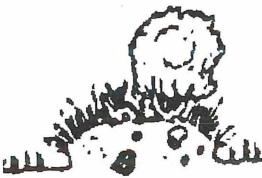


versetzt

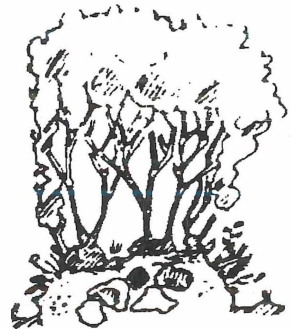


nicht versetzt

Jungmoräne – Lehm



versetzt



nicht versetzt

Abb. 1: Querschnittsprofile der Knicks der Vorgeest auf Sandboden, der Altmoräne auf lehmigem Sandboden und der Jungmoräne auf Lehmboden

## Versetzter Knick

Dieser Knick (Abb. 1) wurde im Winter 1984/85 mit einem Radlader auf einer Länge von 525 m um 85 m versetzt. Der Knick verläuft in der ursprünglichen Nord-Süd-Richtung. Ein krautiger Vorsaum als Übergang zu den angrenzenden Ackerflächen fehlt. Bäume und Sträucher haben unter der Versetzung stark gelitten, ca. 90 % des Wallrückens ist strauchfrei.

Die Krautzone ist dicht und besteht überwiegend aus Quecke (*Agropyron repens*). Der Nährstoffgehalt und die Stengeldichte sind sehr hoch. Daher ergibt sich ebenfalls ein sehr hoher Raumwiderstand gegenüber der auf der Bodenoberfläche mobilen Fauna. Auch auf diesem Knick konnte eine Zunahme der Brennesselbestände beobachtet werden. Eine Streuschicht ist wie auf dem geschütteten Knick ebenfalls nicht ausgebildet.

## Nicht versetzter Knick

Der Knick (Abb. 1) befindet sich in etwa 100 m Entfernung von dem versetzten Knick und verläuft ebenfalls in Nord-Süd-Richtung. Benachbart sind eine Ackerfläche und eine Rinderweide, die sich über einen ca. 80 cm tiefen Graben und einen 1 m breiten Saum dem Knick anschließt. Der Saum zum Acker ist durchschnittlich 0,4 m breit.

Die Gehölze des Knicks, vor allem Stieleichen (*Quercus robur*) und Hainbuchen (*Carpinus betulus*), wurden im Winter 1985/86 auf den Stock gesetzt und haben wieder ausgetrieben. Der Knick besaß daher bereits im Jahr nach der Abholzung wieder eine geschlossene, zweireihige Strauchzone mit etwa 20 % Lücken-Anteil.

Die Krautzone ist gut entwickelt und bei geringerem Nährstoffgehalt des Bodens durch einen geringeren Raumwiderstand im Vergleich zu dem geschütteten und versetzten Knick gekennzeichnet. Auf dem Wallrücken ist in den mit Sträuchern bestandenen Bereichen eine gut ausgebildete Streuschicht aus Eichenlaub vorhanden.

## Nicht versetzter Knick am Wegrand

Dieser Knick verläuft in Ost-West-Richtung, senkrecht zum geschütteten Knick. Es handelt sich um einen typischen, nährstoffarmen Geestknick. Die Strauchschicht ist lückenhaft und erreicht eine Höhe von bis zu 3 m. Dieser Knick wurde wegen seines nährstoffarmen, südexponierten Saumes zum Vergleich gewählt.

## 2.2 Knicks der Altmoräne auf lehmigem Sandboden bei Schülöp

### Versetzter Knick

Der Knick (Abb. 1) wurde im Winter 1980/81 mit zwei Planierraupen auf einer Länge von 350 m um 50 m versetzt. Der ursprüngliche Ost-West-Verlauf blieb erhalten. Vor dem Wallfuß ist kein unbewirtschafteter Saum zu angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen vorhanden. Die Strauchzone ist einreihig und besteht aus einem sechsjährigen, dichten Hainbuchen-Bestand. Die Krautzone ist nur schwach ausgebildet und besteht überwiegend aus Quecke (*Agropyron repens*). Eine Streuschicht ist im Bereich der Sträucher ausgebildet.

### Nicht versetzter Knick

Der Knick (Abb. 1) befindet sich in 425 m Entfernung zu dem versetzten Knick und verläuft in Ost-West-Richtung. An beiden Seiten ist der Knickfuß durch Pflügen stark zerstört und die Wallböschung teilweise abgetragen. Auf den angrenzenden Ackerflächen wurden Mais und Gerste angebaut.

Die Zusammensetzung der zweireihigen Strauchzone ist vielartiger als die des versetzten Knicks. Die Krautschicht ist unter den Sträuchern nur gering ausgeprägt und auf der Wallböschung durch Brennnesseln (*Urtica dioica*) charakterisiert. Die Streuschicht ist gut ausgebildet. Sie besteht aus dem zwischen den Strauchreihen liegenden Fallaub.

### 2.3. Knicks der Jungmoräne auf Lehmboden bei Schwartbuck

#### Versetzter Knick

Der Knick (Abb. 1 und 2) wurde im Winter 1982/83 mit zwei Planiermaschinen auf einer Länge von 250 m um 5 m versetzt, wobei der ursprüngliche Ost-West-Verlauf erhalten blieb. Der Wallfußbereich wird durch die jährliche Bodenbearbeitung regelmäßig umgebrochen, so daß nur ein sehr schmaler Ackerrandstreifen vorhanden ist. Angrenzende Ackerflächen werden intensiv genutzt. Die Strauchschicht ist einreihig und spärlich im Bestand. Die Sträucher erreichen eine Wuchshöhe von bis zu 3 m. Die Krautschicht ist stark ausgebildet und bedeckt den gesamten Wallbereich.



Abb. 2: Versetzter Knick bei Schwartbuck

## Nicht versetzter Knick

Dieser Knick (Abb. 1) befindet sich in etwa 500 m Entfernung zu dem versetzten Knick. Exposition, Boden und landwirtschaftliche Nutzung der Nachbarbiotope sind identisch (1986: Winterweizen; 1987: Wintergerste). Das Arteninventar der Gehölze entspricht dem des versetzten Knicks und hat ein Alter von ca. 7–10 Jahren. Der dichte, geschlossene Bewuchs ist mehrreihig. Einige Überhälter (*Quercus robur*) sind vorhanden. Auf dem Wallrücken befindet sich eine dichte Streuauflage. Die Krautschicht ist bis auf einzelne Frühjahrsgeophyten auf einen schmalen Saum von 20–30 cm Breite am Wallfuß beschränkt.

### 3. Methode

Die Bodenfallen waren im Jahr 1986 von Mitte Juli bis Ende September und 1987 von Mitte April bis Anfang November aufgestellt. In jedem Knick wurden vier Bodenfallen auf dem Wallrücken eingegraben. Zusätzlich wurde auf beiden Seiten des Knicks je eine Bodenfalle am Wallfuß aufgestellt. Somit ergibt sich eine Anzahl von sechs Bodenfallen pro Knick. Die Bodenfallen standen 1986 vom 13. 7. bis 30. 9. und 1987 vom 15. 4. bis 1. 11.

Zur Erfassung des Arteninventars der in der Kraut- oder der Strauchschicht lebenden Tiere wurden Käscherränge und Handaufsammlungen durchgeführt. In den Jahren 1986 und 1987 wurden an je vier Tagen Käscherränge durchgeführt. Dazu wurden an jedem Knick, gesondert in der Krautschicht und in der Strauchschicht auf beiden Seiten des Knicks je 20 Schläge gekäschert. Somit ergibt sich für jeden Termin eine Anzahl von vier Käscherrängen je Knick.

Zur Ermittlung der Indigenität von Arten und zur Bestimmung absoluter Besiedlungsdichten wurden Emergenzkäfige eingesetzt. Drei Emergenzkäfige wurden auf Knicks der Vorgeest auf Sandboden aufgestellt und zwar je einer auf dem geschütteten Knick, dem nicht versetzten Knick und dem nicht versetzten Knick am Wegrand.

## 4. Einfluß der Versetzungsmaßnahmen auf ausgewählte ökologische bzw. taxonomische Gruppen

### 4.1 Weberknechte (Opiliones)

Das Arteninventar der Weberknechte in den Knicks geht aus Tabelle 1 hervor. Durch die Knickversetzungsmaßnahme werden sowohl die Fallaubschicht als auch die Moosrasen an den nordexponierten Wallböschungen zerstört. Während Auswirkungen der Knickversetzung auf die häufigste Art *Oligolophus tridens* nicht erkennbar sind, finden sich deutlich unterschiedliche Populationsdichten in den versetzten und nicht versetzten Knicks für den Habitatspezialisten *Rilaena triangularis* (Abb. 3). Die Art bewohnt überwiegend die Kraut- und Strauchschicht und vermag vorbeifliegende Insekten mit den Tarsen des zweiten Beinpaars aus der Luft zu fangen (MARTENS 1978). Ihren Verteilungsschwerpunkt hat die Art auf Lehmboden und kommt dort zu 75 % auf dem nicht versetzten Knick vor. Durch die Versetzungsmaßnahme ist der Strauchanteil deutlich vermindert worden. Dies hat eine geringere Populationsdichte der Arten zur Folge, die durch eine geschlossene Strauchschicht begünstigt werden.

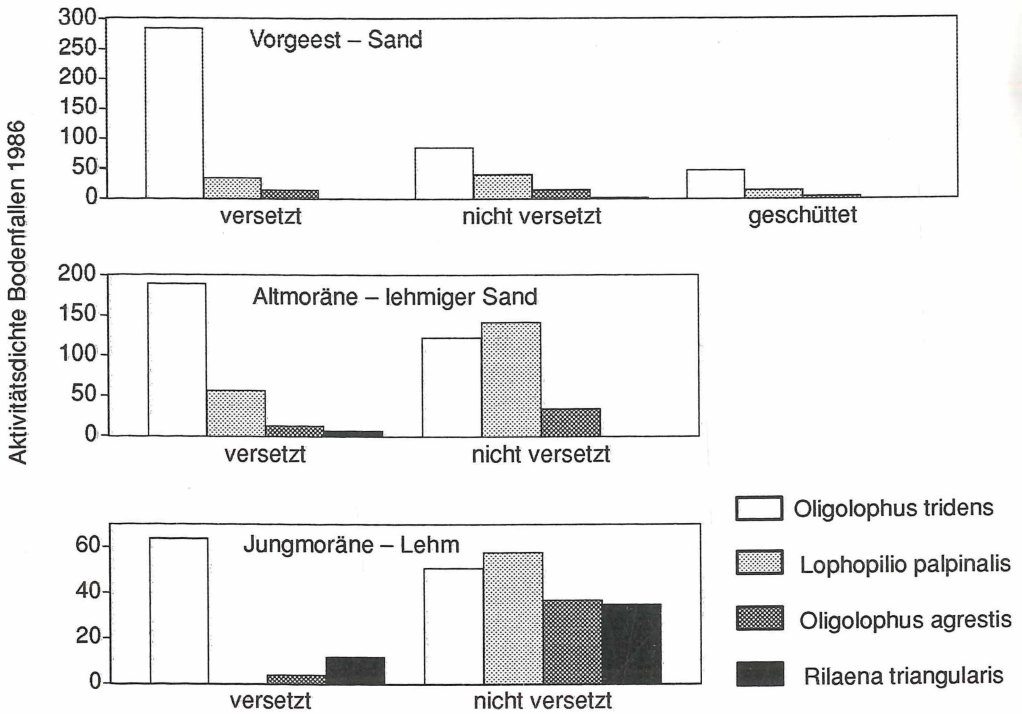


Abb. 3: Einfluß der Knickversetzung auf die Aktivitätsdichte der Weberknechte (Opiliones) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für das Jahr 1986).

Der Verteilungsschwerpunkt von *Lophopilio palpinalis* und *Oligolophus agrestis* liegt ebenfalls auf den nicht versetzten Knicks. *Lophopilio palpinalis* ist primär eine (meso-) hygrophile (feuchtigkeitsliebende) Waldart, die in der bodenfeuchten Laub- und Detritusschicht (Zersetzungsschicht) der verschiedenen Waldtypen vorkommt. Die Zerstörung der Falllaub- und Moossschicht schränkt die Lebensbedingungen dieser häufigen Art stark ein. Von den 286 erfaßten Individuen hatten nur 22 % ihren Lebensraum auf den versetzten Knicks.

Tab. 1: Liste der in den untersuchten Knicks gefundenen Arten

**Weberknechte (Opiliones) Artenzahl: 13**

Echte Weberknechte (Phalangiidae)  
*Lacinius ephippiatus* (C. L. Koch)  
*Lophopilio palpinalis* (Herbst)  
*Oligolophus agrestis* (Meade)  
*Oligolophus hanseni* (Kraepelin)  
*Oligolophus tridens* (C. L. Koch)  
*Opilio saxatilis* (C. L. Koch)  
*Phalangium opilio* L.

