

BIO I 90,168/12

SUPPLEMENT
zu Faunistisch-Ökologische
Mitteilungen

**Ökologische Verteilung
phytophager Arthropoda an Schilf
(*Phragmites australis*)
im Bereich der Bornhöveder Seenkette**



Faunistisch-Ökologische Mitteilungen
Supplement 12

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

Kiel, Dezember 1991



MIT FREUNDLICHEN GRÜSSEN
ÜBERREICHT VON DER
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK KIEL
- DISSERTATIONS- U. TAUSCHSTELLE -

Ökologische Verteilung
phytophager Arthropoda an Schilf
(*Phragmites australis*)
im Bereich der Bornhöveder Seenkette

von
Jörg Grabo

Titelbild: Schilfgürtel am Belauer See (Photo: J. Grabo)

BIO I 90,168/12
OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum
Inv. 1997/2254

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.

ISSN 0430-1285

Inhaltsübersicht

| | Seite |
|---|-------|
| 1. EINLEITUNG | 5 |
| 2. UNTERSUCHUNGSGEBIET | 6 |
| 2.1. Geographische Lage und Geologie | 6 |
| 2.2. Auswahl der Untersuchungsstranekte und deren Charakteristik | 6 |
| 3. KLIMA UND WITTERUNG | 8 |
| 3.1. Klima im Untersuchungsgebiet Bornhöveder Seenkette | 8 |
| 3.2. Witterung des Jahres 1989 | 8 |
| 3.3. Ökoklima im Schilfröhricht | 10 |
| 4. MATERIAL UND METHODE | 11 |
| 4.1. Probennahmeorte | 11 |
| 4.2. Erfassung der Vegetationsstruktur und Vegetationsentwicklung | 12 |
| 4.3. Erfassung der zezidio- und phytophagen Arthropoda | 12 |
| 5. ERGEBNISSE | 14 |
| 5.1 Vegetationsstruktur und Vegetationsentwicklung | 14 |
| 5.1.1 Basaler Halmdurchmesser | 14 |
| 5.1.2 Durchschnittliche Halmdichte | 16 |
| 5.1.3 Höhenwachstum | 16 |
| 5.1.4 Phytomasse | 17 |
| 5.1.5 Stickstoffgehalt der Schilfhalme | 18 |
| 5.2. Ökologische Charakteristik des Arteninventars | 20 |
| 5.3. Ökologische Verteilung schilfverzehrender Arthropoda | 20 |
| 5.3.1 Gallenverzehrer | 20 |
| 5.3.1.1 Acarina, Tarsonemidae | 22 |
| 5.3.1.2 Diptera-Chloropiidae | 22 |
| 5.3.1.3 Inquilinen in den Lipara-Gallen | 23 |
| 5.3.1.4 Diptera, Cecidomyiidae | 25 |
| 5.3.2 Halm- und Rhizomminierer | 30 |
| 5.3.3 Blattminierer | 38 |
| 5.3.4 Pflanzensaftsauger | 38 |
| 5.3.5 Blattverzehrer | 48 |
| 5.4. Vergleich der Phytophagen-Synusien | 49 |
| 6. DISKUSSION | 51 |
| 6.1. Der Einfluß der strukturellen Zonierung auf die räumliche Verteilung der Schilfverzehrer am Seeufer | 51 |
| 6.2. Die zeitlich gestaffelte Besiedlung der Wirtspflanze Phragmites australis | 52 |
| 6.3. Beziehungsmodell | 52 |
| 7. ZUSAMMENFASSUNG | 56 |
| 8. SUMMARY | 57 |
| 9. LITERATUR | 58 |

1. Einleitung

Die Kenntnisse zur Biologie und Ökologie des Schilfes *Phragmites australis*, die sich vor allem aus den Fragestellungen zur technischen Nutzbarkeit der Pflanze ergeben haben, wurden von RODEWALD-RUDESCU (1972), HÜRLIMANN (1951) und BJÖRK (1967) zusammengefaßt. Daher sind Fragen nach den regulatorischen Mechanismen in dieser, im Gegensatz zu vielen Agrarökosystemen natürlichen Monokultur (MOOK 1971, WAITZBAUER 1971, VOGEL 1980, MOOK & VAN DER TOORN 1982, TSCHARNTKE 1986 u. a.) von besonderem Interesse für den Naturschutz, auch im Hinblick auf die Veränderung der Schilfbiozönose durch die zunehmende Eutrophierung der Oberflächengewässer.

Die meisten Untersuchungen zur Ökologie des Ökosystems Schilfröhricht wurden vor allem in zusammenhängenden Röhrichten der Verlandungszonen flacher Seen (z. B. Neusiedler See), in den künstlich angesäten Schilfkulturen holländischer Polder oder in Schilfbeständen grundwassernaher Moorkörper (Schweinsberger Moor bei Marburg) durchgeführt.

An vielen Seen des Östlichen Hügellandes Schleswig-Holsteins dagegen ist die Ausdehnung des Schilfes oft auf einen nur schmalen Uferstreifen begrenzt, verbunden mit einer kleinräumigen Folge dichter und schütterer Schilfbestände im Übergangsbereich Land-Wasser.

Es stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit der bisherigen Forschungsergebnisse zu den schilfverzehrenden Arthropoda auf diese nur kleinflächig ausgebildeten Schilfröhrichte.

Ziele der vorliegenden Untersuchung sind daher:

- die Analyse der taxonomisch-ökologischen Struktur der Phytophagen-Synusie an Schilf,
- die Analyse der räumlichen Verteilung schilfverzehrender Arthropoda in einem kleinräumigen, mosaikartig zusammengesetzten Schilfbestand im Übergangsbereich Land-Wasser,
- die Untersuchung der Abhängigkeit der ökologischen Verteilung phytophager Arthropoda von Strukturmerkmalen und Nährstoffgehalt im Schilfröhricht,
- die Erarbeitung eines Beziehungsmodells zur Veranschaulichung der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen der Schilfpflanze und den daran lebenden Tierarten.

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Geographische Lage und Geologie

Die sechs Seen der Bornhöveder Seenkette liegen ca. 30 km südlich von Kiel im Übergangsbereich der beiden Naturräume Östliches Hügelland und Holsteinische Vorgeest (REINKE, 1968).

Vier der insgesamt sechs Seen dieses Gebietes (Bornhöveder-, Schmalen-, Belauer- und Stolper See) werden nacheinander von der Alten Schwentine durchflossen, die damit eine enge hydrologische Verbindung dieser Seen herstellt. Der Belauer See und der Stolper See, deren Hauptachse in Nord-Süd-Richtung verläuft, stellen mit 1,30 bzw. 1,40 km² die flächenmäßig größten Seen der Kette dar (Einzugsgebiet: 4,35 km² bzw. 9,40 km²). Der Hauptforschungsraum des Projektes „Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette“ liegt am Westufer des Belauer Sees (Abb. 1). Dieser Landschaftsausschnitt schließt einen in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Schilfgürtel mit ein. Im südlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes schließt sich dem Schilfgürtel landseitig unterschiedlich genutztes Feuchtgrünland, z. T. direkt, z. T. über einen schmalen Erlenbruch an. Der Untergrund in diesem Bereich ist durch Anmoor- und Niedermoorbildungen geprägt.

Im nördlichen Abschnitt reichen Waldbestände bis an den See heran. Da der Belauer See gegenüber seiner unmittelbaren Umgebung um ca. 20 m eingesenkt ist (MÜLLER 1976), ist der Ufer- und Bruchwaldbereich wegen direkt anstehender Geschiebesande hier meist nur sehr schmal und plateauartig ausgebildet und fällt z. T. zum See hin steil ab.

Der Stolper See ist gegenüber seiner Umgebung um 20 m eingesenkt. Wie auch am Belauer See herrschen hier Schmelzwasser- und Geschiebesande vor, die jedoch am westlichen Ufer weit zurücktreten. Der Untergrund wird an dieser Stelle durch lehmigen bis stark lehmigen Sand gebildet und erhebt sich nur wenig über die Seeoberfläche (MÜLLER 1976).

Aufgrund ihrer Nährstoffgehalte und organischer Inhaltsstoffe sind der Belauer- und Stolper See als eutroph einzustufen (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holsteins 1982).

2.2. Auswahl der Untersuchungstranekte und deren Charakteristik

Für die Untersuchungen wurden insgesamt fünf Tranekte ausgewählt, die jeweils vom trockenen landseitigen Rand des Schilfbestandes bis zu dessen Seeseite reichten. Dadurch konnten sowohl trockene und staunasse „Trockenschilf“-Zonen, als auch ganzjährig im Wasser stehende „Wasserschilf“-Zonen in die Untersuchung einbezogen werden.

1. Das Transekt „Acker“:

Im Hauptforschungsraum sind zwei Katenae für schwerpunktmäßige Untersuchungen ausgewählt worden. Dieses Transekt ist der sog. „Ackerkatena“ zuzuordnen, das neben Grünlandflächen auch intensiv genutzte Ackerflächen umfaßt. Kennzeichnend für den Schilfgürtel in diesem Uferabschnitt ist der harte Übergang vom beweideten Grünland zum ca. 20 m breiten Schilfröhricht. An dieser Grenze befinden sich einzelne Erlen und Weidenbüsche.

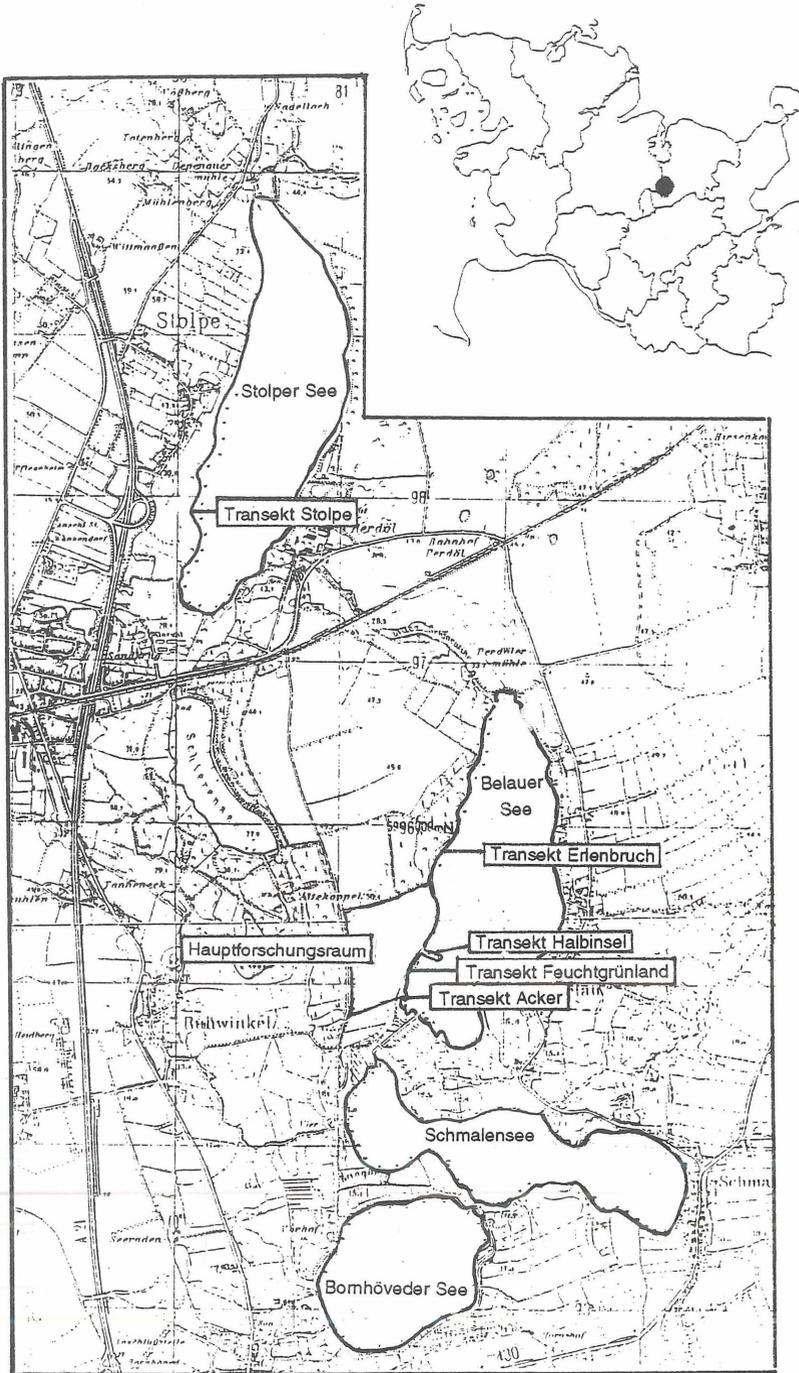


Abb. 1: Lage der Untersuchungstransecte am Belauer und Stolper See.

2. Das Transekt „Feuchtgrünland“:

Dieses Transekt liegt etwa 50 m nördlich der Ackerkatena. Landseitig über einen schmalen Erlenbruch mit extensiv genutztem Feuchtgrünland verbunden, hat der Schilfgürtel an dieser Stelle etwa eine Breite von 25 m.

3. Das Transekt „Halbinsel“:

Am Übergang vom flachen südlichen Teil des Belauer Sees zum tieferen nördlichen Teil befindet sich eine schilfbestandene Halbinsel. Den hier entwickelten Schilfbestand kennzeichnet eine starke Beschattung durch den landseitig ausgebildeten Erlenbruch.

4. Das Transekt „Erlenbruch“:

Da im Bereich der „Waldkatena“ des Hauptforschungsraumes nur ein wenige Meter breiter Schilfgürtel ausgebildet ist, wurde alternativ ca. 200 m weiter nördlich ein Uferabschnitt gewählt, wo das Schilf einen etwa 25 m breiten Übergangsbereich Land–Wasser besiedelt. Auch hier schließt sich landseitig ein Erlenbruch an. Im Gegensatz zu den drei anderen Transekten am Belauer See ist der Untergrund hier sehr sandig und fest.

5. Das Transekt „Stolpe“

Zu Vergleichszwecken wurde das Transekt „Stolpe“ am Stolper See in die Untersuchung mit aufgenommen. Der ebenfalls am westlichen Ufer gelegene Schilfröhricht unterscheidet sich von dem des Belauer Sees insbesondere durch seine weichen Übergänge zu den benachbarten Sukzessionszonen. Einem sehr schütterten Bestand von *Nymphaea alba*, schließt sich ein ca. 15–20 m breiter Schilfröhricht an, das landeinwärts in ein Hochstaudenried mit einzelnen Weiden und Erlengebüschen übergeht. An diesen etwa 50 m breiten Saum bindet sich extensiv beweidetes Feuchtgrünland.

Kennzeichnend für die landseitigen Ränder des Schilfröhrichts am Belauer See ist die z. T. starke Beschattung durch einen Erlenbruch (Transekte „Halbinsel“ und „Erlenbruch“), bzw. durch einzeln stehende Erlen- und Weidengebüsche.

Weiche Übergänge fehlen am Belauer See wegen geomorphologischer (nördlicher Abschnitt) oder nutzungsbedingter Besonderheiten (südlicher Abschnitt) fast überall.

3. Klima und Witterung

3.1. Klima im Untersuchungsgebiet Bornhöveder Seenkette

Das ozeanisch-gemäßigte Klima Schleswig-Holsteins ist durch die Abnahme des atlantischen Einflusses von den nordwestlichen zu den südöstlichen Landesteilen gekennzeichnet. Die Bornhöveder Seenkette liegt im Einflußbereich subkontinentalen Klimas.

Die langjährige Jahresmitteltemperatur (1951–1980) liegt in diesem Gebiet bei 8,3° C, die jährliche Niederschlagsmenge, die die Verdunstung deutlich übertrifft, beträgt durchschnittlich 757,3 mm.

3.2. Witterung des Jahres 1989

Die monatlichen Durchschnittstemperaturen lagen nach einem sehr milden Winter 1988/89 auch im weiteren Jahresverlauf insgesamt höher als die langjährigen Mittel (Abb. 2).

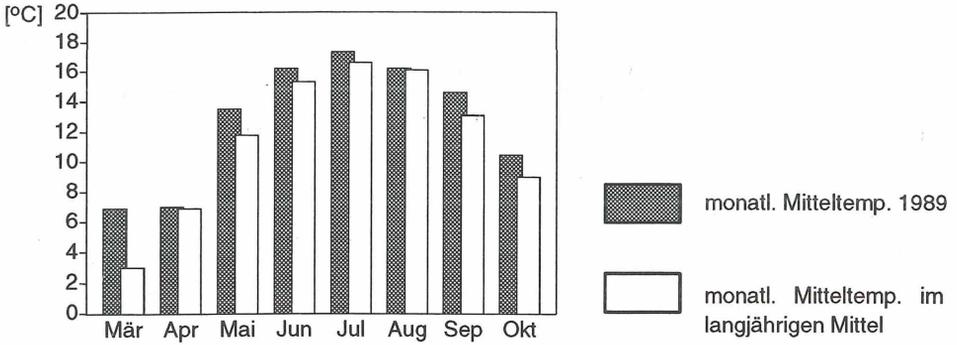


Abb. 2: Vergleich der monatlichen Mitteltemperaturen von März bis Oktober 1989 mit den langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen (Quelle: Wetteramt Schleswig, Meßstation Neumünster).

Nach dem relativ trockenen Frühsommer 1989 fielen die höchsten Niederschlagsmengen im Juli und August, die die für diese Monate angegebenen Mittel um 71 % bzw. 59 % übertrafen (Abb. 3).

Wichtig ist die Wetterentwicklung zum Ende des Monats Juli, in dessen Verlauf schwere Gewitter mit orkanartigen Winden und starken Niederschlägen von 100 mm in 24 Stunden auftraten.

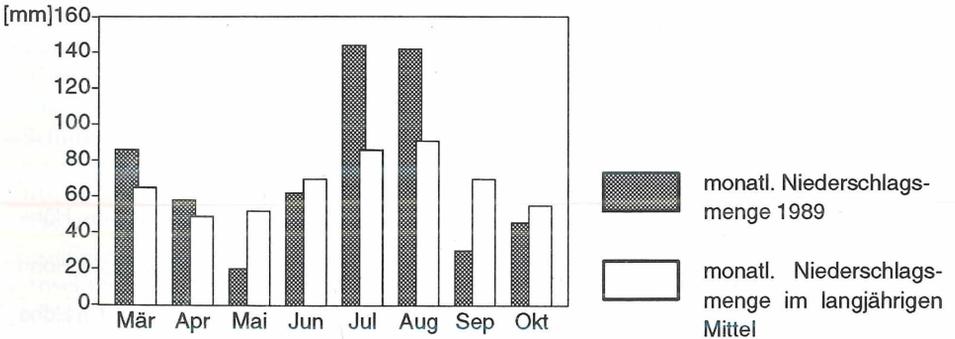


Abb. 3: Vergleich der monatlichen Niederschlagsmenge von März bis Oktober 1989 mit der langjährigen monatlichen Niederschlagsmenge (Quelle: Wetteramt Schleswig, Meßstation Bornhöved, 50 m NN).

3.3. Ökoklima im Schilfröhricht

Innerhalb eines geschlossenen Schilfbestandes wird durch die Entwicklung der Blätter besonders im Hochsommer das einfallende Licht bis zur Boden- bzw. Wasseroberfläche stark vermindert. Durch die Reduzierung der Lichtstärke von 100 % in der Rispenregion auf wenige Prozent an der Wasser- bzw. Bodenoberfläche (RODEWALD-RUDESCU 1972) sowie durch den verminderten Einfluß des Windes entsteht ein eigenes, im Hinblick auf die umgebenden Luftmassen abgemildertes Ökoklima.

Die Abb. 4 und 5 geben den Temperaturverlauf und die Windgeschwindigkeiten an zwei aufeinanderfolgenden Sommertagen in unterschiedlichen Höhen des Schilfbestandes wieder. Am oberen Rand in vier Metern Höhe wird der Wind nur wenig durch das Röhricht beeinflusst und erreicht hier am ersten Tag der Messungen maximal 4 m/sec. Schon in zwei Metern Höhe, im Höhenbereich der größten Blattentwicklung und der installierten Fensterfallen, werden dagegen nur noch geringe Windgeschwindigkeiten von im Mittel 0,5 m/sec gemessen. In einem Meter Höhe liegen die Windgeschwindigkeiten unter 0,1 m/sec.

Die höchsten Temperaturen sind, vor allem am schwachwindigen zweiten Tag der Messung, in der Region der Hauptblattmasse ausgebildet, die bei hohen Transpirationswerten zur Hauptwärmeumsatzschicht wird, während zum Boden hin wegen verminderter Einstrahlung des Sonnenlichtes der Wärmeumsatz deutlich abgeschwächt wird (KROLIKOWSKA 1973).

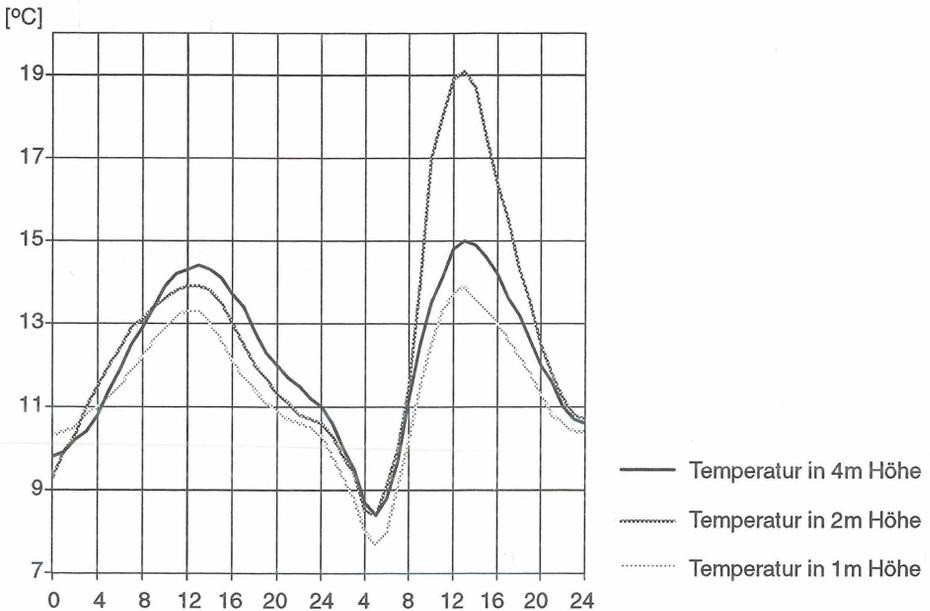


Abb. 4: Tageszeitlicher Temperaturverlauf in unterschiedlichen Höhen des Schilfbestandes (29. und 30. 6. 89).