*Rilaena triangularis* (Herbst)  
*Mitopus morio* Fabr.  
 (Leiobunidae)  
*Leiobunum blackwalli* Meade  
*Leiobunum rotundum* (Latreille)  
 Fadenkanker (Nemastomatidae)  
*Nemastoma lugubre* (Müller)



**Spinnen (Araneae)** Artenzahl: 82

Trichterspinnen (Agelenidae)	<i>Lepthyphantes pallidus</i> (O.P.-Cambridge)
<i>Agelena labyrinthica</i> (Clerck)	<i>Lepthyphantes tenuis</i> (Blackwall)
Radnetzspinnen (Araneidae)	<i>Lepthyphantes zimmermanni</i> Bertkau
<i>Larinoidea cornutus</i> (Clerck)	<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck)
<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck)	<i>Macrargus rufus</i> (Wider)
<i>Araneus diadematus</i> Clerck	<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. Koch)
<i>Araneus quadratus</i> Clerck	<i>Meioneta saxatilis</i> (Blackwall)
<i>Zygiella atrica</i> (C. L. Koch)	<i>Micrargus herbigradus</i> (Blackwall)
<i>Zygiella x-notata</i> (Clerck)	<i>Microlinyphia pusilla</i> (Sundevall)
Sackspinnen (Clubionidae)	<i>Microneta viaria</i> (Blackwall)
<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall)	<i>Neriere clathrata</i> (Sundevall)
<i>Agroeca proxima</i> (O.P.-Cambridge)	<i>Neriere montana</i> (Clerck)
<i>Clubiona lutescens</i> Westring	<i>Oedothorax apicatus</i> (Blackwall)
<i>Clubiona terrestris</i> Westring	<i>Oedothorax fuscus</i> (Blackwall)
(Zoridae)	<i>Oedothorax retusus</i> (Westring)
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall)	<i>Stemonyphantes lineatus</i> (L.)
(Gnaphosidae)	<i>Tapinopa longidens</i> (Wider)
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall)	<i>Tiso vagens</i> (Blackwall)
<i>Zelotes apricorum</i> (L.Koch)	<i>Troxochrus scabriculus</i> (Westring)
Wolfspinnen (Lycosidae)	<i>Walckenaeria cucullata</i> (C. L. Koch)
<i>Pardosa agricola</i> (Thorell)	<i>Walckenaeria cuspidata</i> (Blackwall)
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck)	<i>Walckenaeria dysderoides</i> (Wider)
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer)	<i>Walckenaeria atrotibiatis</i> (O.P.-Cambridge)
<i>Pardosa palustris</i> (L.)	<i>Walckenaeria nudipalpis</i> (Westring)
<i>Pardosa pullata</i> (Clerck)	Spinnenfresser (Mimetidae)
<i>Trochosa robusta</i> (Simon)	<i>Ero furcata</i> (Villers)
<i>Trochosa ruricola</i> (Degeer)	Spinnspinnen (Salticidae)
<i>Trochosa terricola</i> Thorell	<i>Bianor aurocinctus</i> (Ohlert)
Baldachinspinnen (Linyphiidae)	<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer)
<i>Allomengea vidua</i> (L. Koch)	<i>Evarcha falcata</i> (Clerck)
<i>Araeoncus humilis</i> (Blackwall)	Kieferspinnen (Tetragnathidae)
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Blackwall)	<i>Meta segmentata</i> (Clerck)
<i>Bathyphantes parvulus</i> (Westring)	<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall
<i>Centromerita bicolor</i> (Blackwall)	<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall)	<i>Pachygnatha listeri</i> Sundevall
<i>Dicymbium nigrum</i> (Blackwall)	<i>Tetragnatha extensa</i> (L.)
<i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall)	<i>Tetragnatha montana</i> Simon
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider)	Kugelspinnen (Theridiidae)
<i>Dismodicus bifrons</i> (Blackwall)	<i>Crustulina guttata</i> (Wider)
<i>Entelecara acuminata</i> (Wider)	<i>Robertus lividus</i> (Blackwall)
<i>Erigone arctica</i> (White)	<i>Enoplognatha ovata</i> (Clerck)
<i>Erigone atra</i> (Blackwall)	Krabbspinnen (Thomisidae)
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider)	<i>Oxyptila praticola</i> (C. L. Koch)
<i>Erigone longipalpis</i> (Sundevall)	<i>Philodromus aureolus</i> (Clerck)
<i>Floronia bucculenta</i> (Clerck)	<i>Philodromus dispar</i> Walckenaer
<i>Gonatium rubens</i> (Blackwall)	<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer)
<i>Gongyliidium murcidum</i> Simon	<i>Thanatus striatus</i> C. L. Koch
<i>Helophora insignis</i> (Blackwall)	<i>Tibellus maritimus</i> (Menge)
<i>Labulla thoracica</i> (Wider)	<i>Ysticus cristatus</i> (Clerck)

**Asseln (Isopoda)** Artenzahl: 5

<i>Armadillidium vulgare</i> (Latr.)	<i>Trachelipus rathkii</i> (Brandt)
<i>Philoscia muscorum</i>	<i>Oniscus asellus</i> L.
<i>Porcellio scaber</i> (Scop.)	

**Tausendfüßer (Diplopoda)** Artenzahl: 11

*Chromatoiulus unilineatus* Koch  
*Allainhes latestriatus*  
*Allainhes londinensis* Leach  
*Allainhes nitidus* Verh.  
*Allainhes occultus* Koch  
*Allainhes punctatus*

*Allainhes truncorum* Silv.  
*Glomeris marginata* Koch  
*Ophyoiiulus fallax* Koch  
*Polydesmus denticulatus* (Scop.)  
*Ommatoiulus sabulosum* (Koch)

**Käfer (Coleoptera)**

**Laufkäfer (Carabidae)** Artenzahl:77

*Acupalpus meridianus* (L.)  
*Agonum fuliginosum* (Panz.)  
*Agonum mülleri* (Herbst)  
*Agonum sexpunctatum* (L.)  
*Agonum viduum* (Panz.)  
*Amara aenea* (De Geer)  
*Amara apricaria* (Payk.)  
*Amara aulica* (Panz.)  
*Amara bifrons* (Gyllenh.)  
*Amara communis* (Panz.)  
*Amara consularis* (Dufts.)  
*Amara familiaris* (Dufts.)  
*Amara fulva* (O.F.Müller)  
*Amara lunicollis* Schiödté  
*Amara plebeja* (Gyllenh.)  
*Amara similata* (Gyllenh.)  
*Amara spreta* Dejean  
*Anisodactylus binotatus* (Fabr.)  
*Badister bipustulatus* (Fabr.)  
*Bembidion biguttatum* (Fabr.)  
*Bembidion femoratum* Sturm  
*Bembidion lampros* (Herbst)  
*Bembidion lunulatum* (Fourcroy)  
*Bembidion obtusum* Serville  
*Bembidion properans* Stephens  
*Bembidion tetracolum* Say  
*Bembidion mannerheimi* Sahlberg Chaudoir  
*Bradycellus harpalinus* (Serv.)  
*Calathus ambiguus* (Paykull)  
*Calathus erratus* Sahlberg  
*Calathus fuscipes* (Goeze)  
*Calathus melanocephalus* (L.)  
*Calathus piceus* (Marsh.)  
*Carabus auratus* L.  
*Carabus cancellatus* Illiger  
*Carabus coriaceus* L.  
*Carabus granulatus* L.  
*Carabus hortensis* L.  
*Carabus nemoralis* Müller

*Clivina fossor* (L.)  
*Cychrus caraboides* (L.)  
*Dromius melanocephalus* Dejean  
*Harpalus affinis* (Schrank) (Fabr.)  
*Harpalus anxius* (Dufts.)  
*Harpalus calceatus* (Dufts.)  
*Harpalus latus* (L.)  
*Harpalus rufibarbis* (Fabr.)  
*Harpalus rufipes* (De Geer)  
*Harpalus rufipalpis* Sturm (Dufts.)  
*Harpalus tardus* (Panz.)  
*Lasiotrechus discus* (Fabr.)  
*Leistus ferrugineus* (L.)  
*Leistus terminatus* (Hellwig)  
*Loricera pilicornis* (Fabr.)  
*Microlestes minutulus* (Goeze)  
*Nebria brevicollis* (Fabr.)  
*Notiophilus aquaticus* (L.)  
*Notiophilus biguttatus* (Fabr.)  
*Notiophilus palustris* (Dufts.)  
*Patrobus atrorufus* (Stroem)  
*Platynus assimilis* (Payk.)  
*Platynus dorsalis* (Pontoppidan)  
*Platynus obscurus* (Herbst)  
*Poecilus versicolor* (Sturm)  
*Pterostichus diligens* (Sturm)  
*Pterostichus melanarius* (Illiger)  
*Pterostichus niger* (Schaller)  
*Pterostichus oblongopunctatus* (F.)  
*Pterostichus strenuus* (Panz.)  
*Pterostichus vernalis* (Panz.)  
*Stomis pumicatus* (Panz.)  
*Syntomus truncatellus* (L.)  
*Synuchus nivialis* (Panz.)  
*Trechoblemus micros* (Herbst)  
*Trechus quadristriatus* (Schrank)  
*Trechus secalis* (Payk.)  
*Trichocellus placidus* (Gyllenh.)

**Blattkäfer (Chrysomelidae)** Artenzahl: 9

*Crepidodera ferruginea* (Scop.)  
*Dlochrysa fastuosa* (Scop.)  
*Gastroidea polygona* (L.)  
*Hispellata atra* (L.)  
*Lema lichenis* Voet.

*Lema melanopa* (L.)  
*Longitarsus spec.*  
*Melasoma populi* (L.)  
*Psylliodes spec.*

**Weichkäfer (Cantharidae)** Artenzahl: 3

*Cantharis rufa* (L.)  
*Podistra pilosa* (Payk.)

*Rhagonycha fulva* (Scop.)

**Fliegen (Brachycera)****Tanzfliegen (Empididae)** Artenzahl: 29

*Dolichocephala irrorata* Fall.  
*Empis livida* L.  
*Empis nigripes* F.  
*Empis nuntia* Mg.  
*Empis opaca* Mg.  
*Empis picipes* Mg.  
*Empis rufiventris* Mg.  
*Euthyneura myrtilli* Mcq.  
*Hilara spec.*  
*Hybos culiciformis* (Fabr.)  
*Hybos femoratus* (Müller)  
*Leptopeza flavipes* Mg.  
*Ocydromia glabricula* Fall.  
*Oedalea oriunda* Coll.

*Platypalpus agilis* (Mg.)  
*Platypalpus annulatus* (Fall.)  
*Platypalpus annulipes* (Mg.)  
*Platypalpus articulatoideus* (Frey)  
*Platypalpus articulatus* Macq.  
*Platypalpus cursitans* (F.)  
*Platypalpus interstinctus* (Collin)  
*Platypalpus longicornis* (Mg.)  
*Platypalpus longiseta* (Zett.)  
*Platypalpus maculipes* (Mg.)  
*Platypalpus minutus* (Mg.)  
*Platypalpus niger* (Mg.)  
*Platypalpus pallidiventris* (Mg.)  
*Tachydromia aemula* (Loew)

**Schwebfliegen (Syrphidae)** Artenzahl: 17

*Cheilosia longula* (Zett.)  
*Cheilosia proxima* (Zett.)  
*Episyrphus balteatus* (Deg.)  
*Eristalis abusiva* Coll.  
*Helophilus pendulus* L.  
*Lejogaster metallina* F.  
*Melanostoma mellinum* (L.)  
*Metasyrphus corollae* (Fabr.)  
*Neoscia podagrica* F.

*Platycyberus clypeatus* (Mg.)  
*Platycyberus immarginatus* Zett.  
*Platycyberus peltatus* (Mg.)  
*Platycyberus scambus* (Staeger)  
*Rhingia campestris* Mg.  
*Sphaerophoria scripta* (L.)  
*Syrpitta pipiens* (L.)  
*Syrphus vitripennis* Mg.

**4.2 Spinnen (Araneae)**

Die nicht versetzten Knicks der drei unterschiedenen Bodentypen werden durch jeweils typische Spinnen-Lebensgemeinschaften charakterisiert, deren Arteninventar in Tabelle 1 aufgeführt ist. Vor allem auf den Knicks der Vorgeest auf Sandboden zeigt ein hoher Anteil an Wald-Arten im nicht versetzten Knick die Eigenständigkeit der Knick-Biozönose zu den Biozönosen der umgebenden landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Spinnen (Araneae) reagieren empfindlich auf ökoklimatische und Strukturveränderungen. Solche Veränderungen entstehen bei der Knickversetzung in erster Linie durch die Reduzierung der Strauchzone. Die Veränderungen der mikroklimatischen Bedingungen (Beschattung, Bodenfeuchte, Windexposition) durch Maßnahmen, wie sie die Knickversetzungen darstellen, führen zu einer Umstrukturierung der typischen Spinnensynusie der Knicks.

Auf dem Wallrücken ist die Artendichte stets größer als am Wallfuß. Die landwirtschaftliche Nutzung der Nachbarbiotope wirkt sich beeinträchtigend auf die Artenvielfalt in dem Übergangsbereich zwischen Knick und landwirtschaftlicher Nutzfläche aus.

Die Betrachtung der Artendichte für die bodenlebenden Großspinnen (= Spinnen excl. Baldachinspinnen) zeigt, daß auf Sandboden im nicht versetzten Knick 14 Arten, im versetzten Knick noch 12 Arten und im geschütteten Knick nur 7 Arten auftreten. Aufgrund ihrer zum Teil mehrjährigen Entwicklungszeit, verbunden mit einem hohen Anspruch an Wärme und Feuchtigkeit reagieren diese Arten besonders sensitiv auf die Versetzung von Knicks.

### Aktivitätsdichte der bodenlebenden Spinnen

Der Bereich des geschütteten Knicks der Vorgeest auf Sandboden hebt sich von den anderen Knicks besonders ab (Abb. 4). Auf diesem Knick ist die Aktivitätsdichte der Spinnen auf dem Wallrücken um das Vier- bis Achtfache gegenüber den anderen Knicks erhöht. Die beiden Hauptvertreter in diesem Knicktyp, *Erigone atra* und *Diplostyla concolor*, nehmen dort einen sehr hohen Dominanzanteil von 80 % ein. Es sind kleine Feldarten, die über ein sehr gutes aeronautisches Ausbreitungsvermögen verfügen und den Pioniercharakter des geschütteten Knicks charakterisieren.

Weniger deutlich sind die Unterschiede in der Aktivitätsdichte zwischen den versetzten und den nicht versetzten Knicks. Für die Bereiche des Sandbodens und des lehmigen Sandbodens ergeben sich höhere Aktivitätsdichten von *Erigone atra* und *Diplostyla concolor* auf dem versetzten Knick als auf dem nicht versetzten Knick. Auf Lehm Boden dagegen kehren sich die Verhältnisse um. Der hohe Anteil feuchteliebender Arten führt auf dem nicht versetzten Knick in Vergleich zu dem versetzten Knick zu einer höheren Aktivitätsdichte.

### Verteilung bodenlebender Spinnenarten auf die Knickbiotoptypen

Die Baldachinspinnen sind besonders arten- und individuenreich in den Knicks auf Sandboden vertreten. Der Verteilungsschwerpunkt dieser Arten liegt auf den geschütteten

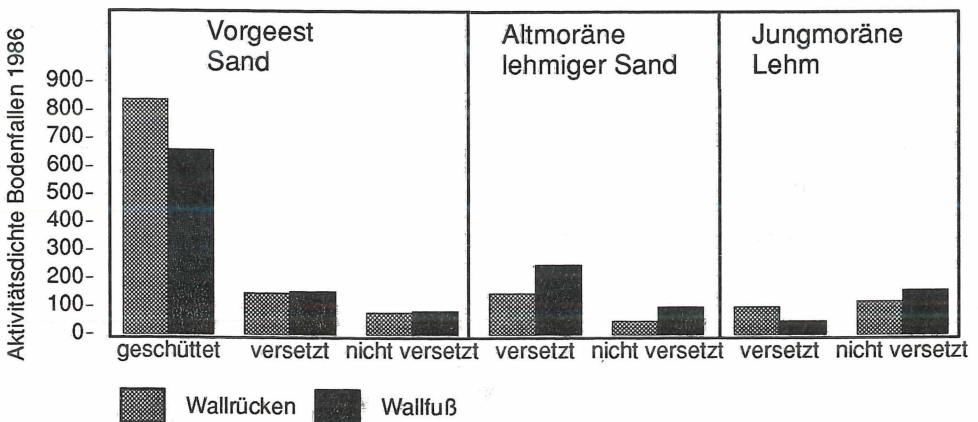


Abb. 4: Einfluß der Knickversetzung auf die Aktivitätsdichte der Spinnen (Araneae) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für das Jahr 1986).

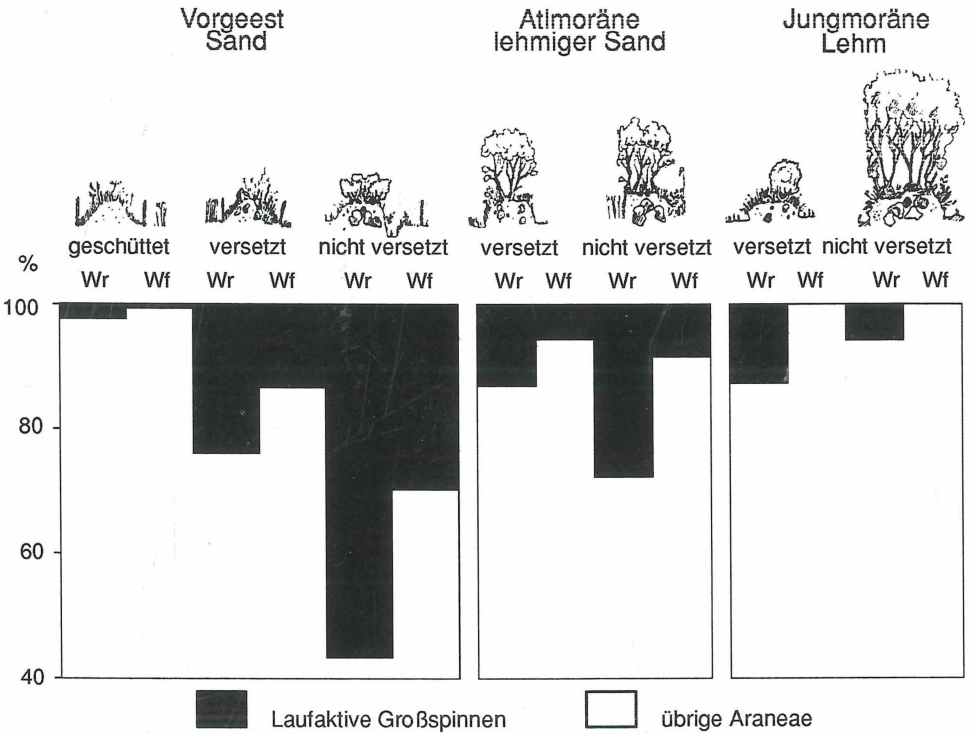


Abb. 5: Einfluß der Knickversetzung auf die Dominanzverteilung verschiedener Spinnen (Araneae); Wr: Wallrücken; Wf: Wallfuß

und versetzten Knicks. Dies steht im Einklang mit Beobachtungen anderer Autoren (TISCHLER 1958, MADER 1986), daß spinnenarm gewordene Flächen durch Zuwanderungen aus der Luft („ballooning“) wieder höhere Dominanzanteile der Kleinspinnen aufweisen können. Zu den Arten, die in diesen Knicks mit hoher Stetigkeit und relativ hoher Individuendichte auftreten, gehören *Erigone atra*, *Bathypantes gracilis*, *Erigone dentipalpis* und *Lepthyphantes tenuis*. Diese Arten kennzeichnen offene Biotoptypen mit mittlerer Feuchte.

Im Gegensatz zu den versetzten Knicks stellen auf den nicht versetzten Knicks, besonders auf Sandboden, die laufaktiven Großspinnen einen hohen Dominanzanteil von bis zu 60 %. Die acht in den nicht versetzten Knicks vorkommenden Familien repräsentieren verschieden spezialisierte Lebensformtypen (Abb. 5).

*Oxyptila praticola* (Thomisidae) nimmt in dieser Gruppe den größten Dominanzanteil ein. Die Art hat einen Verteilungsschwerpunkt auf den nicht versetzten Knicks des Sand- bzw. lehmigen Sandbodens. *Oxyptila praticola* meidet die landwirtschaftlich stark beeinflussten Bereiche und ist daher in der Wallrückenzone aller nicht versetzten Knicks sehr viel häufiger vertreten als in der Wallfußzone. Die Art bevorzugt Waldränder oder lichte, mittelfeuchte Wälder und gilt als gehölzgebunden. Durch die Knickversetzung verliert diese Art in den versetzten Knicks auf Sandboden ihren Lebensraum und wird auch in den versetzten Knicks der anderen Untersuchungsgebiete stark in ihrer Populationsdichte eingeschränkt.

Die Arten der Familie der Lycosidae und Tetragnathidae (Kieferspinnen) der Gattung *Pachygnatha* bevorzugen die Knicks auf Sandboden. Sie sind wärme- und teilweise auch lichtbedürftig.

*Pachygnatha degeeri* kommt sowohl auf den nicht versetzten Knicks als auch auf den versetzten und geschütteten Knicks auf Sandboden vor, zeigt aber deutliche Unterschiede in der Dominanzverteilung. *Pachygnatha degeeri* bevorzugt auf den nicht versetzten Knicks den Bereich des Wallfußes, ist jedoch auf den versetzten Knicks mit gleich großen Dominanzanteilen in der Wallrückenzone und der Wallfußzone vertreten. Der geschüttete Knick wird von dieser Art erst mit wenigen Individuen besiedelt. Eine Neubesiedlung durch Lycosidae erstreckt sich über einen sehr viel längeren Zeitraum, als die aeronautischen Linyphiidae (Baldachinspinnen) für den Aufbau großer Populationsdichten in neu geschaffenen Lebensräumen benötigen. *Pachygnatha degeeri* gilt als typische Art des mitteleuchten Grünlands und hat aus diesem Grund auf dem nicht versetzten Knick auf Sand einen Verteilungsschwerpunkt im Grassaum des Wallfußes. Durch die Knickversetzung wird die typische Knickzonierung zerstört. Die Grasflur mit der dominanten Art *Agropyron repens* verbreitet sich über den gesamten Wall und bewirkt so eine gleichmäßige Besiedlung des gesamten Walles durch *Pachygnatha degeeri*.

Die typischen Waldarten der Familie der Lycosidae, *Pardosa lugubris*, *Trochosa ruricola* und *Trochosa terricola* zeigen dagegen eine starke Bindung an den nicht versetzten Eichen-Birken-Knick der Vorgeest.

*Trochosa terricola* besiedelt auch den nicht versetzten Knick der Altmoräne auf lehmigem Sandboden. Die Art kommt in lichten Wäldern und Waldrändern vor, wurde aber auf Grund ihrer großen Vagilität auch im Grünland und Acker angetroffen. Eine Bevorzugung von Gehölz-Biotopen kommt in bestimmten Regionen vor (HEUBLEIN 1982). *Trochosa terricola* ist mehrjährig, d. h. Juvenile des Frühjahrsgelages überwintern zweimal, bevor sie zur Fortpflanzung gelangen. Weibchen von *Trochosa terricola*, welche gerade geschlüpfte Juvenile (1. Nymphenstadium) auf dem Hinterleib mit sich tragen, haben einen hohen Wärmeanspruch und suchen daher einstrahlungsintensive Habitate auf. Andererseits ist die Transpirationsrate der älteren Juvenilen so groß, daß diese Stadien Bereiche höherer relativer Feuchte aufsuchen und sich daher besonders im Gehölzbereich aufhalten. *Trochosa terricola* ist somit eine typische Art mit Mehrfachhabitatansprüchen. Die verschiedenen Habitattypen liegen in einem Zonierungsbiotop, wie sie ein nicht versetzter Knick darstellt, auf engem Raum nebeneinander.

Durch die Versetzungsmaßnahmen kann sich auf den Knicks auf Sandboden über mehrere Jahrzehnte hinaus keine geschlossene, wenigstens zweireihige Strauchzone ausbilden. Der versetzte Knick kann daher von solchen Spinnenarten, die eine Feuchte-Wärme Zonierung ihres Lebensraumes benötigen, nicht besiedelt werden.

### Spinnen der Strauch- und Krautschicht

In der Kraut- und Strauchschicht traten jeweils 23 Arten auf, jeweils zehn Arten in nur einer der beiden Schichten. 130 Spinnenindividuen wurden in der Strauchschicht der nicht versetzten Knicks erfaßt. In der Krautschicht des versetzten Knicks wurden dagegen nur 45 Spinnenindividuen registriert. Dieser große Unterschied wird besonders dadurch verstärkt, daß sich auf dem versetzten Eichen-Birken-Knick keine Strauchschicht wieder ausgebildet hat. Ohne die Einbeziehung dieses Untersuchungsgebietes ist die Populationsdichte auf den nicht versetzten Knicks um etwa 30 % größer als auf den versetzten Knicks.

Die eudominanten Arten *Meta segmentata* und *Linyphia triangularis* besiedeln die Kraut- und die Strauchzone und stellen fast 83 % der erfaßten Spinnenindividuen.



Beide Arten treten häufig in mittelfeuchten Laubwäldern auf und werden oft an Wald-rändern angetroffen. Auf Sand, wo durch die Versetzung des Knicks keine Strauchzone mehr ausgebildet ist, kommt es durch den Ausfall der Gehölze zu einem erheblichen Rückgang der Populationsdichten beider Arten. In den übrigen versetzten Knicks ist ebenfalls eine geringere Dichte der beiden Arten festzustellen, jedoch scheint nach dem Schließen der Lücken in der Strauchschicht die Folgen der Versetzung für diese Arten überwunden.