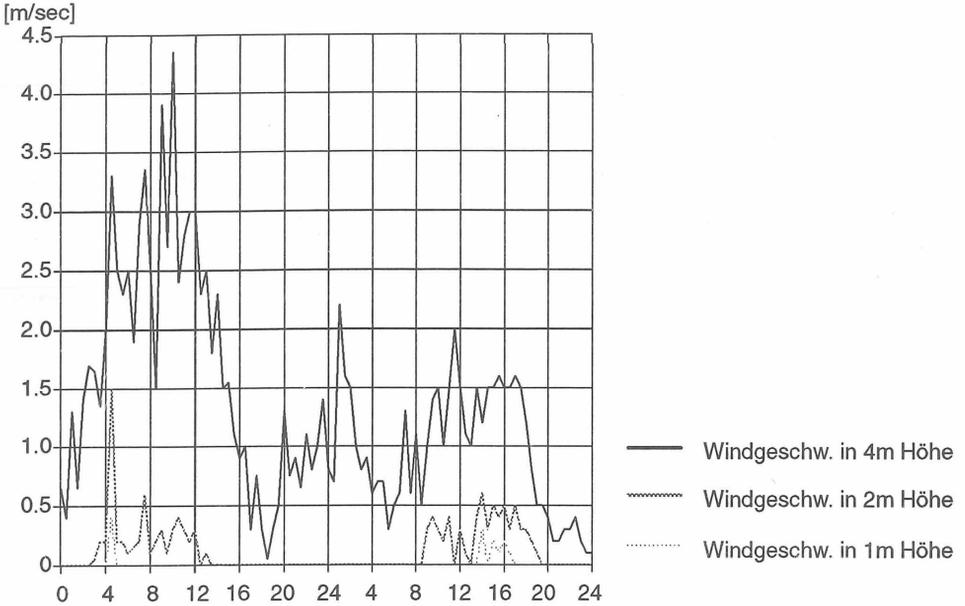


Abb. 5: Die Windgeschwindigkeit in unterschiedlichen Höhen des Schilfbestandes (29. und 30. 6. 89).

4. Material und Methode

4.1. Probennahmeorte

Für die vergleichende Untersuchung der gewählten Transekte ist die Lage der Probenahmeorte und deren ökologische Charakterisierung von Bedeutung.

Die Schilfröhrichte am Seeufer von Belauer und Stolper See können in zwei wesentliche Zonen unterteilt werden:

- Schilfbestände, die ganzjährig in freier Wasserfläche entwickelt sind (Wasserschilf) und
- Schilfbestände auf wassergesättigtem bis trockenem, gar nicht oder nur ausnahmsweise überfluteten Boden (Trockenschilf).

Die als Nahtstellen zu den benachbarten Biotopen ökologisch interessanten land- bzw. seeseitigen Ränder des Trocken- und Wasserschilfs wurden ebenfalls untersucht. Je Transekt wurden von der Land- zur Seeseite in vier verschiedenen ökologischen „Zonen“ Proben genommen:

- Trockenschilf-Rand
- Trockenschilf-Kernbereich
- Wasserschilf-Kernbereich
- Wasserschilf-Rand

4.2. Erfassung der Vegetationsstruktur und Vegetationsentwicklung

Zur Charakterisierung der Transekte wurden Halmdichte, Halmhöhe, basaler Halmdurchmesser und die Phytomasseentwicklung der oberirdischen Pflanzenteile des Schilfes gemessen.

Die Halmdichte pro m^2 wurde mit einem quadratischen Holzrahmen als Mittelwert aus drei Messungen für jede Zone getrennt berechnet. Die Messungen erfolgen zeitgleich mit der Entnahme von Pflanzenmaterial.

Die Schilfhalm wurden im Gelände direkt über dem Boden abgeschnitten und die Halmhöhe, der Halmdurchmesser und die Phytomasse festgestellt.

Die Wägung erfolgte immer an mehreren, zuvor in Größenklassen eingeteilten Halmen. Das Durchschnittsgewicht eines frischen Halmes wurde ebenso wie die Phytomasse/ m^2 (in g Frischgewicht) gemessen.

Zur Ermittlung des Trockengewichtes wurden stichprobenartig ausgewählte Halme bei $105^\circ C$ bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und ausgewogen. Die Ergebnisse wurden auf Quadratmeterwerte je Transektzone hochgerechnet.

Der Stickstoffgehalt wurde in Halmmischproben aus den verschiedenen Transektbereichen am 5. 6. 1989 und 30. 8. 1989 entnommen und nach der Trocknung bei $60^\circ C$ (24 h) in einer Kugelmühle zermörsert. Die Messung der N-Gehalte wurde mit einem C/N-Analyser durchgeführt.

4.3. Erfassung der zezidio- und phytophagen Arthropoda

Das Auszüchten im Pflanzeninneren befindlicher Jugendstadien und wenig mobiler ectophager Arthropoda erfolgte in Röhrenphotoektoren. In Fensterfallen wurden mobile, flugfähige Verbreitungsstadien erfaßt (Flugaktivitätsdichte), die bei der Halmentnahme zur Beschickung der Eklektoren flüchteten. Weitere Arten wurden durch Handaufsammlungen nachgewiesen.

Ergebnisse zur Besiedlungsdichte wurden überwiegend durch Auszüchtung und Ausfang an Schilf lebender und sich entwickelnder Arthropoda in Röhrenphotoektoren im Labor erzielt.

Dazu wurde Halmmaterial an insgesamt acht Terminen des Jahres 1989 entnommen:

26. Februar, 28. Mai, 15. Juni, 30. Juni, 19. Juli, 5. August, 17. August, 5. September.

Das Material des ersten Probennahmetermins (26. 2. 89) bestand aus vorjährigen Halmen, zu allen weiteren Terminen wurde frisches Pflanzenmaterial ausgewertet. Zur Kontrolle des Schlupfzeitraumes aus vorjährigen Halmen wurden diese bis zum Juli 1989 beprobt.

Die Probengröße lag zwischen 50 und 100 Halmen und richtete sich nach der Anzahl der Halme/ m^2 am Probennahmeort (vgl. Kap. 5.1.2.).

Die Auswahl des Entnahmeortes und der Halme erfolgte zufällig in den Transektbereichen, war räumlich von den Fensterfallen aber getrennt.

Blattlauskolonien wurden vor der Einlagerung der Pflanzenteile in die Eklektoren gezählt und protokolliert. Da die Aufnahmekapazität der Röhren nicht der Länge der Halme Rechnung tragen konnte, wurden diese zuvor in Längenklassen eingeteilt und in etwa 60 cm lange Segmente zerschnitten. Die Teilstücke wurden entsprechend ihrer Klassen- und Abschnittszugehörigkeit den Röhren zugeordnet. Auf diese Weise war eine Zuordnung der geschlüpften Tiere zu bestimmten Halmeigenschaften gewährleistet.

Die Röhren wurden liegend in Regalsysteme eingesetzt. Zur Belichtung diente das in den Raum einfallende natürliche Tageslicht, wobei direkte Sonnenbestrahlung der Ausfanggefäße vermieden wurde. Eine zusätzliche Belichtung durch Kunstlicht während der Nachtstunden fand nicht statt.

Als Fangflüssigkeit diente eine 1%ige, mit Agepon versetzte Formalinlösung.

Die Ausfangzeit betrug vier Wochen und wurde durch mehrmalige Kontrolle der Ausfangergebnisse ermittelt.

Die gefangenen Tiere wurden anschließend in 70%igen Alkohol überführt.

Um den Ausfangerfolg wegen zu geringer Bewegungsfreiheit geschlüpfter Tiere möglichst wenig zu beeinträchtigen, wurde der Innenraum der Röhre nicht völlig ausgenutzt und auf eine lockere Schichtung der Halme geachtet.

Eine Ausfangkontrolle wurde stichprobenartig für die Blattläuse durchgeführt. Diese wurden vor der Einlagerung gezählt (aphidivore Syrphidenlarven wurden abgesammelt) und mit dem Ausfangergebnis nach Ablauf der Expositionszeit verglichen. Dabei zeigte sich für die Blattläuse ein Ausfangergebnis von über 80 %, wobei die Verluste besonders unter den sehr jungen Individuen (unter 1 mm Körperlänge) hoch waren (ca. 40 %), während alate und geflügelte Weibchen zu 90 % ausgefangen werden konnten.

In den vier Ufertransekten am Belauer See und dem am Stolper See wurden vom 5. 3. 89 bis 10. 10. 89 je drei Fensterfallen (insgesamt 15) zur Ermittlung der Flugaktivitätsdichte installiert.

Die Fensterfallen bestehen aus einer lotrechten, 0,25 m² großen Plexiglasscheibe, die zwischen zwei etwa 2 m hohen Metallstangen befestigt wird. Als Fanggefäß dient an jeder Scheibenseite eine 50 cm lange, leicht abnehmbare PVC-Wanne (Dachrinne). Als Fangflüssigkeit wurde eine 4%ige Formalinlösung, die mit einem Entspannungsmittel (Agepon) versetzt war, verwendet. Die Probennahme fand alle 14 Tage statt.

Die Fangsysteme wurden etwa an die Übergänge zwischen unterschiedlich strukturierten Schilfbereichen im Transekt positioniert und die Scheibenfläche parallel zur Uferlinie ausgerichtet, so daß je Fensterfalle eine ost- und eine westexponierte Seite fängig war.

Die Fallen wurden sämtlich in dem gleichen Höhenbereich (Entwicklung der größten Blattmasse im Laufe der Vegetationsperiode) befestigt. Die Höhe des Fangsystems orientierte sich an der mittleren Höhe des jeweiligen Bestandes zum Zeitpunkt der Installation (5. 3. 89). Der Oberrand der Plexiglasscheibe lag etwa 20 cm unterhalb der mittleren Höhe der Vorjahreshalme. Je nach Untersuchungs transekt und Zone erfaßten die Fallen eine etwa 50 cm starke Luftschicht ab einer Höhe zwischen 1,0 m bis 1,5 m über dem Boden bzw. der Wasseroberfläche.

Diese Verfahrensweise wurde gewählt, um die Windeinflüsse auf die Fangapparatur gering zu halten und die Vergleichbarkeit der Fangergebnisse zu gewährleisten.

Der Beschränkung auf diesen Höhenbereich im Röhricht liegt die Beobachtung aus dem Jahr 1988 zugrunde, daß vor allem im Bereich der größten Blattmasse und im Bereich junger Meristeme, also am apikalen Halmende, die größte Aktivitätsdichte phytophager Arthropoda zu erwarten ist.

Die im Transekt „Halbinsel“ installierten Fensterfallen wurden ab Anfang Juni abgebaut. Da diese Fallen sehr unselektiv arbeiten und die untersuchten Artengruppen zahlenmäßig gering vertreten waren, überstieg der unvermeidbare Beifang jedes vertretbare Maß.