### 4.3 Asseln (Isopoda)

Die bodenbiologische Bedeutung der Asseln liegt in der Verarbeitung von Pflanzenbestandesabfall. Sie zerkleinern auch unzersetztes Material. Dadurch kommt es zu einer beschleunigten Einarbeitung der Streu in die oberen Bodenschichten.

Die Arten stammen aus drei Familien:

1. Die Oniscidae sind mit den Arten *Oniscus asellus* (Mauerassel) und *Philoscia muscorum* vertreten. Sie bewohnen mittelfeuchte bis mäßig nasse Lebensräume, z. B. Steinhäufen, Unter-Rindenzonen oder die Laubstreu feuchter Wälder.
2. Die Porcellionidae kommen ebenfalls in mäßig feuchten Lebensräumen vor und sind oft synanthrop verbreitet. Die in den untersuchten Knicks vorkommende Art *Porcellio scaber* (Kellerassel) besiedelt auch lichte trockene Laubwälder.
3. Die Armadillidae können sogar schon trockene, auch einstrahlungsreiche Lebensräume besiedeln. In den untersuchten Wallhecken wurde *Armadillidium vulgare* nachgewiesen.

Die erfaßten Arten sind in Tabelle 1 angegeben. Die Isopodenfauna der Eichen-Birken-Wallhecken auf Sandboden ist arten- und individuenarm (Abb. 6). Mit *Philoscia muscorum* und *Porcellio scaber* wurden dort zwei Arten erfaßt. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Philoscia muscorum* auf den versetzten Knicks. Die Art benötigt das Mikroklima

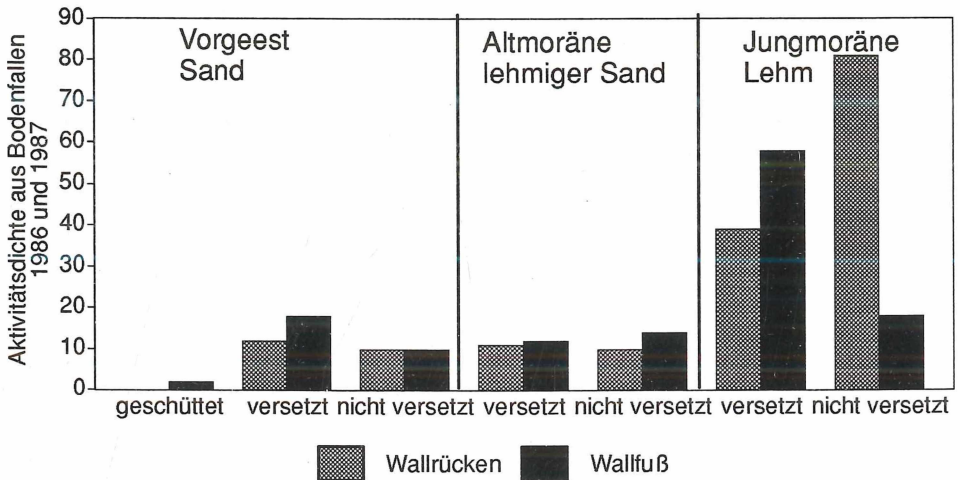


Abb. 6: Einfluß der Knickversetzung auf die Aktivitätsdichte der Asseln (Isopoda) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für die Jahre 1986 und 1987).

einer feuchten Streuschicht am Boden. Offenbar ermöglichen die Reste der Streuschicht aus der Zeit vor der Versetzung einen Fortbestand der Population. Da jedoch eine Nachlieferung von Streu in Folge der fehlenden Strauchschicht in den kommenden Jahren entfällt, erscheint ein dauernder Fortbestand zumindest fraglich. In den Eichen-Hainbuchen-Knicks auf Lehmboden wurden höhere Aktivitätsdichten der Asseln festgestellt. Im Wallrückenbereich des nicht versetzten Knicks ist die erfasste Individuenzahl dabei doppelt so hoch wie auf dem versetzten Knick.

Der sichtbar geringere Laubanfall in den versetzten Knicks bewirkt die geringere Populationsdichte der Asseln in diesem Bereich.

#### 4.4 Tausendfüßer (Diplopoda)

Die bodenbiologische Bedeutung der Diplopoden in den Knicks liegt neben der Zersetzung von Bestandsabfall vor allem in der Bildung von Ton-Humus-Komplexen, die von Glomeriden und Juliden durch ihre teilweise grabende Lebensweise in den Boden eingearbeitet werden.

Die Artenzahl in den nicht versetzten Knicks ist größer als in den versetzten Knicks, insbesondere auf Sandboden. Auswirkungen der Knickversetzung zeigen sich vor allem an den untersuchten Knicks der Vorgeest. Auf Sandboden ist die Aktivitätsdichte auf dem nicht versetzten Knick im Wallrückenbereich um das dreifache höher als auf dem versetzten Knick (Abb. 7). Der geschüttete Knick kann wegen fehlender oder dünner Streuschicht

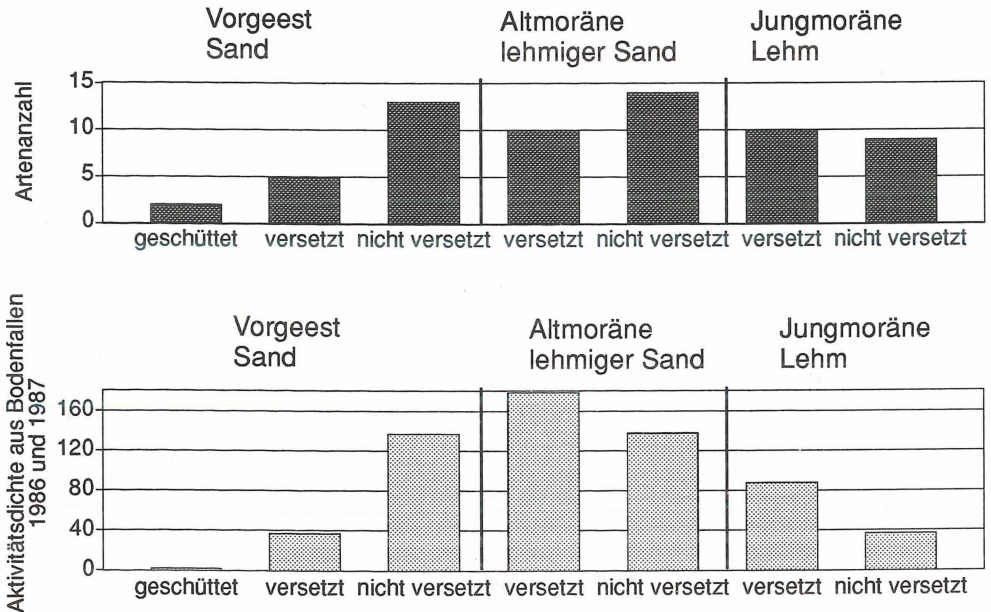


Abb. 7: Einfluß der Knickversetzung auf die Artenanzahl und die Aktivitätsdichte der Tausendfüßer (Diplopoda) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für die Jahre 1986 und 1987).



von den Diplopoden nur gering besiedelt werden. Stark gestört werden typische Waldarten wie *Glomeris marginata*, die auf die Verhältnisse in der Streuschicht mit sehr geringen Luftfeuchteschwankungen angepaßt sind. Kurzfristig ungünstige Feuchtebedingungen überbrückt sie durch ihr Einkugelungsvermögen. Nur bei relativen Luftfeuchtwerten, die 75–80 % überschreiten, kommt es zur Entrollung und die Tiere können Nahrung aufnehmen. Auf dem versetzten Knick werden von dieser Art nur noch 10 % des Individuenanteils des nicht versetzten Vergleichsknicks erfaßt.

In den anderen Knicks auf lehmigem Boden ist keine Beeinflussung der Aktivitätsdichte durch die Versetzungsmaßnahme zu erkennen. Die dort dominanten Arten *Ommatoiulus sabulosus* und *Polydesmus denticulatus* sind im Kulturland sowie in Parks und Gärten verbreitet.

## 4.5 Käfer (Coleoptera)

### Laufkäfer (Carabidae)

Laufkäfer (Carabidae) reagieren aufgrund ihrer epigäischen Lebensweise (Bodenoberflächenbewohner) und der damit verbundenen Abhängigkeit von Vegetationsstrukturen und mikroklimatischen Gegebenheiten sowie ihrer differenzierten ökologischen Ansprüche besonders sensitiv auf Veränderungen ihrer Umwelt.

In allen Laufkäfergemeinschaften der nicht versetzten Knicks ist der Dominanzanteil der Waldarten gegenüber den Feldarten deutlich größer als in den versetzten Knicks (Tab. 1). Während sich auf Lehmboden die Auswirkungen der Knickversetzung auf starke Verringerungen der Populationsdichten der Waldarten zugunsten eurytoper Feld- und Wiesenarten beschränkt, kommt es auf Sandboden zum Erlöschen der Population einiger Waldarten. Einwanderungen aus dem benachbarten Wegrandknick wurden beobachtet, doch ist eine Bildung von eigenständigen Populationen nur nach erfolgter Neubepflanzung möglich.

Die Artenzahl ist im Wallfußbereich geringer als auf dem Wallrücken (Abb. 8). Die an den Knick angrenzende intensive landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst den Übergangsbereich Knick-Feld stark und wirkt sich hier negativ auf die Artenvielfalt aus.

Auf dem geschütteten und dem versetzten Knick auf Sand kommt es gegenüber dem nicht versetzten Knick zu einer geringfügigen Erhöhung der Artenzahl. Die Artenzahl erhöht sich (MADER 1986), wenn störende Eingriffe in ein Ökosystem die Inhomogenität der Biotopstrukturen und der Vegetation fördern. Durch die Versetzung kommt es zu einer flächigen Ausbildung der Krautschicht mit hohen Deckungsgraden von *Agropyron repens*. Dieser Strukturtyp wird von phytophagen Arten neu besiedelt. Die Mehrzahl dieser Arten gehört zu der Gattung *Amara*. Die *Amara*-Arten sind Tiere der offenen Landschaft und besitzen eine hohe Flugaktivität, die es ihnen ermöglicht, geeignete Nahrungshabitate in kurzer Zeit neu zu besiedeln. Auf dem geschütteten und auf dem versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden treten aus dieser Gattung 8 Arten zusätzlich auf, die nicht auf dem nicht versetzten Knick gefunden wurden.

Die Knicks unterscheiden sich deutlich voneinander im Aufbau der Carabidae-Synsien. Die Gesamtaktivitätsdichte der Carabidae im Wallrückenbereich ist geringer als im Bereich des Wallfußsaumes (Abb. 8). Auf dem nicht versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden und dem versetzten Knick der Altmoräne auf lehmigem Sandboden kommt es zu einer davon abweichenden Verteilung der Aktivitätsdichte. Auf dem nicht versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden bestehen aufgrund des „Auf-den-Stock-Setzens“ im Winter 1985 noch besonnte Stellen mit hohen Aktivitätsdichten wärmepreferierender Ar-

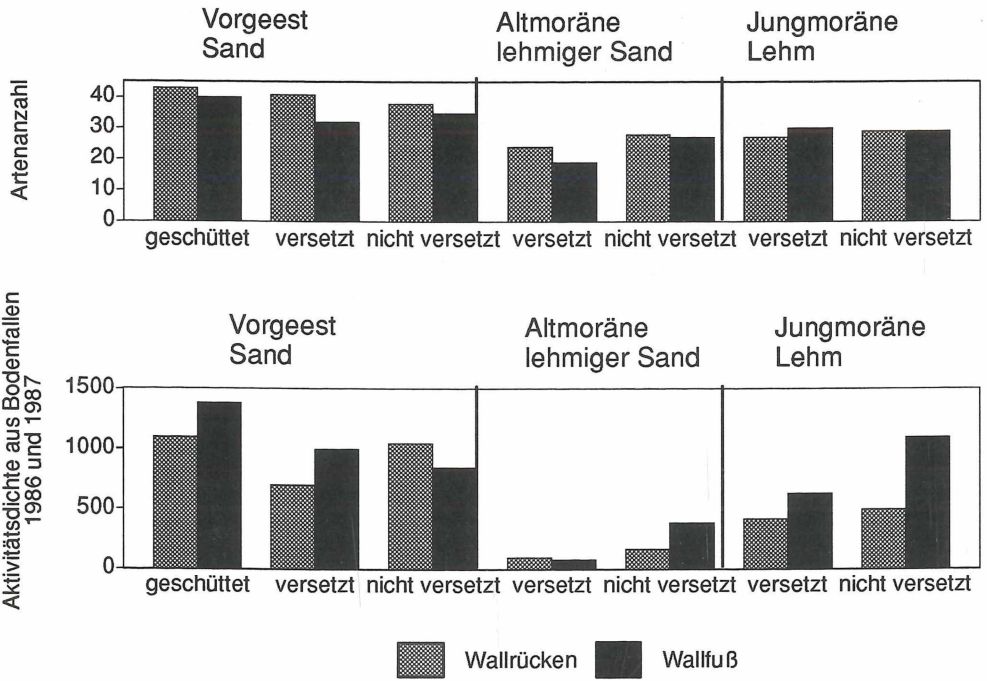


Abb. 8: Einfluß der Knickversetzung auf die Artenanzahl und die Aktivitätsdichte der Laufkäfer (Carabidae) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für die Jahre 1986 und 1987).