Einige der schilfverzehrenden Arthropoda konnten mit den beschriebenen automatischen Fangmethoden nicht erfaßt werden.

Die Larven von *Philudoria potatoaria* (Lepidoptera, Lasiocampidae) traten hauptsächlich durch die Verzehrspuren am Blattrand in Erscheinung. Diese wurden entweder im Gelände oder bei der Verarbeitung des entnommenen Pflanzenmaterial protokolliert.

Das Auftreten der Imagines von *Donacia clavipes* (Coleoptera, Chrysomelidae) wurden durch Kartierungen im Gelände festgehalten.

Ebenso wurden Gallbildungen von Milben und Halmfliegen vor Ort erfaßt.

Die Blattlauskolonien von *Hyalopterus pruni* wurden vom Zeitpunkt ihres ersten Auftretens an bis zum Entwicklungshöhepunkt zusätzlich zu der ansonsten guten Erfassungsmöglichkeit durch Röhrenphotoelektronen gezählt und kartiert.

Im Herbst 1988 wurden die Gallen von *Giraudiella inclusa* an den Halmen erfaßt. Dazu wurde das Halmmaterial der Länge nach aufgeschnitten in die Gallenanzahl protokolliert.

5. Ergebnisse

5.1 Vegetationsstruktur und Vegetationsentwicklung

5.1.1 Basaler Halmdurchmesser

Der basale Halmdurchmesser wird durch Faktoren wie Nährstoffe, Wasserverhältnisse, Temperatur etc. kontrolliert und ist mit der Halmhöhe, der Phytomasseproduktion, der Internodienzahl und den chemischen Eigenschaften korreliert (MOOK 1967, HASLAM 1971, RUDESCU & HIRGISU 1972, MOOK & VAN DER TOORN 1982). Da sich der basale Halmdurchmesser im Jahresverlauf kaum verändert (HASLAM 1971), wurde diese Messung, im Gegensatz zu den Gewichts- und Längenmessungen, nur einmal im Frühjahr 1989 durchgeführt.

Die Halmeigenschaften wurden jeweils für einen untersuchten Transektbereich gemittelt, so daß für die graphische Aufarbeitung der Ergebnisse ein Raster mit 20 Einzelfeldern entworfen wurde, das die entsprechenden Transektzonen nebeneinanderstellt (Abb. 6). Es ist zu berücksichtigen, daß die unterschiedliche Flächenausdehnung der einzelnen Transektbereiche hierbei nicht dargestellt wird.

Die Meßergebnisse (n jeweils 40 Halme) liegen im Bereich zwischen dem Minimalwert von $3.8 \text{ mm} \pm 0.7$ im Trockenschilf-Randbereich des Transektes „Halbinsel“ und 7.9 ± 0.8 im Wasserschilf-Randbereich des Transektes „Feuchtgrünland“. Die meisten Meßwerte liegen im Bereich $5.00 \text{ mm} - 5.49 \text{ mm}$ (6 Meßwerte) und $5.50 \text{ mm} - 5.99 \text{ mm}$ (3 Meßwerte), also einem mittleren Bereich. 70 % der untersuchten Transektbereiche werden von Halmen mit einem basalen Halmdurchmesser unter 6.00 mm gebildet.

In allen Transekten nimmt der basale Halmdurchmesser von der Land- zur Seeseite hin zu.

Auffallend sind die Werte für das Transekt „Acker“, die insgesamt sehr eng beieinander liegen ($5.0 \text{ mm} - 5.6 \text{ mm}$). Für Transekt „Acker“ zeigt sich darin die relative Gleichförmigkeit des Untergrundes mit nur wenig abfallendem Geländeprofil von der Land- zur Seeseite. Zwar lassen sich die in Kap. 4.1 definierten Zonen ausweisen, dennoch werden hier die Faktoren Nährstoffe, Wasserverhältnisse und Temperatur nicht wesentlich für die Ausbildung unterschiedlich starker Halme wirksam.

Die geringsten basalen Halmdurchmesser wurden in den Trockenschilf-Randbereichen der Transekte „Halbinsel“ und „Erlenbruch“ gemessen. Da diese Bereiche im ganzjährig beschatteten Waldbestand liegen, kommt hier vor allem das Licht als begrenzender Faktor für das Schilfwachstum eine bedeutende Rolle zu.

Die Wasserschilf-Ränder der Transekte „Feuchtgrünland“, „Erlenbruch“ und „Stolper See“ sowie die Wasserschilfbereiche des Transektes „Halbinsel“ stellen die typische Ausbildung eines „nassen Rohrwaldes“ (IMHOF 1966) mit kräftigen, in freier Wasserfläche stehenden Halmen dar.

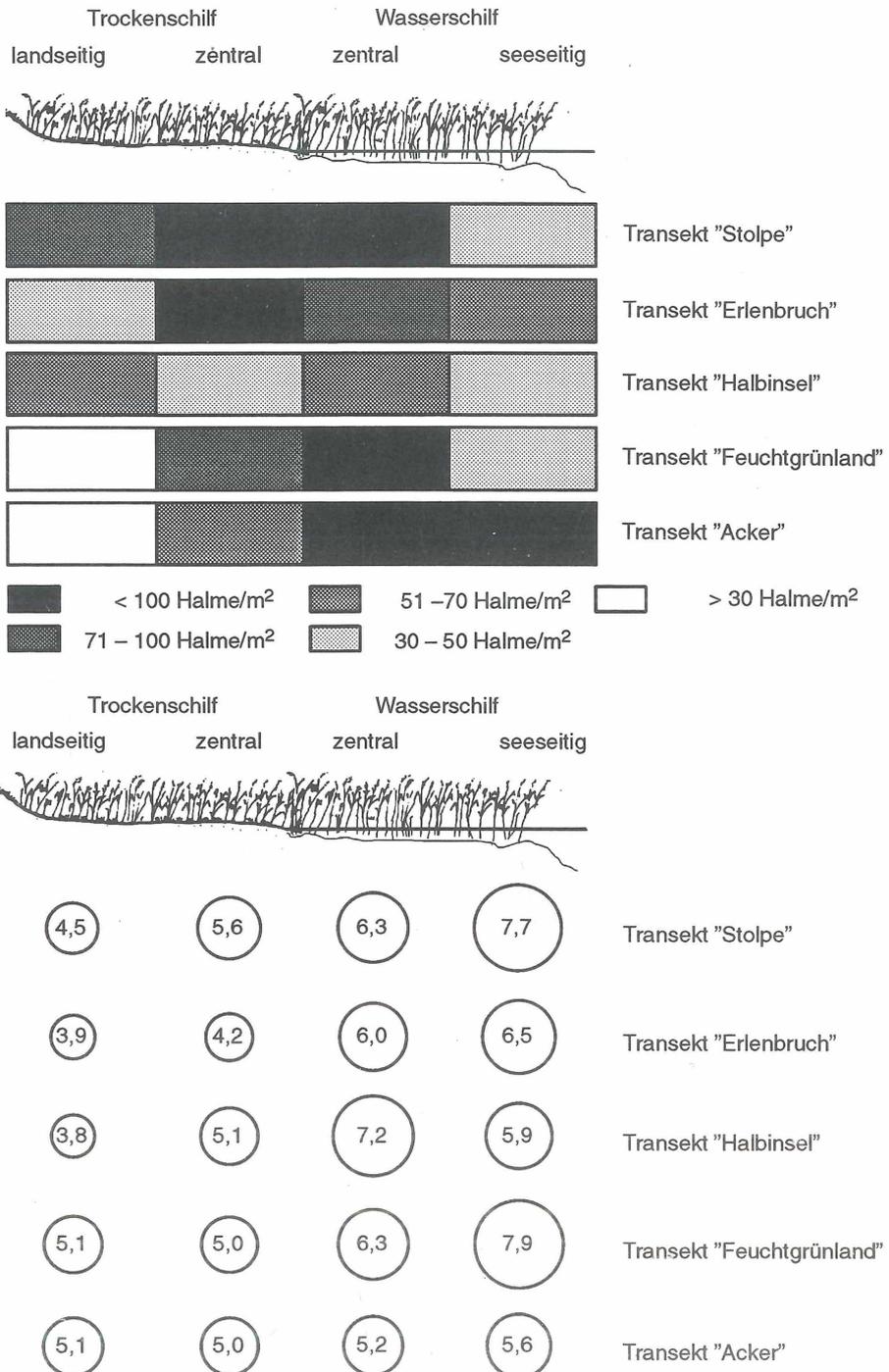


Abb. 6: Die durchschnittliche Halmdichte pro m² (n = 3 untersuchte m² je Transektbereich) und die durchschnittlichen basalen Halmdurchmesser in mm (n = 40) in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte (vgl. Tab. 1).

5.1.2 Durchschnittliche Halmdichte

Neben der Dicke der Halme und den davon abzuleitenden Eigenschaften ist die Dichte der Halme pro Flächeneinheit ein geeigneter Parameter zur Beschreibung der Biotopstruktur (Raumwiderstand sensu HEYDEMANN 1956).

Große Halmdurchmesser sind mit der Halmdichte negativ korreliert (MOOK & VAN DER TOORN 1982). Diese wird vor allem durch den Einfluß der Temperatur und der Verfügbarkeit von Stickstoff bestimmt. So werden durch Frosteinwirkung geschädigte Jungtriebe besonders der trockeneren Schilfstandorte durch 2–3 neue ersetzt, was zu einer Erhöhung der Dichte um bis zu 400 % führen kann (HASLAM 1971). Zudem ist im trockenen Boden aufgrund der besseren Sauerstoffversorgung eine höhere N-Mineralisation gegeben (KLÖTZLI & ZÜST 1973), die sich in hoher Halmdichte bei gleichzeitig dünnen Halmen niederschlägt.

Die größten Halmdichten (70–170 frische Halme/m²) werden in den zentralen Bereichen der Transekte, den Trocken- und Wasserschilfbeständen erreicht (Abb. 7). Eine Ausnahme stellt das Transekt „Halbinsel“ dar, das insgesamt nur geringe Halmdichten aufweist. Ursache hierfür ist der hohe Anteil anderer Pflanzenarten, insbesondere *Typha angustifolia*, *Eupatorium cannabinum* und *Carex acutiformis*.

5.1.3 Höhenwachstum

Der Beginn des Halmaustriebs wurde aufgrund des sehr milden Winters 1988/89 bereits ab Mitte April beobachtet. Das typischerweise recht schnelle intercalare Wachstum der Halme im Frühjahr, verbunden mit der milden Witterung, führte zu einer durchschnittlichen Bestandeshöhe von 40 bis 80 cm in der ersten Juniwoche. Danach flachte die Wachstumskurve etwas ab und erreichte nach einem kurzen Wachstumsschub, bedingt durch die beginnende Blütenbildung Ende Juli, den Maximalwert von 200 ± 60 cm (gemittelt über alle Untersuchungsgebiete).

In Abb. 7 und 8 ist exemplarisch das Höhenwachstum für die Transekte „Feuchtgrünland“ und „Stolpe“ dargestellt, welche in etwa die verbleibenden Transekte repräsentieren. Die Längenangaben des Wasserschilfes beziehen sich auf die Höhe ab Wasseroberfläche.