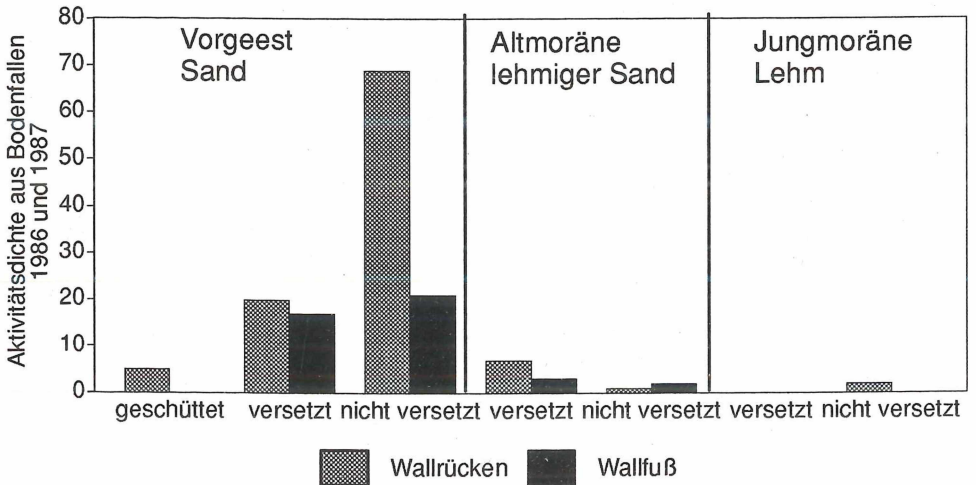


Abb. 9: Einfluß der Knickversetzung auf die Aktivitätsdichte des Laufkäfers *Carabus hortensis* (Carabidae) (Summe der Individuen aus 4 Bodenfallen für die Jahre 1986 und 1987).

ten. Der Wallfuß des versetzten Knicks der Altmoräne auf lehmigem Sandboden wurde durch angrenzende landwirtschaftliche Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf eine Breite von wenigen Zentimetern reduziert. Hierdurch kommt es zu einem großen Ausfall von Feldarten, die besonders in dieser Übergangszone aktiv sind.

*Carabus hortensis* hat einen eindeutigen Verteilungsschwerpunkt auf dem nicht versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden (Abb. 9). Durch das Abschlagen des Gehölzbestandes kommt es zu einer Veränderung des Ökoklimas in Richtung auf stärkere Besonnung, geringere Feuchte und größere Temperaturschwankungen. Auf dem nicht versetzten Knick kommt es im Frühjahr zu einem sofortigen Austreiben der Sträucher. Die dicke Streuschicht bleibt erhalten. Beide Faktoren bewirken eine Abschwächung der Ökoklimaänderung. Das „auf den Stock setzen“ der Strauchschicht wird von *Carabus hortensis* toleriert, so daß diese Art hier unter suboptimalen Bedingungen diese Phase überbrücken kann. Das Versetzen und Neuanlegen (wie hier geschüttet) bewirkt eine starke Veränderung des Biotoptyps. Die Population von *Carabus hortensis* und anderen Waldarten treten infolge dieser Veränderung nur noch in geringen Dichten auf.

Die durch das Versetzen oder Schütten von Wallhecken entstehenden Biotopkomplexe, haben nur noch stark eingeschränkt eine Funktion als Ausbreitungshabitat für Waldarten.

In Abb. 10 ist die Ähnlichkeit im Arteninventar der einzelnen Knicktypen für die Laufkäfer (Carabidae) dargestellt. Große Ähnlichkeiten von mehr als 75 % bestehen innerhalb der Knicks zwischen der Zone des Wallrückens und dem vorgelagerten Wallfuß. Eine Ausnahme hiervon findet sich in dem versetzten Knick der Altmoräne auf lehmigem Sandboden. Die geringe Ähnlichkeit von nur 56 % in diesem Bereich dokumentiert den belastenden Einfluß auf die Artenvielfalt der Knickbiozönose, der von den landwirtschaftlichen Flächen ausgeht.

Der Vergleich der Artenidentitäten zwischen den nicht versetzten und versetzten Knicks weist mit Ähnlichkeiten von 80 % bis 65 % darauf hin, daß Auswirkungen der Versetzungsmaßnahmen sich auf die Zusammensetzung des Arteninventars erstrecken.

Die Zusammensetzung der Laufkäfergemeinschaft der Wallrückenzonen unterscheidet sich im Hinblick auf die Dominanzidentität nach RENKONEN bereits deutlich von der Wallfußzone. Entscheidend beeinflußt der Bodentyp die Zusammensetzung der Laufkäfergemeinschaften.

Hohe Übereinstimmung in der Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaften ergeben sich zwischen den Bereichen des Wallrückens und der Wallränder der einzelnen Knicks. Mit Dominanzidentitäten von 70 % bis 85 % ergeben sich Ähnlichkeiten in diesem Bereich, die auch bei anderen Heckenuntersuchungen beobachtet wurden (SPREYER 1982, HINGST 1991). Die Auswirkungen der benachbarten intensiven, landwirtschaftlichen Bewirtschaftung führen an zwei Knicktypen zu besonders hoher Belastung der Tierwelt der Knicks. Mit einer Dominanzidentität von dort nur 49 % zwischen Wallrücken und Wallfuß des nicht versetzten Knicks der Jungmoräne auf Lehmboden bzw. nur 52 % beim versetzten Knick der Altmoräne auf lehmigem Sandboden wird die Störung deutlich.

Durch den Einfluß der Knickversetzung kommt es auf Sandboden zu einer höheren Ähnlichkeit der Dominanzstrukturen zwischen dem Wallfuß des nicht versetzten Knicks und dem Wallrücken des versetzten Knicks als zwischen den beiden Wallrückenbereichen. Im nicht versetzten Knick nimmt in der Randzone die Individuenzahl der Waldarten ab, während die Individuenzahl der Feldarten zunimmt.

Die große Ähnlichkeit zwischen dem Wallrücken des versetzten Knicks und dem Wallfuß des nicht versetzten Knicks zeigt, daß die Acker- bzw. Grünlandarten auch im Wallrückenbereich des versetzten Knicks dominieren.

Knicks sollten jedoch gerade Reservoir und Refugium für solche Arten sein, die sonst in der intensiv bewirtschafteten Kulturlandschaft keine Lebensmöglichkeit mehr finden kön-

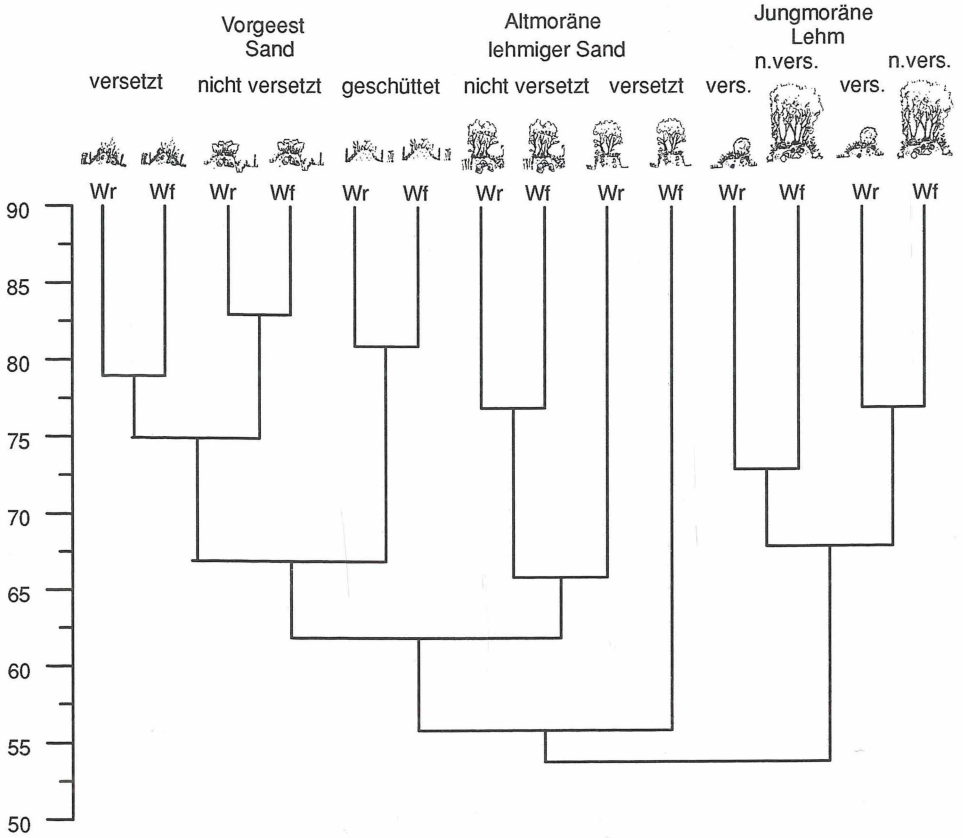


Abb. 10: Ähnlichkeits-Dendrogramm der Artenidentität der Laufkäfer (Carabidae) nach SOERENSEN (Erfassung aus Bodenfallen 1986 und 1987; Wr: Wallrücken; Wf: Wallfuß; n.vers.: nicht versetzt; vers.: versetzt)

nen. Durch die Versetzungsmaßnahme können jedoch die Arten der offenen Biotope und Ubiquisten das Ressourcenangebot besser nutzen. Sie konkurrieren mit den Waldarten und setzen deren Abundanz herab.

Der Vergleich des versetzten Knicks auf Sand mit dem geschütteten, neuangelegten Knick zeigt, daß die Übereinstimmung der Dominanzstruktur größer ist als zwischen dem versetzten und dem nicht versetzten Knick auf Sandboden. Diese hohen Ähnlichkeiten sind durch die großen Individuenanteile der Feldarten bestimmt.

### Blattkäfer (Chrysomelidae)

Zur Gruppe der Blattkäfer gehören ausschließlich pflanzenverzehrende (phytophage) Arten. Sowohl die Larven als auch die Imagines ernähren sich von lebenden Pflanzenteilen.

Durch das vielseitige Vorkommen von Sträuchern und Krautpflanzen im Bereich der Knicks sind für Blattkäfer vielseitige Nährpflanzen-Substrate vorhanden. Wegen ihrer Spezialisierung auf bestimmte Nahrungspflanzen spiegeln sie über die Pflanze-Tier-Ver-

netzung in der Fauna die Veränderung in der Vegetation wieder. Die Arten der Blattkäfer sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

*Dlochrysa fastuosa* ist ein typischer Bewohner der Krautsäume an Knicks. Die Art lebt an Gemeinem Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) als Nahrungspflanze, zum Teil wird auch Weiße Taubnessel (*Lamium album*) angenommen, solange die jahreszeitliche Entwicklung von *Galeopsis tetrahit* noch keine ausreichende Ernährungsgrundlage bietet. Obwohl der Käfer ausgebildete Flügel hat, scheint er kein Flugvermögen zu besitzen, Flugbeobachtungen liegen nicht vor.

Die Nahrungspflanzen finden sich insbesondere an den Knicks mit gut ausgebildeten Krautsäumen. Deshalb wurde *Dlochrysa fastuosa* am häufigsten auf dem nicht versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden erfaßt, dessen Krautsäume gut ausgebildet sind und reichlich *Galeopsis tetrahit* enthalten. Die Neubesiedlung konnte auf dem geschütteten und dem versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden beobachtet werden. Im Jahr 1986 wurden keine Käfer auf dem geschütteten und nur ein Individuum auf dem versetzten Knick festgestellt, obwohl die Futterpflanzen bereits vorhanden waren. 1987 wurde die Art erstmalig auf diesen Knicks mit mehreren Individuen erfaßt. Die schnelle Wiederbesiedlung ist nur möglich gewesen, weil diese Knicks mit alten, nicht versetzten Knicks im Verbund stehen.

*Melasoma populi* ist ebenfalls ein typisches Knicktier. Larven und Imagines dieses Käfers wurden an Zitterpappeln im nicht versetzten Knick am Wegrand der Vorgeest auf Sandboden regelmäßig beobachtet. In den anderen Knicks kommt diese Art infolge des Fehlens der Nahrungspflanze nicht vor.

*Crepidodera ferruginea* lebt an Gräsern (z. B. Getreidearten) und ist nicht an Knicks gebunden. Dementsprechend tritt diese Art nur in den Krautsäumen der Knicks auf und nicht in der Strauchschicht. Sie zeigt keine Abhängigkeit von der Knickversetzung.

*Gastroidea polygoni* lebt an Ampfer- (*Rumex*-) und Knöterich- (*Polygonum*-)Arten. Die Nahrungspflanzen sind in vielen Grünland-Ökosystemen weit verbreitet. *Gastroidea polygoni* ist über viele Biotoptypen verbreitet und meist häufig. Die Art hat also keine Bindung an Wallhecken. Das Vorkommen auf dem geschütteten Knick in Ehndorf weist auf die Ähnlichkeit mit Grünlandbiotopen hin.

## 4.6 Fliegen (Brachycera)

### Tanzfliegen (Empididae)

Tanzfliegen besitzen oft eine enge ökologische Bindung an bestimmte Biotop- und Habitattypen. Die Larven und Erwachsenen-Stadien (Imagines) sind überwiegend räuberisch. Die Imagines ernähren sich von anderen Arthropoden, die ihre eigene Körpergröße übertreffen können. Die Beute wird mit den Beinen festgehalten und mit dem Stechrüssel ausgesaugt. Andererseits ernähren sich zumindest einige Arten auch von Nektar. So konnte *Empis opaca* als Blütenbesucher auf Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*) auf dem versetzten Knick der Vorgeest auf Sandboden beobachtet werden.

Die Artenanzahl (vgl. Abb. 11) reduziert sich unter dem Einfluß der Knickversetzung auf 50–80 % des ursprünglichen Wertes. Hiervon betroffen sind besonders die Arten, die als Larven auf eine gut ausgebildete Streuschicht angewiesen sind oder deren Imagines überwiegend die Strauchschicht bewohnen. Berücksichtigt man ferner, daß es durch die ökologischen Veränderungen auf den versetzten Knicks zu einer Einwanderung von Feldarten kommt, die dort auch zur Erhöhung der Artendichte beitragen, so ergibt sich, daß bis zu

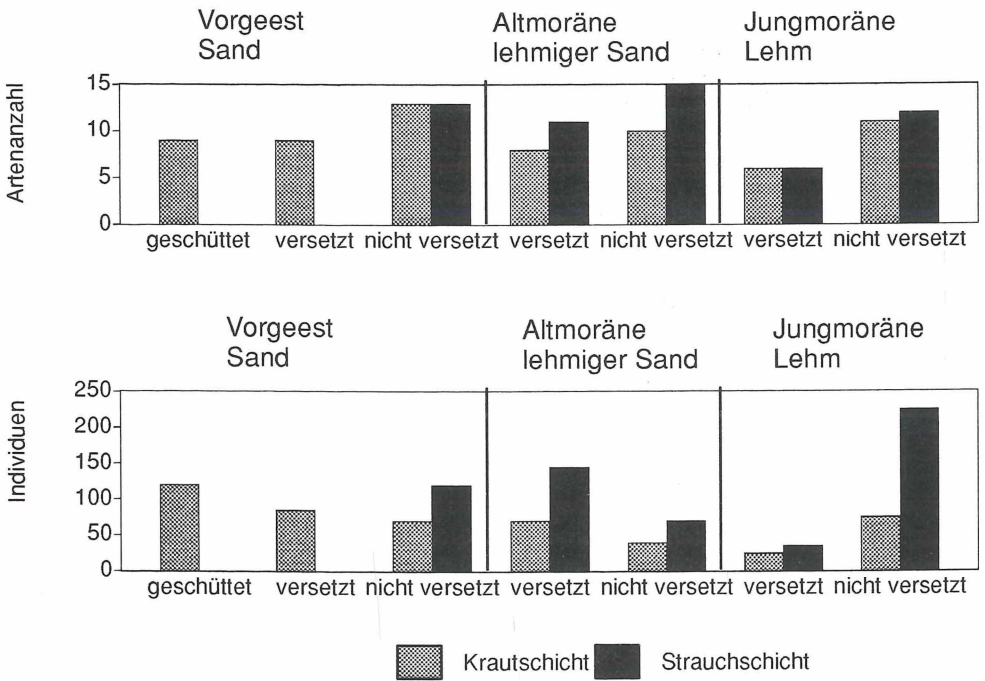


Abb. 11: Einfluß der Knickversetzung auf die Artenanzahl und die Aktivitätsdichte der Tanzfliegen (Empididae) (Summe der Individuen aus Käschernproben am 1. 8. und 1. 9. 1986 sowie am 23. 5., 22. 6., 17. 8. und 1. 9. 1987).

60 % der ursprünglich vorhandenen Tanzfliegen-Arten nach der Knickversetzung nicht mehr angetroffen werden.

Bei den Tanzfliegen läßt sich keine signifikante Korrelation zwischen Gesamt-Individuendichte und Knickversetzung erkennen (Abb. 11). Während bei Knicks der Jungmoräne die Gesamt-Individuendichten des versetzten Knicks deutlich unter dem des nicht versetzten Knicks liegt, sind die Verhältnisse bei den Knicks der Altmoräne auf lehmigem Sandboden umgekehrt. Bei den Knicks der Vorgeest auf Sandboden ergeben sich keine deutlichen Unterschiede in den Gesamt-Individuendichten zwischen dem versetzten und dem nicht versetzten Knick (Das hier zu verzeichnende Fehlen von Individuen in der Strauchschicht ist darauf zurückzuführen, daß diese Schicht nicht ausgebildet ist und demzufolge auch keine Käschernprobe vorliegt). Die Verteilung der Gesamt- Individuendichten läßt den Schluß zu, daß die Knickversetzung keinen Einfluß auf diesen Parameter hat. Entscheidend ist hier das Nahrungsangebot, daß nicht nur von der Ausbildung des Knicks selbst, sondern insbesondere auch von der Beschaffenheit der Nachbarbiotope abhängt.

Auf allen Knicks ist der Anteil der Arten aus der Unterfamilie der Tachydromiinae besonders hoch. Die wichtigsten Vertreter sind die Arten der Gattung *Platypalpus*. Es handelt sich um 1–3 mm, seltener bis 5 mm große, räuberische Fliegen. Die *Platypalpus*-Arten fliegen wenig, sondern laufen gewöhnlich auf Blättern, von wo aus sie ihre Beute erjagen.

Viele Arten zeigen eine spezifische Verteilung auf die verschiedenen Straten. Die Arten *Platypalpus articulatus*, *Platypalpus articulatoides*, *Tachydromia aemula* und *Platypalpus interstinctus* bevorzugen die Krautschicht; *Platypalpus pallidiventris* und *Platypalpus minutus* zeigen keine Präferenz für die Kraut- oder die Strauchschicht. Der Einfluß der Knickversetzung auf diese Arten ist gering. Sie sind auf den versetzten Knicks ebenso häufig wie auf den nicht versetzten. *Platypalpus interstinctus* ist die einzige Art aus dieser Gruppe, die einen leichten Rückgang der Abundanz auf den versetzten Knicks erkennen läßt.

Die übrigen Arten der Tachydromiinae, *Platypalpus longiseta*, *Platypalpus niger*, *Platypalpus agilis*, *Platypalpus annulatus*, *Platypalpus longicornis*, *Platypalpus cursitans*, *Platypalpus maculipes* und *Platypalpus annulipes* bevorzugen eindeutig die Strauchschicht. Die Arten reagieren auf die Knickversetzung mit einem Rückgang der Abundanz oder verschwinden ganz. Als Ursache für den Rückgang wurde zunächst die Bindung der Larven an die Streuschicht der Knicks vermutet. Die Arten *Platypalpus pallidiventris*, *Platypalpus minutus*, *Platypalpus interstinctus* und *Platypalpus longiseta* konnten mit der Emergenzhausmethode als indigen für den geschütteten Knick festgestellt werden. Allein die Art *Tachydromia aemula* konnte als indigen für den nicht versetzten Knick nachgewiesen werden. Der Rückgang der Strauchschicht-bewohnenden Tachydromiinae unter dem Einfluß der Knickversetzung muß daher in direktem Zusammenhang mit der Lebensweise der Imagines gesehen werden. Sowohl die Anszümmöglichkeiten als auch die Nahrungsvielfalt sind auf den nicht versetzten Knicks besser ausgebildet und bieten daher den Imagines ein breiteres Ressourcenspektrum als die versetzten Knicks.

Die erfaßten Arten aus der Unterfamilie der Hybotinae sind ausnahmslos Arten der Gehölze und Wälder. Ihre Larven leben in der Streuschicht bzw. an verrottendem Holz. Ihre Imagines sind streng an Gehölze gebunden. Sie treten nur in sehr geringen Dichten auf. Von der Knickversetzung werden sie soweit betroffen, daß sie auf den versetzten Knicks nicht mehr beobachtet werden können. Die Art *Dolichocephala irrorata* (Hemerodromiinae) zeigt ein vergleichbares ökologisches Verhalten wie die Hybotinae. Die Knickversetzung wirkt auf sie in gleicher Weise negativ.

Die Arten der Empidinae bilden keine ökologisch einheitliche Gruppe. Während bei den Arten *Empis picipes*, *Empis opaca*, *Empis livida* und die *Hilara*-Arten keine Bindung an ein bestimmtes Stratum vorhanden ist, zeigen die *Empis*-Arten und *Rhamphomyia sulcata* eine stärkere Bindung an die Strauchschicht. Insgesamt reagieren die Empidinae-Arten weniger sensitiv auf die Knickversetzung als die meisten der übrigen Tanzfliegen.

## 5. Bewertung der Knickversetzung

Für die Bewertung von Hecken im Rahmen von Landschaftspflege und Naturschutz gibt es unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe, die davon abhängen, ob die Bedeutung der Knicks für das Landschaftsbild, das Mikroklima, den Erosionsschutz, die Landwirtschaft, die Pflanzen- oder die Tierwelt in den Vordergrund gestellt wird.

Nach tierökologischen Kriterien steigt der Wert eines Knicks in dem Maße, wie er die folgenden Anforderungen erfüllt (MADER 1986):

1. Der Knick gewährleistet die Erhaltung einer möglichst großen Vielfalt an spezialisierten Tierarten und Lebensformtypen in einem landschaftlich intensiv genutzten Gebiet (TISCHLER 1949, 1958, ZWÖLFER et. al. 1984).



2. Der Knick bietet Verbundfunktionen mit den angrenzenden Feldbiotopen und sichert einen hohen Organismenaustausch und zahlreiche Artenbeziehungen zu den angrenzenden Ökosystemen (GLÜCK & KREISEL 1986, HINGST 1991)

3. Tierarten der ökologisch mit den Knicks vergleichbaren Waldrandbiotoptypen sollen in den Knicks stabile Populationen bilden können und damit zum Erhalt der Waldrand-Biotopbestände von artenreichen Laubwäldern beitragen.

4. Der Knick sollte als Verbundsystem den Austausch zwischen räumlich von einander isolierten Ökosystemen, wie Waldökosystemen oder Grünlandökosystemen, herstellen.

Knickversetzungen können dazu führen, daß ein feinmaschig vernetztes Knicksystem aufgelöst wird in ein System mit wenigen Kreuzungs- oder Knotenpunkten unterschiedlich exponierter Knicks oder isolierten Abschnitten. Der Verlust von ausgereiften, alten Knicksystemen bewirkt eine Herabsetzung der stabilisierenden Wirkung dieser Ökosysteme auf angrenzende intensiv genutzte Ackerflächen (SPREIER 1982, ZWÖFFER et. al. 1984). Hinsichtlich der Verbundfunktion kommt bei gleicher Gesamtlänge dem Knicksystem mit der höheren Anzahl von Knotenpunkten die größere Wertigkeit gegenüber dem System mit reduzierter Knotenzahl bzw. mit isolierten Teilabschnitten zu.

In der Regel wird bei Versetzungsmaßnahmen zusätzlich zur Verminderung des Verbundwertes die Gesamtlänge des Knicksystems reduziert, was einen zusätzlichen Wertverlust für den Landschaftsraum bedeutet. Der Einfluß einer Reduzierung der Heckenlänge wirkt sich direkt auf die Artenvielfalt der Knicks aus. Neuere Untersuchungen zu diesem Komplex wurden von MADER und MÜLLER (1984) publiziert. Diese Autoren fanden eine positive Korrelation zwischen Heckenlänge und Artendichte der Laufkäfer.

Eine andere Größe, die bei der Neubesiedlung von versetzten Knicks berücksichtigt werden muß, ist die Isolation. Sie stellt einen in dieser Untersuchung schwer quantifizierbaren Faktor dar, da nicht nur die bloße Entfernung der Hecken voneinander, sondern auch der Typ der Nachbarbiotope berücksichtigt werden muß. Ausgedehnte Monokulturen mit intensiver Bewirtschaftung und Einsatz von Pestiziden, bieten nur anpassungs- und widerstandsfähigen Arten Ausbreitungsmöglichkeiten von Knickbestand zu Knickbestand.

Verbunden mit Veränderungen in der Struktur der Knicks ist der Verlust der Tierarten, die an die ursprünglichen Strukturen gebunden sind. Gefördert werden vor allem die Tierarten, die ohnehin in der Kulturlandschaft begünstigt werden.