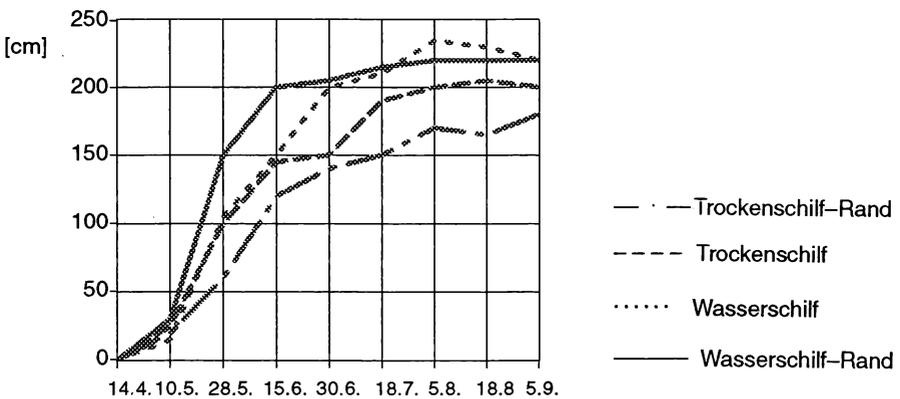


Abb. 7: Entwicklung der durchschnittlichen Halmhöhe in den unterschiedlichen Bereichen des untersuchten Transektes „Feuchtgrünland“ vom 14. 4. bis 5. 9. 1989.

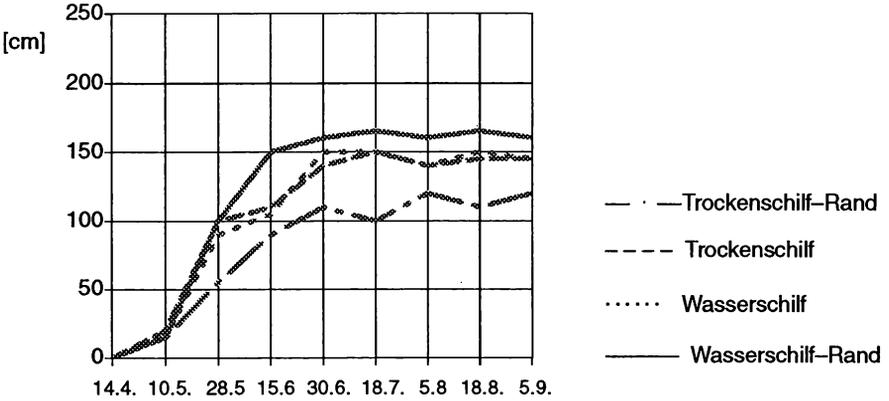


Abb. 8: Entwicklung der durchschnittlichen Halmhöhe in den unterschiedlichen Bereichen des untersuchten Transektes „Stolpe“ vom 14. 4. bis 5. 9. 1989.

5.1.4 Phytomasse

Die Entwicklung der durchschnittlichen Halmgewichte im Jahresverlauf, ausgedrückt als Frischgewicht und Trockengewicht pro Halm (jeweils gemittelt für jeden Probenahmeort), ist abhängig von verschiedenen Umweltfaktoren und mit dem basalen Halmdurchmesser und dem Höhenwachstum korreliert.

Der steile Anstieg der Halm-Frischgewichte bis zum 5. Juni 1989 ist ursächlich mit der starken Entwicklung der Blätter verbunden. In der Frühphase des Austreibens erfolgt die Versorgung der Halme hauptsächlich über das Rhizom (RODEWALD-RUDESCU 1972), während mit der Vergrößerung der Blattoberflächen die eigene Photosyntheseleistung erhöht wird und die Stoffproduktion stark ansteigt (GEISSELHOFER & BURIAN 1970).

Die Gewichtszunahme (Frischgewicht) ist bis zum Juni hoch, während im weiteren Jahresverlauf nur noch ein geringer Zuwachs an Phytomasse zu verzeichnen ist. Der geringe Anstieg des Frischgewichtes im Juli durch die beginnende Blütenbildung wird durch den

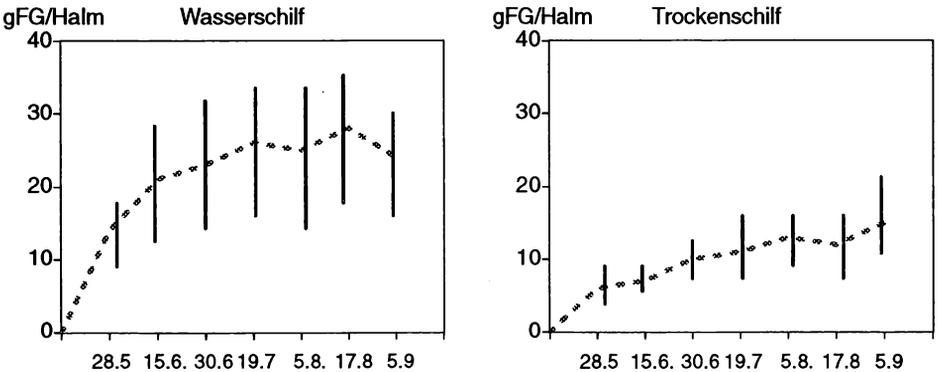


Abb. 9: Entwicklung des durchschnittlichen Frischgewichtes in g pro Halm der Wasserschilf- und Trockenschilfhalme vom 14. 4. bis 5. 9. 1989 (n = 80).

Das Trockengewicht zeigt einen gleichsinnigen Verlauf wie die Entwicklung des Frischgewichtes. Am 5. Juni wird ein Trockengewichtsanteil von ca. 33 % erreicht, der sich zunächst bis Ende Juli nur wenig erhöht, dann aber bis auf 52 % am 29. September ansteigt (gemittelt über alle Transekte und deren Wasser- und Trockenschilfbereiche).

Dieser Anstieg des Trockengewichtes relativ zum Frischgewicht liegt in der zunehmenden Austrocknung des Halmes begründet. Der Anteil der Trockenmasse am Gesamtgewicht nimmt wegen des Blattabwurfs zum Ende der Vegetationsperiode zu.

Insgesamt liegt die Phytomasse in den Trockenschilf-Standorten deutlich niedriger als in den Wasserschilf-Standorten. Insbesondere die Halme der beschatteten Bereiche in den Transekten „Halbinsel“ und „Erlenbruch“ erreichen, wie auch die kurzen Halme im Trockenschilf-Rand in Transekt „Stolpe“, nur ein geringes Gewicht (Abb. 10).

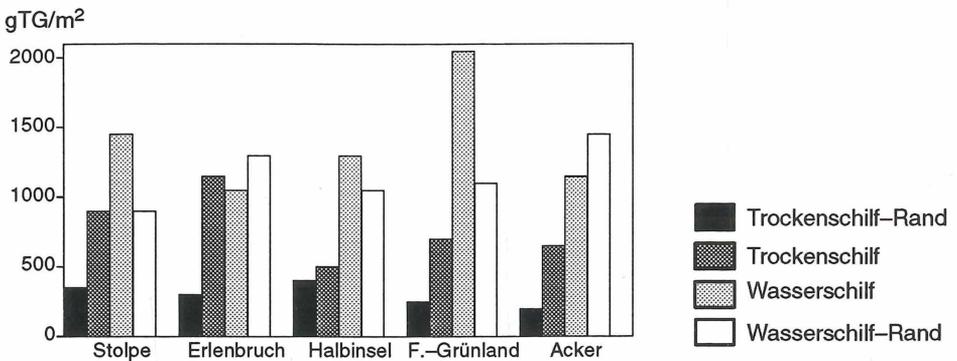


Abb. 10: Phytomasse des Schilfes in g Trockengewicht pro m² in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte zum Zeitpunkt der höchsten Phytomasseentwicklung (Probennahme am 5. 8. 1989).

5.1.5 Stickstoffgehalt der Schilfhalme

VAN DER LINDEN (1980) zeigt in seiner Untersuchung zum Stickstoff-Haushalt von *Phragmites australis* in holländischen Poldern die saisonale Änderung des N-Gehaltes in Halm und Rhizom. Die Entwicklung neuer Halme in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode ist von einer Abnahme des Gehaltes an Rhizom-Stickstoff begleitet. Die Abnahme des N-Gehaltes in den Halmen während der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode ist mit einer Zunahme des Rhizom-Stickstoffes verbunden. Dabei wird der Verlust von Halm-Stickstoff durch Auswaschung („leaching“) als gering bewertet. Naheliegender ist daher die Vermutung, daß der Stickstoff in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode innerhalb der Pflanze „recycled“ wird.

Den wichtigsten Faktor im Stoffhaushalt des Schilfrohes stellt das Nitrat dar (RODEWALD-RUDESCU 1972), das auch über die Hydropoten der Adventivwurzeln aus dem Wasser des eutrophen Belauer und Stolper Sees aufgenommen werden kann.

Unter den anaeroben Bedingungen der ständig wasserbedeckten Schilfstandorte ist die N-Mineralisation im Jahresmittel geringer als in den, vor allem im Sommer, gut belüfteten

Untergründen der landseitigen Bestandsränder (KLÖTZLI & ZÜST 1973). Die höheren Stickstoffwerte in den Trockenschilfen liegen hierin begründet. Als eine Folge dieser Situation ist daher besonders die hohe Halmdichte mit durchweg dünnen Halmen zu beobachten (ELLENBERG 1964).

Im Rahmen dieser Arbeit konnte lediglich zweimal (5. 6. 1989 und 30. 8. 1989) der N-Gehalt der Halme für die Transekte „Feuchtgrünland“, „Erlenbruch“, „Stolpe“ und „Acker“ aufgrund einer Halm-Mischprobe aus jedem Transekt bestimmt (Abb. 11) werden.

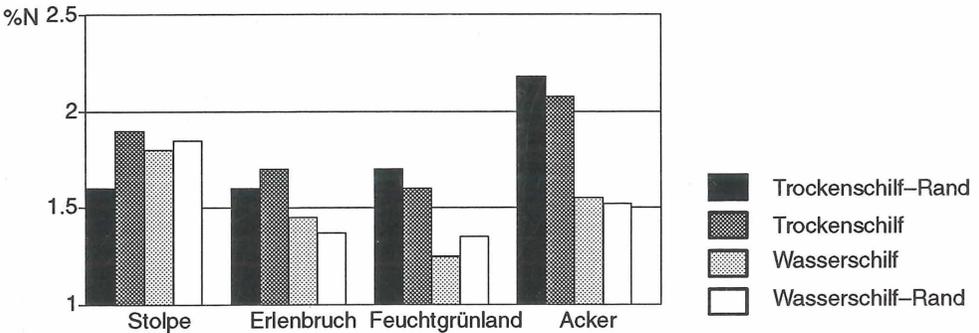


Abb. 11: Stickstoffgehalt in % Trockengewicht der Schilfhalme in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte am 15. 6. 1989 (n = 5).