Nach einer erfolgten Knickversetzung bleibt der Austrieb der zuvor zurückgeschnittenen Sträucher zunächst schwach. Ein Teil der Sträucher stirbt ab. Die Anwuchsrate ist je nach Bodentyp sehr unterschiedlich. Auf Sandboden kommt es nach dem Versetzen zum Absterben der alten Stubben und damit zum Ausfall der Strauchschicht. Die Anwuchsrate auf Lehmboden ist größer. Doch auch auf Lehm führt die Neuausbildung der Strauchschicht zum Rückgang spezialisierter Arten wie z. B. der Tanzfliegen (Empididae).

Nach der erfolgten Knickversetzung beginnt im Boden eine verstärkte Mineralisation der Streuanteile und damit verbunden eine höhere Nährstofffreisetzung. Nach der Verschiebung werden noch bestehende Walllücken mit Oberboden ausgefüllt. Dies bewirkt ebenfalls eine zusätzliche Nährstoffanreicherung im Wallbereich.

Als Folge entwickelt sich auf dem Wall eine eutrophe Krautschicht mit hohem Anteil von Quecke (*Agropyron repens*). Die Raumstrukturdichte (Anzahl der Pflanzen pro Fläche) ist in diesem Bereich sehr groß und zeigt keine Ähnlichkeit mit der Raumstruktur der nichtversetzten Knicks oder den ökologisch verwandten, lichten Waldrändern. Die große Raumstrukturdichte wirkt sich hemmend auf die Laufaktivität der bodenoberflächenaktiven Arten, insbesondere räuberische Arten, aus. Damit besteht nicht allein eine mikroklimatische Barriere für laufaktive Waldformen in diesem Bereich, sondern es verschlechtert sich auch das Verhältnis der an einem Tag zurückgelegten Strecke und damit der erjagba-



ren Nahrung. Für Großlaufkäfer wie *Carabus hortensis* wird die Ernährungsbasis in solchen Biotopen zu eng.

Der Wallrückenbereich der Knicks wird von einer dichten Laubstreichschicht bedeckt. Durch den Verschiebevorgang des Wallkörpers geht die Streuschicht verloren. Die versetzten Knicks weisen nur eine dünne Streuschicht auf. Aus diesem Grund kommen die Tiere der Streuschicht nur in geringen Aktivitäts- und Artendichten vor. Auf Lehmboden ergab die Untersuchung für den versetzten Knick eine Aktivitätsdichte der Asseln in der Streuschicht von nur 50 % der Aktivitätsdichte der Gruppe im nicht versetzten Knick. Auf Sandboden kamen im nicht versetzten Knick aus der Gruppe der Diplopoden sieben Arten, auf dem versetzten Knick dagegen nur drei Arten vor.

Knicks werden versetzt, um die Landschaft anders oder intensiver nutzen zu können. Somit liegt bei Knickversetzungen stets eine veränderte Nutzung der Nachbarbiotope vor. Die Biozönose der Knicks steht in vernetzten Beziehungen zu den Nachbarbiotopen. Daher bedingt eine veränderte bzw. intensivere Nutzung der Nachbarbiotope allein schon eine Wertminderung der Knicks.

Die Knickversetzungen führen mittelfristig zu großen Störungen. Die Tierwelt kann sich nur zum Teil, abhängig von einer Einwanderung aus alten, intakten Knicks regenerieren. Die Regeneration versetzter Knicks ist nach sieben Jahren keinesfalls abgeschlossen.

Langfristig werden die Knickversetzungen, wenn sie wie bisher durchgeführt werden, zu einer permanenten Verringerung der Knickdichte führen. Dadurch werden insbesondere die an Knicks gebundenen Tiere verdrängt werden. Die Verbundfunktion der Knicks für Waldarten und die Vernetzungsfunktion für Arten mit Doppelbiotopansprüchen werden zerstört. Die Knickversetzungen haben nicht nur unmittelbare Folgen für die Knicks selbst, sondern beeinträchtigen mittelbar auch die anderen Ökosystemtypen, die mit Knickökosystemen funktional vernetzt sind.

## 6. Empfehlungen zum Problem der Knickversetzung

Die Versetzung von Knicks stellt einen erheblichen Eingriff in die Landschaft dar und sollte daher weitestgehend vermieden werden. Insbesondere sollten Versetzungen um wenige Meter unterbleiben, da der Nutzen hierfür in der Regel gering, der Eingriff aber nicht weniger gravierend ist. Auf Sandboden sind Knicks nicht versetzbar. Hier kommt eine Versetzung der vollständigen Zerstörung des Knicks gleich. Da auch die Neuanlage von Knicks auf Sand äußerst schwierig ist, muß der Knickbestand der Geest eine sehr hohe Schutzpriorität erhalten.

Bei der Versetzung von Knicks ist stets ein zwei- bis mehrreihiger Gehölbewuchs anzustreben, auch wenn die ursprünglichen Knicks nur einreihig sind. Dabei ergibt sich meistens eine größere Breite als vor der Versetzung, da eine Zweireihigkeit mit kleinem Reihenabstand bei der Versetzung großer Stubben nicht realisierbar ist. Bei der Versetzung kommt es zwangsläufig zu einem Verlust in der Knicklänge. Fehlende Längen und Lücken sind durch Neuanlage zu kompensieren.

Die Stubben sind gut mit Boden anzudecken. Die Andeckung der Stubben muß in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden, da ein Großteil des Bodens absackt und die Wurzeln freiliegen. Gegebenenfalls sind Verluste auszugleichen und entstandene Löcher mit Steinen zu füllen und mit Boden zu schließen. Das für die Andeckung verwendete Bodenmaterial sollte arm an organischen Bestandteilen sein. Gedüngte Oberböden landwirt-

schaftlicher Nutzflächen sind nicht zum Anschütten der versetzten Knicks geeignet. Absterbende Sträucher sind durch standortgerechte, artenreiche Ersatzpflanzungen zu ersetzen.

Bei der Neuanlage von Knicks sollte für den Aufbau des Walles möglichst humusarmer Boden verwendet werden, der über einen Kern aus Steinen geschüttet wird. Die Wallhöhe muß mindestens 1,2 m betragen, da mit Sackungen zu rechnen ist. Der Wall muß eine Mindestbreite von 4–5 m haben, bei einer Wallrückenbreite von 1,5 m. Das Gefälle der Wallseiten sollte bei einem neu anzulegenden Knick 1:1 (45 Grad) nicht übersteigen, da sonst infolge von Erosion mit einer Verringerung der Wallrückenbreite zu rechnen ist. Beidseitig ist ein ebener, nicht genutzter Vorsaum von 2–5 m Breite zu berücksichtigen. Somit ergibt sich ein Bedarf für die Gesamtbreite eines Knicks einschließlich der Säume von 9–15 m. Bei einer Einkoppelung darf dieser Wert nicht unterschritten werden. Auch bei Ackernutzung darf auf dieser Breite nicht gepflügt werden.

Die Bepflanzung sollte mindestens zweireihig erfolgen. Die Gehölze müssen zum Pflanzzeitpunkt eine Mindesthöhe von 1,2 m haben und im Abstand von 40 cm mit einem Reihenabstand von 1 m gepflanzt werden. Die Artenkombination muß vielfältig und auf die örtlichen Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse abgestimmt sein. Auf einer Knicklänge von 100 m sind zwei Bäume mit einer Stammhöhe von 3 m in unregelmäßigen Abständen zu pflanzen. Der Wallrücken kann zur Verbesserung der Anwuchschancen mit einer flachen Mulde in Längsrichtung zum Aufnehmen des Regenwassers versehen werden. Keinesfalls sind Maßnahmen wie Düngung oder Kalkung durchzuführen, insbesondere sollte auf Nährstoffarmut bei Knicks auf Sand geachtet werden. Hierzu gehört die Verwendung humusarmer Böden beim Wallbau.

Der Steinkern hat eine große Bedeutung für die Funktion der Knicks als Winterlager. Die verwendeten Korngrößen sollten 6 cm nicht unterschreiten, als durchschnittliche Größe können 20 cm angenommen werden. Einzelne Steine sollten auch auf die Oberfläche des Wallrückens zwischen die Pflanzreihen gelegt werden.

Ebenerdige Gehölz-Reihenpflanzungen stellen keinen Ersatz für Knicks dar. Deshalb sollte auf die Anlage eines Walles nicht verzichtet werden.

Bei der Bilanzierung von Eingriff und Ausgleich ist darauf zu achten, daß kein Verlust der ursprünglich vorhandenen Knicklänge entsteht. Das Zusammenschieben von zwei einreihigen Knicks zu einem zweireihigen Knick berechtigt nicht dazu, die Länge des neuen Knicks doppelt zu bilanzieren. Liegt die Knickdichte in einem Gebiet vor der Versetzung unter 120 m/ha, so sollte diese Größe als Entwicklungsziel für eine minimale Knickdichte angestrebt werden.

Der Verbund einzelner Knicks zu einem Knicksystem ist dringend erforderlich. Insbesondere sollten versetzte oder neu angelegte Knicks stets mit alten, nicht versetzten Knicks verbunden werden. Die Anzahl der Knotenpunkte (Verbindungsstellen zwischen zwei Knicks) darf 3–5 pro 1000 m Knicklänge nicht unterschreiten.

Die Eigentümer der Knicks bzw. die Nutzer der Nachbarbiotope sollen über die notwendigen Entwicklungsmaßnahmen informiert werden. Insbesondere ist auf die Bedeutung der 2–5 m breiten Vorsäume hinzuweisen und sicherzustellen, daß diese nicht in die Nutzung der Nachbarbiotope einbezogen werden. Außerdem ist über eine sachgerechte Knickpflege zu informieren.

## 7. Zusammenfassung

In den Jahren 1986 und 1987 wurden Untersuchungen zu den kurzfristigen Auswirkungen von Knickversetzungen auf die Fauna vorgenommen. Im Landesteil Holstein wurden dafür folgende Knick-Biototypen verglichen:

- Je ein geschütteter, ein versetzter und ein nicht versetzter Knick auf Sandboden der Vorgeest bei Ehdorf
- Ein versetzter und ein nicht versetzter Knick auf lehmigem Sandboden der Altmoräne, Schülp bei Nortorf
- Ein versetzter und ein nicht versetzter Knick auf Lehmboden der Jungmoräne (östliches Hügelland), bei Schwartbuck (Probstei)

Weberknechte (Opiliones), Spinnen (Araneae), Asseln (Isopoda), Tausendfüßer (Myriapoda), Laufkäfer (Carabidae), Blattkäfer (Chrysomelidae), Tanzfliegen (Empididae) wurden mittels Bodenfallen, Photoektoren, Emergenzkäfigen und Streifnetzen erfaßt.

Die Knickversetzung wirkt sich auf die verschiedenen Knickbiozönosen auf Sand- und Lehmboden in unterschiedlicher Weise aus. Knicks auf lehmigem Sandboden nehmen eine Zwischenposition ein.

Auf Sandboden:

- Durch die Zerstörung der Straucher und Bäume werden spezialisierte phytophage Arten beeinträchtigt.
- Die Aktivitätsdichte und Artenzahl von streuzersetzenden Diplopoda nimmt durch die Zerstörung der Laubstreuerschicht um 67 % bzw. um 58 % ab.
- Für den Großlaufkäfer *Carabus hortensis* (geschützt nach BArtSchV) wurde wegen der Ausbildung einer dichten, eutrophen Krautschicht mit hohem Anteil von Quecke (*Agropyron repens*) ein Rückgang der Aktivitätsdichte um 61 % festgestellt, für die Waldart *Pterostichus oblongopunctatus* sogar um 91 %.
- Die Aufhebung der vielfältigen Struktur der Knicks mit feuchten, schattigen Bereichen und besonnten Stellen verdrängt mehrere Großspinnenarten, die den Knickbereich besiedeln.
- In den Knickbiozönosen nimmt der Anteil der Feldarten und Ubiquisten zu, der Anteil der Waldarten geht zurück.

Auf Lehmboden führt die Knickversetzung zu folgenden Änderungen:

- Im Vergleich zu nicht versetzten Knicks führt der Rückgang der Habitatdiversität in versetzten Knicks zum Artenverlust von 50 % und einem Individuenrückgang von 84 % bei Tanzfliegen (Empididae).
- Die Streuschicht wird bei der Versetzungsmaßnahme zum größten Teil zerstört. Die Streu der Sträucher und die höhere Wasserkapazität des Lehmbodens mildern jedoch den Rückgang streuzersetzender Organismen.
- Die Aktivitätsdichte typischer Waldarten von Laufkäfern (Carabidae) und Spinnen (Araneae) der Bodenoberfläche geht nach der Knickversetzung stark zugunsten der eurytopen Feld- und Wiesenarten zurück.

Auch 7 Jahre nach einer Knickversetzung ist keine Regeneration der typischen Knickbiozönose nachweisbar.

Die Knickversetzung und die Neuanlage von Knicks in der heute praktizierten Form stellen keinen Ersatz für stabile Knickökosysteme dar.