Die Werte liegen in etwa in der Größenordnung, die auch von anderen Autoren angegeben werden: VAN DER LINDEN (1980): 1.93 ± 0.02 % N/g TG (für ganze Halme aus einem niederländischen Polder mit trockenen Standorten), KVET (1973): etwa 2 % (für ganze Halme „litoraler“ Standorte in Böhmen, ČSFR). Das Trockenschilf weist einen höheren Gesamt-N-Anteil pro Gewichtseinheit auf als das Wasserschilf: TS $1,82 \pm 0,7$, WS $1,55 \pm 0,9$ (Juni). Der N-Anteil ist am Ende der Vegetationsperiode um August erwartungsgemäß deutlich geringer als im Frühsommer. Die Werte Ende August liegen etwa um 30 % niedriger.

Auffallend sind die besonders hohen N-Gehalte im Trockenschilf von Transekt „Acker“, die deutlich höher liegen als in allen anderen Trockenschilfbereichen. Als Ursache kommt der Einfluß des von den höher liegenden Agrarflächen abfließenden, nitrathaltigen Oberflächenwassers in Betracht.

Die ähnlichen N-Gehalte im Trocken- und Wasserschilf des Transektes „Stolpe“ sind möglicherweise auf die anaeroben Bodenverhältnisse mit der damit verbundenen geringeren Stickstoffmineralisation im Trockenschilf zurückzuführen. Die besonders niedrigen Werte im Trockenschilf-Rand des Stolper Sees sind auf den insgesamt ärmeren Boden im Vergleich zum Belauer See an dieser Stelle zurückzuführen (Dr. Schrautzer, mündl.).

Tab. 1: Tabellarische Zusammenfassung der Daten zur Vegetationsstruktur. Angegeben sind die max. Höhen und Gewichte (5. 8. 1989)

| Transekt | Bereich | Halm \varnothing | Halme/m ² | max. Höhe | FG/m ² [g] | TG/Halm ² [g] | TG/m ² [g] |
|------------------|---------|--------------------|----------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| „Acker“ | WS-Rand | 5.6+/-0.7 | 112 | 210 | 23.6 | 11.00 | 1232.0 |
| | WS | 5.2+/-0.5 | 167 | 200 | 14.7 | 5.70 | 951.0 |
| | TS | 5.0+/-0.6 | 70 | 200 | 8.7 | 7.0 | 497.0 |
| | TS-Rand | 5.1+/-0.4 | 20 | 170 | 18.2 | 6.91 | 138.2 |
| „Feuchtgrünland“ | WS-Rand | 7.9+/-0.8 | 43 | 240 | 38.5 | 22.35 | 961.1 |
| | WS | 6.3+/-0.5 | 170 | 235 | 19.5 | 10.37 | 1762.9 |
| | TS | 5.0+/-0.8 | 78 | 200 | 17.1 | 6.50 | 507.0 |
| | TS-Rand | 5.1+/-0.5 | 20 | 170 | 17.6 | 6.70 | 133.6 |
| „Halbinsel“ | WS-Rand | 5.9+/-0.6 | 40 | 230 | 38.2 | 22.47 | 898.8 |
| | WS | 7.2+/-0.8 | 52 | 250 | 41.9 | 21.28 | 1106.5 |
| | TS | 5.1+/-0.4 | 38 | 180 | 26.1 | 9.90 | 376.2 |
| | TS-Rand | 3.8+/-0.7 | 63 | 120 | 12.3 | 4.67 | 294.2 |
| „Erlenbruch“ | WS-Rand | 6.5+/-0.8 | 67 | 175 | 25.8 | 15.99 | 1071.3 |
| | WS | 6.0+/-0.5 | 80 | 230 | 25.3 | 10.82 | 865.6 |
| | TS | 4.2+/-0.6 | 157 | 210 | 16.3 | 6.19 | 971.8 |
| | TS-Rand | 3.9+/-0.6 | 46 | 160 | 12.8 | 4.86 | 223.6 |
| „Stolpe“ | WS-Rand | 7.7+/-0.3 | 49 | 150 | 24.2 | 16.52 | 809.5 |
| | WS | 6.3+/-0.4 | 107 | 175 | 26.7 | 14.40 | 1540.8 |
| | TS | 5.6+/-0.6 | 138 | 155 | 13.8 | 5.24 | 723.1 |
| | TS-Rand | 4.5+/-0.8 | 83 | 120 | 8.7 | 3.30 | 273.9 |

5.2 Ökologische Charakteristik des Arteninventars

Insgesamt wurden 45 Arten aus 6 Ordnungen der Arthropoda, die immer oder zeitweise an Schilf leben und am Verzehr der Phytomasse beteiligt sind, nachgewiesen (Tab. 2). Der ökologische Bezug zu *Phragmites australis* und das Merotop, in dem die Arten in dieser Untersuchung nachgewiesen wurden, ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

5.3 Ökologische Verteilung schilfverzehrender Arthropoda

5.3.1 Gallenverzehrer

Unter den Gallenverzehrern, den zezidiophagen Arthropoda, werden diejenigen Arten zusammengefaßt, die sich von Gallen bzw. in Gallen von deren Gewebe ernähren. Es finden hier die Arten Berücksichtigung, die entweder gallenerzeugend (zezidogen) und/oder als Mitbewohner in von anderen erzeugten Gallen leben (Inquilinen) (SCHWERTFEGGER 1971). Zu den bedeutenden Veränderungen der Schilfpflanze durch die Aktivität phytophager Arthropoda zählen die Gallbildungen im apikalen Halmabschnitt und am Halm selbst. Verursacher der großen Gallen am Vegetationspunkt sind die Milbe *Stenotarsonemus phragmitidis* (Acarina, Tarsonemidae) und die Halmfliegen der Gattung *Lipara* (Chloropidae).

Tab. 2: Ökologischer Bezug der erfaßten Arten zu *Phragmites australis*.

Es bedeuten: M: monophag O: oligophag P: polyphag ?: keine Angabe

| Artname | Wirtsbezug nach Literatur | Merotop | Gesamtfang in | |
|---------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------|
| | | | Fensterf. | Eklekt. |
| Stenotarsonemus phragmitidis | M | Veg.-Pkt. | - | - |
| Limothrips denticornis | ? | Blattgrund | - | 72 |
| Haplothrips hukkineni | ? | Blüte | - | 1209 |
| Stenodema calcaratum | P | Blätter | 26 | - |
| Stenodema laevigatum | P | Blätter | 31 | - |
| Chloriona ♀/Larven | M | Blattgrund | - | 8952 |
| Chloriona dorsata | M | Blattgrund | 138 | - |
| Chloriona glaucescens | M | Blattgrund | 2 | - |
| Chloriona smaragdula | M | Blattgrund | 5 | - |
| Chloriona vasconica | M | Blattgrund | 413 | - |
| Euides speziosa | M | Blattgrund | 3 | - |
| Paralimnus phragmitis | M | Blattgrund | 84 | - |
| Philaenus spumarius | P | Halm | - | - |
| Hyalopterus pruni | O | Blätter | 337 | 53206 |
| Archanara dissoluta | M | Halm | 23 | 15 |
| Archanara geminipuncta | M | Halm | 14 | 1 |
| Archanara neurica | M | Halm | 1 | - |
| Nonagria maritima | M | Halm | 5 | - |
| Nonagria maritima f.wis. | M | Halm | 1 | - |
| Meliana flammea | M | Halm | 8 | 2 |
| Rhizedra lutosa | M | Rhizom | - | - |
| Sideridis straminea | M | Halm | 7 | - |
| Philudoria potatoria | O | Blätter | - | - |
| Elachista cerusella | M | Blätter | - | 6 |
| Donacia clavipes | M | Rhizom/Blatt | 34 | 26 |
| Juliusiana braccata | M | Rhizom/Blatt | 2 | - |
| Anthomyza gracilis | M | Inquilin | 201 | 462 |
| Agromyza hendeli | M | Blätter | - | 1 |
| Agromyza phragmitidis | M | Blätter | - | 3 |
| Poemyza phragmitidis | M | Blätter | - | 3 |
| Lipara lucens | M | Veg.-Pkt. | - | 12 |
| Lipara pullitarsis | M | Veg.-Pkt. | - | 11 |
| Lipara similis | M | Veg.-Pkt. | 1 | 14 |
| Calamoncosis aprica | M | Inquilin | 159 | 14 |
| Calamoncosis minima | M | Halm | 143 | 149 |
| Eribolus hungaricus | M | Inquilin/Halm | 109 | 250 |
| Elachiptera cornuta | O | Inquilin/Halm | 1411 | 57 |
| Cryptonerva diadema | M | Inquilin/Halm | 8 | 2 |
| Cryptonerva flacitarsis | M | Inquilin/Halm | 20 | 70 |
| Incertella zuercheri | O | Inquilin/Halm | 2314 | 262 |
| Platycephala planifrons | M | Veg.-Pkt. | 1 | - |
| Asynapta thurau | O | Halm | 92 | 719 |
| Giraudiella inclusa | M | Halm | 179 | 2946 |
| Lasioptera arundinis | M | Halm | 2 | 2 |
| Thrypticus smaragdinus | M | Halm | 8 | 6 |

5.3.1.1 Acarina, Tarsonemidae

Die kleinen Tiere machen bereits im April/Mai durch beginnende Verdrehungen der Halmspitze auf sich aufmerksam. Die Entfaltung der Blattspreite wird durch scheinbare „Verklebung“ der Blattränder unterbunden, das Aufwachsen des Halmes durch Stauchung des Vegetationspunktes stark reduziert. Das Saugen der Milben induziert ein keulenartiges Auswachsen der nach innen gewendeten Epidermiszellen, woraufhin die Gallbildung an der Sproßspitze erfolgt. Der Frühjahrsbefall zeichnet sich durch kräftige, etwa fingerdicke, korkenzieherartige Gallen aus, die das ganze Jahr über erhalten bleiben und auch im folgenden Jahr an ausdauernden Althalmen gefunden werden können. Erfolgt der Befall später im Jahr, kann es an den befallenen Halmen noch zu einer Blütenbildung kommen, doch sind die Blätter oft bizarr miteinander „verklebt“ (SKURHAVY et al. 1975, SKURHAVY 1978).

Diese auffälligen Gallen zeigen eine sehr ungleichmäßige Verteilung über die Transekte und Transektzonen. Uferabschnitte mit großen Galldichten werden von Bereichen ohne eine einzige Galle abgelöst. Verbreitungsschwerpunkte sind die trockenen Bestände des Trockenschilf-Randbereiches, wobei allein 58 % der Gallen im Transekt „Acker“ gefunden wurden. Im durchgehend sehr feuchten Transekt am Stolper See dagegen wurde die Gallbildung nur ganz vereinzelt beobachtet (2 Gallen).

Etwa 20 % der Gallen stammen aus den Transekten „Feuchtgrünland“ und „Erlenbruch“ (30 bzw. 33), und auch hier wurden besonders trockene Schilfbestände bevorzugt.

Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen von SKURHAVY et al. (1975) an süd-böhmischen Uferändern und VOGEL (1980).

Diese enge Bindung an trockene Schilfzonen kann folgendermaßen erklärt werden:

- Das Verteilungsmaximum bei geringen Halmdichten fällt zusammen mit den von *Lipara*-Arten bevorzugten Eiablage-Habitaten, in deren Gallen *Stenotarsonemus phragmitidis* auch als Inquiline vorkommt. Eine phoretische Verbreitung der Milbe durch *Lipara*-Arten wird deshalb von WAITZBAUER (1969) angenommen.
- In Bereichen hoher Halmdichten kommt die Selbstverbreitung der Art durch das aktive Überwechseln auf benachbarte Halme in Betracht (VOGEL 1980).