## 8. Summary

In 1986 and 1987 short term effects of hedge shifting upon Arthropoda were investigated. In eastern Schleswig-Holstein the following types of hedges have been compared:

- shifted and unshifted hedges on sandy soil of older Saalian moraine
  - shifted and unshifted hedges on loamy sand of older Saalian moraine
  - shifted and unshifted hedges on loamy soil of young Weichselian moraine –
- Opiliones, Araneae, Isopoda, Myriapoda, Carabidae, Chrysomelidae and Empididae are recorded by means of pitfall traps, emergence traps and sweeping nets. Hedge shifting influences the different communities of hedges on sandy and loamy soils in various patterns. Hedges on loamy sand take an intermediate position.

On sandy soils

- specialized plantfeeding Arthropoda are reduced by destruction of shrubs and trees.
- activity-density and number of species of decomposers such as Diplopoda decrease for 67 % respectively 58 % due to destruction of litter surface.
- activity-density of soil surface Carabidae such as *Carabus hortensis* and *Pterostichus oblongopunctatus* decreases for 61 % respectively 91 % caused by development of a dense eutrophic herb layer (*Agropyron repens*).
- changing of the divers structures of the hedge with wet, shadowed areas and sunny areas forces out big hedge dwelling Araneae.
- the number of both euryecious species and species of agrosystems increases in hedge communities whereas the part of typical species of forests decreases.

On loamy soils hedge shifting effects the following changes:

- in comparison to unshifted hedges the decrease of habitat diversity in shifted hedges reduces the number of species (50 %) and the number of individuals (84 %) of Empididae.
- hedge shifting mostly destroys the litter layer. On the other hand the shrub litter and the higher water capacity of the loamy soil buffers the recession of litter decomposing organisms.
- relative abundance of typical soil surface Carabidae and Araneae of forest stands decreases after hedge shifting whereas euryecious species of the agrosystem immigrate.

Even seven years after hedge shifting a regeneration of a typical community is not evident. The commonly practiced hedge shifting and new instruction of hedges represents no compensation for the lost of stable hedge ecosystems.

Recommendations to the problem of hedge shifting are given.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Biol. Rainer Hingst

Kai Wollweber

Forschungsstelle für Ökosystemforschung

und Ökotechnik

Biologiezentrum

Olshausenstr. 40–60

2300 Kiel 1

## Literaturverzeichnis

- AFSCHARPOUR, F. (1960): Ökologische Untersuchungen über Wanzen und Zikaden auf Kulturfeldern in Schleswig-Holstein. – Z. angew. Zool. 47, 257–301
- BARBER, H. S. (1931): Traps for Cave-Inhabiting Insects. – Sci. Soc. 46, 259–266
- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. – Akademie-Verlag, Berlin, 559 S.
- CLAUSSEN, C. (1980): Die Schwebfliegen des Landesteils Schleswig in Schleswig-Holstein (Dipt. Syrphidae). – Faun. ökol. Mitt. Suppl. 1, 79 S.
- DESENDER, R. K. (1982): Ecological and faunal studies on Coleoptera in agriculture land. II. Hibernation of carabidae in agro-ecosystems. – Pedobiologia 23, 295–303
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1985/86): Monatlicher Witterungsbericht. – Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach
- DIERCKS (1983): Alternativen im Landbau, Stuttgart, E. Ulmer
- DIERSSEN, K. (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schr. Landesamt Natursch. Landschaftspf. Schl.-Holst. 6, 159 S.
- EIGNER, J. (1978): Die Knicklandschaft in Schleswig-Holstein und ihre heutigen Probleme. – Ber. Dtsch. Sekt. Int. Rates Vogelschutz 18. Kilda
- FUCHS, G. (1968): Die ökologische Bedeutung der Wallhecken in der Agrarlandschaft Nordwest-Deutschlands. – Diss., Kiel
- FUCHS, G. (1968): Die ökologische Bedeutung der Wallhecken in der Agrarlandschaft Nordwest-Deutschlands. – Diss. Universität Kiel
- GÄRTNER, G. (1980): Ökologisch-faunistische Veränderungen durch Flurbereinigungsmaßnahmen. Dargestellt am Beispiel der Carabiden-Fauna von Zuckerrübenkulturen. – Diss. Heidelberg
- GLOWINSKI, I. (1987): Einfluß verschiedener Bearbeitungsmethoden auf die Fauna der Bodenoberfläche. – Diplomarbeit, Universität Kiel
- GLÜCK, E., KREISEL, A. (1986): Die Hecke als Lebensraum, Refugium und Vernetzungsstruktur und ihre Bedeutung für die Dispersion von Waldcarabiden-Arten. – Laufener Seminarbeitr. 10/86, Laufen
- GERSDORF, E. (1937): Ökologisch-faunistische Untersuchungen über die Carabiden der mecklenburgischen Landschaft. – Zoologische Jahrbücher (Syst.) (Jena) 70, 17–86
- HABER, W. (1983): Maßnahmen der Landespflege in landwirtschaftlichen Intensivgebieten und ihre Auswirkungen auf den Naturhaushalt. – Deutscher Rat für Landespflege 42: 196–198
- HERZBERG (1954): Ackerunkrautgesellschaften in Gemarkungen des Kreises Schleswig und ihre Brauchbarkeit zur Feststellung windgefährdeter und ortsteingeschädigter Standorte. – Diss. Universität Kiel
- HEUBLEIN, D. (1982): Untersuchungen zum Einfluß eines Waldrandes auf die epigäische Spinnenfauna eines angrenzenden Halbtrockenrasens. – Laufener Seminarbeiträge 5, 79–94
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. – Diss. Naturw. Fak. d. Universität Kiel
- HEYDEMANN, B. (1955): Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. – Ber. 7. Wanderversammlung Dtsch. Entomol., 172–185
- HEYDEMANN, B. (1964): Die Carabidae der Kulturbiotoppe von Binnenland und Nordseeküste ein ökologischer Vergleich (Coleoptera, Carabidae). – Zool. Anz. 172, 49–86
- HEYDEMANN, B. (1983): Aufbau von Ökosystemen im Agrarbereich und ihre langfristigen Veränderungen. – Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim (Hrsg.), Daten und Dokumente zum Umweltschutz Sonderreihe Umwelttagung 35, 53–83
- HEYDEMANN, B. (1983): Vorschlag für ein Biotopschutzkonzept am Beispiel Schleswig-Holsteins Ausweisung von schutzwürdigen Ökosystemen und Fragen ihrer Vernetzung. – Schr. Reihe Dtsch. Rats Landespflege 41, 95–104
- HEYDEMANN, B., MEYER, H. (1983): Auswirkungen der Intensivkultur auf die Fauna in Agrarbiotopen. – Schr. R. Dtsch. Rats Landespflege 42, 174–191
- HINGST, R. (1991): Austauschprozesse der Bodenarthropoden zwischen Wallhecke und Feldrand. – Faun. ökol. Mitt. Supplement 10, 11–40.
- HOFMEISTER, H., GARVE, F. (1986): Lebensraum Acker. Paul Parey, Hamburg
- KRECKWITZ, H. (1980): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie und zum jahresperiodischen Verhalten des Carabiden *Agonum dorsale* PONT. in Temperatur- und Feuchtigkeitsgradienten. – Zool. Jb. Syst. 107, 183–234

- KROST, P. (1986): Der unterschiedliche Aufbau von Ökosystemen in Waldbeständen mit verschiedener Ausbildung der Krautschicht. – Diplomarbeit Universität Kiel, 116 S.
- LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE SCHLESWIG-HOLSTEIN (1978) (Hrsg.): Ökologischer Knick-Bewertungsrahmen. – Unveröff. Manuskript, 19 S.
- LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (1982): Rote Listen der Pflanzen und Tiere Schleswig-Holsteins. – Kiel, 149 S.
- LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (1986): Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein. – Kiel, 108 S.
- LARSON, S. G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. – Ent. Medd. 20, 275–560
- MAC ARTHUR, R. H. (1955): Fluctuations of animal populations and measure of community stability. – Ecology 36, 533–536
- MADER, H. J.; K. MÜLLER (1984): Der Zusammenhang zwischen Heckenlänge und Artenvielfalt. – Zeitschr. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 25, 282–293
- MADER, H.J. (1986): Forderungen an Vernetzungssysteme in der intensiv genutzten Agrarlandschaft aus tierökologischer Sicht. – Laufener Seminarbeitr. 10/86, Laufen
- MARTENS, J. (1978): Spinnentiere, Arachnida, 64. Teil, Weberknechte oder Opiliones. – In: DAHL (1978): Die Tierwelt Deutschlands. – Jena
- MEYNEN & SCHMIDTHUSEN (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bad Godesberg
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1987): Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein, Kiel
- MÜLLER, G. (1972): Die Veränderung der Coleopterenfauna der Bodenoberfläche von Kulturfeldern nach Herbizideinsatz (Col.). – Folia ent. hung. N. S. 25, 297–305
- NORGALL (1986): Die epigäische Raubarthropoda auf Rübenfeldern in der Wetterau 1985 in Beziehung zum Feldrand unter besonderer Berücksichtigung der Carabidae. – Diplomarbeit, Universität Gießen
- ORLOCI, L. (1967): An agglomerative method for classification of plant communities. – J. Ecol. 55, 193–206.
- POLLARD, E. (1968): A comparison between the Carabidae of a hedge and field site and those of a woodland glade. – J. Appl. Ecol. 5: 649–657
- RENKEN, W. (1956): Untersuchungen über Winterlager der Insekten. – Z. Morph. u. Ökol. Tiere 45
- RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. – Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicæ Fennicæ Vanamo Tom. 6, 1–231
- RIEKEN, U. (1985): Einfluß landwirtschaftlicher Nutzung auf Seeufer-Bereiche. – Diplomarbeit, Universität Kiel
- SCHERNEY, F. (1960/61): Beiträge zur Biologie und ökonomischen Bedeutung räuberisch lebender Käferarten. – Z. angewandt. Entomol. 47, 231–255 u. 48, 163–175
- SCHILLER, W., WEBER, F. (1975): Die Zeitstruktur der ökologischen Nische der Carabiden (Untersuchungen in Schatten- und Strahlungshabitaten des NSG „Heiliges Meer“ bei Hopsten). – Abh. Landesmus. Naturk. Münster 37, 3–34
- SOERENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. – Kong. Dansk. vidensk. Selsk. biol. Skr. 5, S. 4
- SOTHERTON, N. W. (1984): The distribution and abundance of predator, arthropods overwintering on farmland. – Ann. appl. Biol. 105, 423–429.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1966): Ecological methods. – London, 391 S.
- SPREIER, B. (1982): Die Bedeutung von Hecken in Flurbereinigungsgebieten als Reservoir für tierische Organismen, untersucht am Bsp. der Carabidae und Isopoda. – Diss., Universität Heidelberg. 167 S.
- STACHOW, U. (1987): Aktivitäten von Laufkäfern (Carabidae, Col.) in einem intensiv wirtschaftenden Ackerbaubetrieb unter Berücksichtigung des Einflusses von Wallhecken. – Schriftenreihe Inst. f. Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie d. Christian-Albrechts-Universität Kiel, 120 S.
- THIELE, H. U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. – Zeitschr. Morph. ökol. Tiere 53, 387–452

- THIELE, H. U. (1964): Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. – Z. Morph. Ökol. 53, 537–586
- THIELE, H. U. (1969): Zusammenhänge zwischen Tagesrhythmik, Jahresrhythmik und Habitatbindung bei Carabiden. – Oecologia (Berlin) 3, 227–229
- THIELE, H. U. (1977): Carabid beetles in their environments. – Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 369 S.
- TIETZE, F. (1973): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. – I–IV. Teil. – Hercynia (Leipzig), N.F. 10, 3–76; 111–123; 243–263; 337–365
- TISCHLER, W. (1948): Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. – Zool. Jb. 77, 283–400.
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. – Z. Morph. Ökol. Tiere 47, 54–114
- TISCHLER, W. (1965): Agrarökologie. – Jena, 499 S.
- TISCHLER, W. (1980): Biologie der Kulturlandschaft. – Springer, Stuttgart, New York
- TOPP, W., (1982): Vorkommen und Diversität von Laufkäfer-Gemeinschaften in verschiedenen Ökosystemen (Col. Carabidae). – Drosera, 1, 109–116.
- VOGEL, J. (1986): Unterschiede in der Zusammensetzung der Bodenfauna in verschiedenen Waldbiotopen in Ost- und Mittelholstein. – Diplomarbeit Universität Kiel, 143 S.
- WEBER, H. E. (1967): Über die Vegetation der Knicks in Schleswig-Holstein. – Mitt. Arbeitsgemeinschaft Floristik Schleswig-Holstein und Hamburg 15.
- WOLLWEBER, K. (1986): Untersuchungen über die Abhängigkeit der Bodenfauna in Straßenrandökosystemen von der Exposition der Böschungen und den Nachbarbiotopen. – Staatsexamensarbeit Universität Kiel, 108 S.
- ZWÖLFER, H., BAUER, G., HENSINGER, G., STECHMANN, D. (1984): Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. – Ber. d. ANL, Beih. 3, Teil 2, Laufen