Nach eigenen Beobachtungen wurden ebenfalls kräftige Halme mit basalen Halmdurchmessern von über 6 mm besiedelt, jedoch kam es hier nicht zu einer erfolgreichen Gallbildung. Zwar waren anfänglich die Triebspitzen verwachsen, eine „normale“ Entwicklung der Halme wurde jedoch nicht verhindert. Es besteht also offensichtlich auch ein Zusammenhang zwischen der Halmsqualität und einer erfolgreichen Gallbildung.

5.3.1.2 Diptera-Chloropidae

Die vier monophagen Arten der Gattung *Lipara*, von denen drei am Ufer des Belauer und Stolper Sees nachgewiesen werden konnten (*Lipara lucens*, *Lipara similis*, *Lipara pullitarsis*), unterscheiden sich in der Art der Gallinduktion prinzipiell nicht (CHVALA et al. 1974). Die während der Nacht (MOOK 1967) im Mai/Juni schlüpfenden Larven kriechen unter den Rand der obersten Blattscheide und bohren sich bis zum Vegetationspunkt vor. Der Vegetationspunkt wird durch Verzehr und Stoffwechselprodukte der Larven derart beeinflusst, daß später gebildete Internodien stark verkürzt entwickelt werden. Die Anzahl der verkürzten Internodien ist mehr oder weniger charakteristisch für die Arten und demnach auch für das Erscheinungsbild der Gallen.

Die Tiere überwintern in der Galle, Mitte März bis Ende Mai des darauffolgenden Jahres erfolgt die Verpuppung, wenig später der Schlupf.

Die räumliche Verteilung der Gallen im Untersuchungsgebiet ist stark an das Auftreten bestimmter Halmgrößen zum Zeitpunkt der Eiablage gebunden. Auch scheint die Halmdichte einen Einfluß auf die Verteilung zu haben (CHVALA et al. 1974).

Das Nebeneinander mehrerer Arten mit gleicher Ernährungsstrategie der Larven wird bei den *Lipara*-Arten durch die unterschiedliche Bevorzugung verschiedener Halmdurchmesser und -standorte möglich. So fanden sich die Gallen der häufigsten Art des Untersuchungsgebietes, *Lipara lucens*, im Mittel an Halmen von 3 bis 4 mm basalem Halmdurchmesser, die in trockenen Beständen größerer Halmdichte (70–130 Halme/m²) auftreten (suboptimaler Standort), während *Lipara pullitarsis* bis 5 mm starke Halme annimmt (CHVALA et al. 1974). Diese Art trat als einziger Vertreter der Gattung ausschließlich im Transekt „Halbinsel“ auf, das Halmdichten von 30 bis 60 Halmen zeigt und keine Schilfmönokultur darstellt (vgl. Kap. 5.1.2).

Für *Lipara similis* konnten aufgrund der geringen Abundanz der Gallen keine Präferenzen bezüglich der Halmgrößen ermittelt werden. Diese Art trat gemeinsam mit *Lipara lucens* im Trockenschilf auf, kam aber auch im Wasserschilf vor.

Der Besiedlungsschwerpunkt der *Lipara*-Arten liegt im Trockenbereich der Transekte. Zudem besteht ein deutliches Gefälle zwischen dem Transekt „Acker“ im Süden des Belauer Sees mit der größten und dem nördlichen Transekt „Erlenbruch“ mit der geringsten Galldichte. Das Transekt am Stolper See weist ebenfalls eine geringe, prozentuale Galldichte auf.

Für die Verteilung dieser Arten im Schilf der Seeufer sind vor allem strukturelle Eigenschaften der Schilfbestände von Bedeutung, die sich aus den für die Pflanze wesentlichen Faktoren Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit ergeben. Ein hoher Trophiegrad der Schilfstandorte, ist er nun natürlicherweise durch hohe N-Mineralisation im trockenen Boden oder/und zusätzlich durch stark eutrophiertes Seewasser bedingt, bewirkt dichte Bestände mit gleichzeitig geringen Halmdurchmessern und vergrößert dadurch in einem kleinräumigen Uferbiotop, wie im Transekt „Acker“, das Angebot an Halmen, die für die *Lipara*-Arten und Gallmilben zur Gallbildung zur Verfügung stehen.

In Tabelle 2 sind die Daten zur Besiedlungsdichte der *Lipara*-Arten und von *Stenotarsonemus phragmitidis*, sowie der prozentuale Anteil besiedelter Halme pro m² zusammengefaßt.

5.3.1.3 Inquilinen in den *Lipara*-Gallen

Die großen „Zigarrengallen“ der *Lipara*-Arten (Chloropidae) beherbergten einige weitere Diptera-Larven, die jedoch auch aus Halmen ohne *Lipara*-Gallen in z. T. weit größerer Anzahl ausschlüpfen. Insgesamt wurden 46 *Lipara*-Gallen in gesonderten Gefäßen ausgezchtet und folgende Inquilinen ermittelt (Tab. 3):

Cryptonerva flavitarsis (Chloropidae) lebt zwischen den um die Galle herumwachsenden Blättern und ist die häufigste Inquiline der untersuchten Gallen, wurde aber auch außerhalb der Gallen festgestellt (70 Ind.). V. TSCHIRNHAUS (1981) gibt sie als monophag an Schilf lebende Art an.

Calamoncosis aprica (Chloropidae) lebt als Inquiline in den Gallen der *Lipara*-Arten. V. TSCHIRNHAUS (1981) gibt sie als Inquiline bei *Platycephala planifrons* an.

Calamoncosis minima (Chloropidae) wird bei V. TSCHIRNHAUS (1981) ebenfalls als monophag an Schilf lebend angegeben. Eigene Beobachtungen zeigen, daß sich Larven dieser Art aus Halmen mit *Archanara*-Larven züchten ließen, so daß auch eine phytosaprophage Ernährung wahrscheinlich ist (VOGEL 1980).

Tab. 3: Besiedlungsdichte der *Lipara*-Arten und von *Stenotarsonemus phragmitidis* in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte und der Anteil besiedelter Halm pro m². Angegeben sind die Mittelwerte aus acht Messungen. Die Standardabweichung beträgt etwa 50 %.

| Transekt | Bereich | Gallen pro m ² | | | | Summe bef. Halme (%) |
|-----------------|---------|---------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| | | <i>Lipara similis</i> | <i>Lipara lucens</i> | <i>Lipara pullit.</i> | <i>Stenot. phragm.</i> | |
| Acker | WS-Rand | 3 | – | – | 1 | 4,0 |
| | WS | 1 | 5 | – | 5 | 7,0 |
| | TS | – | 3 | – | 6 | 13,0 |
| | TS-Rand | – | 3 | – | 10 | 43,0 |
| Feucht-Grünland | WS-Rand | – | – | – | – | – |
| | WS | – | – | – | 1 | 0,6 |
| | TS | 1 | 1 | – | 3 | 6,0 |
| | TS-rand | – | 3 | – | 3 | 20,0 |
| Halbinsel | WS-Rand | – | – | – | – | – |
| | WS | – | – | 3 | – | 6,0 |
| | TS | – | – | – | – | – |
| | TS-Rand | – | 2 | – | 1 | 5,0 |
| Erlenbruch | WS-Rand | – | – | – | – | – |
| | WS | – | – | – | 2 | 2,0 |
| | TS | – | 2 | – | 5 | 4,0 |
| | TS-Rand | – | – | – | 1 | 2,0 |
| Stolpe | WS-Rand | – | – | – | – | – |
| | WS | 2 | – | – | – | 2,0 |
| | TS | 1 | 2 | – | – | 2,0 |
| | TS-Rand | – | 2 | – | – | 2,0 |

Incertella zuercheri (Chloropidae) ist oligophag und wurde von V. TSCHIRNHAUS (1981) auch in *Bolboschoenus maritimus* nachgewiesen. Dieser Autor verweist auf eine phytosaprophage Ernährungsweise in *Phragmites*-Halmen und in *Lipara*-Gallen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde *Incertella zuercheri* auch aus durch *Archanara*-Larven geschädigten Halmen gezogen.

Anthomyza gracilis (Anthomyzidae) wird von WAITZBAUER (1969) auch eine saprophage Ernährungsweise zugeschrieben. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von VOGEL (1980) im Marburger Raum ist dieser Art am Belauer und Stolper See recht häufig. Schlüpfende Imagines dieser Art konnten mit den Röhrenphotoektoren nur in Vorjahreshalmen festgestellt werden. Im Laufe des Sommers wurden keine Individuen mehr gezüchtet. Zum Ende des Sommers trat *Anthomyza gracilis* jedoch in den Fensterfallen wieder vermehrt auf.

Cnemopogon apicalis (Scatophagidae) lebt nach WAITZBAUER (1969) räuberisch in der *Lipara*-Gallen und wurde außerhalb der Gallen nicht gefunden. Die beiden Individuen stellen Einzelfunde dar.

Tab. 4: Anzahlen der aus 46 *Lipara*-Gallen gezüchtete Diptera und Gesamtfang aus nicht mit *Lipara*-Gallen besetzten Schilfhalmern.

| | Individuen | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| | aus <i>Lipara</i> -Gallen | aus Schilfhalmern |
| Chloropidae | | |
| <i>Lipara lucens</i> | 4 | – |
| <i>Lipara similis</i> | 2 | – |
| <i>Lipara pullitarsis</i> | 11 | – |
| <i>Cryptonerva flavitarsis</i> | 40 | 70 |
| <i>Calamoncosis aprica</i> | 14 | – |
| <i>Calamoncosis minima</i> | 1 | 147 |
| <i>Incertella zuercheri</i> | 15 | 262 |
| Anthomyzidae | | |
| <i>Anthomyza gracilis</i> | 38 | 462 |
| Scatophagidae | | |
| <i>Cnemopogon apicalis</i> | 2 | 2 |

5.3.1.4 Diptera, Cecidomyiidae

Zwar weniger offensichtliche, aber bei näherer Betrachtung ebenso eindrucksvolle Gallbildungen stammen von den Gallmücken (Cecidomyiidae), insbesondere von den Larven der monophagen *Giraudiella inclusa*, deren Gallsekrete die Ausbildung eines Nährgewebes bewirken (ROHFRI TSCH 1975). Die Gallen sind äußerlich kaum erkennbar, da sie sich in das Lumen der Halme fortsetzen und erst bei deren Öffnung als reiskornartige Gebilde in Erscheinung treten.

Nach der Überwinterung in den Gallen erfolgt der Schlupf der Imagines und die Eiablage im Mai/Juni. Während ein Teil der neuen Generation bis zum nächsten Frühjahr in den Gallen verbleibt („Langsamentwickler“), schlüpfen die „Schnellentwickler“ schon kurze Zeit später und bringen eine weitere Generation hervor. Auf diese Weise können vier Generationen gebildet werden, die zu Gallbildungen in unterschiedlicher Halmhöhe führen (TSCHARNTKE 1986).

Der Einfluß der Halmdurchmesser auf das Eiablageverhalten dieser Gallmücke ist von TSCHARNTKE (1986) untersucht worden. Mit zunehmender Halmdicke nimmt die Anzahl abgelegter Eier zu, während die Mortalität der Eilarven an den vitalen, dicken und silikatreichen Halmen größer ist als an dünnen und silikatärmeren. Die erfolgreiche Bildung einer Galle nimmt daher mit zunehmendem Halmdurchmesser ab.

Für diese Art besteht eine Wechselbeziehung zu den Arten der Schilfeulen. Durch den Verzehr der Schilfeulen-Larven bildet der Schilfhalm weiche Seitentriebe aus, die von den „Schnellentwicklern“ von *Giraudiella inclusa* zur Eiablage genutzt werden. Hierdurch erfahren die „Schnellentwickler“ eine Förderung, da im kräftigen Wasserschilf, dem Verbreitungsschwerpunkt der Schilfeulen, das Angebot an dünnen und für die Gallbildung besonders geeigneten Halmen gering ist.

Räumliche Verteilung der Gallen im Winter 1988/89, Schlupfdichte der Imagines

Die Galldichte von *Giraudiella inclusa* wurde im Herbst 1988 erhoben. Die Datenerhebung erfolgte in den Transekten „Feuchtgrünland“, „Halbinsel“ und „Erlenbruch“ sowie an der Alten Schwentine im Rahmen einer Voruntersuchung, in der „Stolpe“ und „Acker“ keine Berücksichtigung fanden. Hierzu wurden die Gallen an den der Länge nach aufgeschnittenen Halmen gezählt und der basale Halmdurchmesser festgestellt.

Auffällig hohe Galldichten wurden in den Trockenschilfbeständen im Transekt „Erlenbruch“ und am Ufer der Alten Schwentine ermittelt. Das Ufer der Alten Schwentine fand im weiteren Verlauf der Untersuchungen jedoch keine Berücksichtigung mehr.

Abb. 12 zeigt zusätzlich die ermittelte Schlupfdichte im Frühjahr 1989, die an im Februar 1989 entnommenen Halmen ermittelt wurde. Die untersuchten Halme stammen aus denselben Beständen, in denen im Vorjahr auch die Galldichte festgestellt wurde. Die Differenz zwischen Galldichte und Schlupfdichte weist auf eine hohe Mortalität während der Wintermonate hin.

FRÖMEL (1980) und TSCHARNTKE (1986) geben als Ursache für die Differenzen die Verluste durch Räuber, vor allem Blaumeisen (*Parus caerulus*), und im Laufe des Winters abgebrochene Halme, die hauptsächlich die Trockenschilfe betreffen, an. Hier betragen die Winterabgänge bis zu 96 % der herbstlichen Galldichte (Trockenschilf-Rand im Transekt „Erlenbruch“). Die zahlreichen Parasitoiden der Gallmücke wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht bearbeitet. Insofern konnte deren regulatorischer Einfluß nicht ermittelt werden.

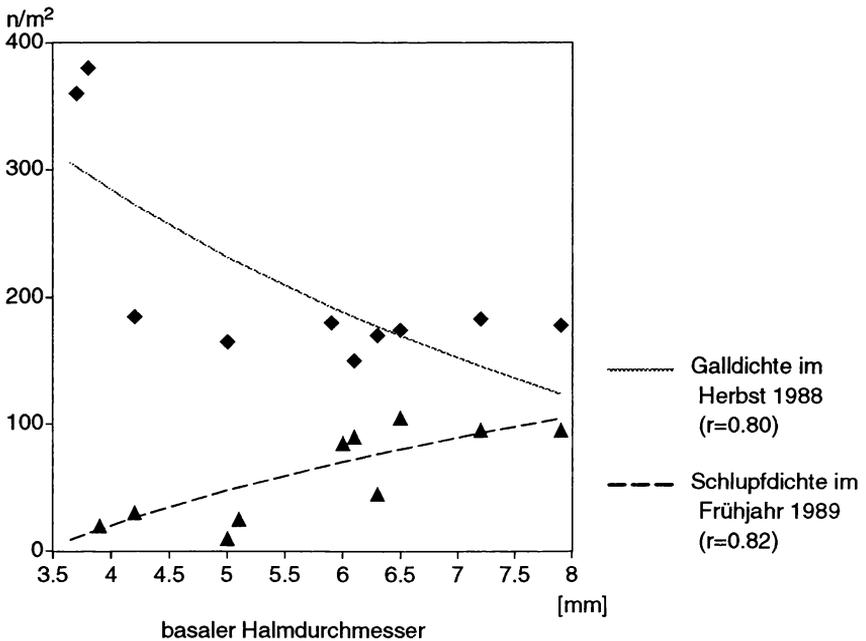


Abb. 12: Galldichte im Herbst 1988 und Schlupfdichte im Frühjahr 1989 von *Giraudiella inclusa* in Abhängigkeit vom basalen Halmdurchmesser.

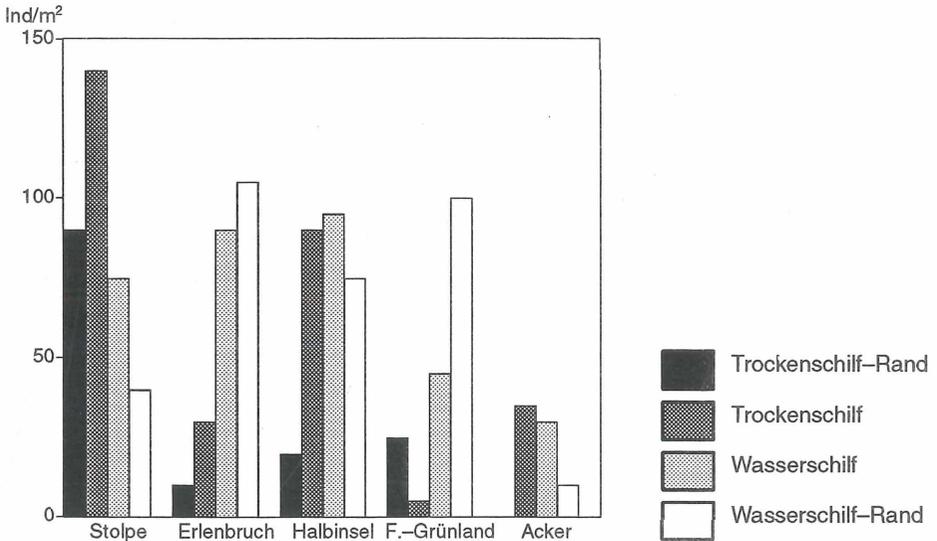


Abb. 13: Vergleichende Darstellung der Schlupfdichte von *Giraudiella inclusa* in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte im Frühjahr 1989.

Während an den dickeren, vitalen Halmen des Wasserschilfes zwar nur wenige Gallen in kleineren Kolonien pro Internodium gebildet werden, unterliegen diese einem geringeren Räuberdruck und einer verringerten Gefahr des Abbrechens unter Windeinfluß (TSCHARNTKE 1986). Hier sind 38 % Verluste zu verzeichnen („Transect Erlenbruch“).

Interessanterweise verneint derselbe Autor aufgrund seiner Untersuchungen eine positive Beziehung zwischen der erfolgreichen Gallbildung am Halm und dem Stickstoffgehalt der Pflanze und sieht die vermehrte Gallenbildung in den Trockenschilfhalmen eher als Ausdruck des hier geringeren Silikatgehaltes im Gegensatz zu den Wasserschilfhalmen. Die von ihm vorgenommenen chemischen Analysen ergaben einen höheren Stickstoffgehalt in den Wasserschilfhalmen, während im Rahmen dieser Arbeit für die Trockenschilfhalme ein deutlich höherer N-Gehalt gefunden wurde.

Die folgenden Daten beziehen sich ebenfalls auf die Schlupfdichte der Gallmücke im Frühjahr 1989. Neben den oben angegebenen Schilfstandorten, in denen auch die vorjährige Galldichte festgestellt wurde (Abb. 13), finden weitere Transekte Berücksichtigung, die erst im Frühjahr 1989 neu in die Untersuchungen mit einbezogen wurden. Die Schlupfdichten wurden aus Proben der Röhrenphotoelektoren ($n = 2629$ Ind. aus 3072 Halmen) ermittelt, die Ende Februar mit Vorjahreshalmen aus allen Transekten beschickt waren.

Die räumliche Verteilung der im Frühjahr geschlüpften Imagines, die Vertreter aller vier Vorjahresgenerationen darstellen, ergibt, daß 76,7 % aus Schilfhalmen mit basalem Halm-durchmesser über 5,8 mm, also vor allem aus dem Wasserschilf stammen (Abb. 13).

Eine umgekehrte Tendenz zeigte sich dagegen im Transect „Stolpe“, wo besonders aus den dünnen Halmen der Trockenschilf-Ränder die meisten Individuen schlüpften. Da im Nachhinein die Galldichte des Vorjahres und die Winterabgänge nicht abzuschätzen sind, ist die Deutung dieses Ergebnisses schwierig. Es ist anzunehmen, daß im Transect „Stolpe“

eine höhere Galldichte anzutreffen war als im Trockenschilf am Belauer See und die Verluste im ausgesprochen milden Winter 1988/89 nur ein geringeres Ausmaß hatten.

Das Verteilungsmuster der aus frischen Halmen des Jahres 1989 geschlüpften Tiere ähnelt dem der Überwinterer, ist jedoch aufgrund der geringen Individuendichte nicht so deutlich ausgeprägt.

Die aus frischen Halmen geschlüpften Imagines stellen nur ca. 1 % (= 37 Ind) des Gesamtfanges (= 2946 Ind) dieser Art dar, da nur ein geringer Anteil („Schnellentwickler“) der Larven noch im Jahr der Eiablage schlüpfte.

Der überwiegende Anteil dieser Individuen (80 %) schlüpfte aus Wasserschilfhalmen der Transekte „Erlenbruch“ und „Stolpe“ zwischen dem 30. 6. 1989 und dem 5. 8. 1989.

Lasioptera arundinis

Die monophage Gallmücke *Lasioptera arundinis* (Cecidomyiidae) ist hochspezialisiert, da sie ihre Gallen nur in den jungen Seitentrieben (gebildet infolge einer Zerstörung des apikalen Halmteils, z. B. durch den Befall mit Noctuidae-Larven) anlegt (SKUHRAVA & SKUHRAVY 1973). Die vergallten basalen Internodien der Seitentriebe sind gestaucht und mit dunklem Pilzmyzel (Gatt. *Sporothrix*, SKUHRAVY 1975) ausgefüllt. Die Larven leben im Pilzmyzel.

Lasioptera arundinis konnte nur in drei Exemplaren nachgewiesen werden, und zwar als Überwinterer in den Transekten „Feuchtgrünland“ und „Halbinsel“ jeweils im Wasserschilf, wo aus dem Vorjahr Seitentriebe aufgrund der Verzehrbarkeit von Noctuidae-Larven ausgebildet waren.

Asynapta thurau

Die Larven von *Asynapta thurau* (Diptera, Cecidomyiidae) leben unter den Blattscheiden der Schilfhalme in größeren Aggregationen zusammen (SKUHRAVA & SKUHRAVY 1973). Im Unterschied zu den vorgenannten Gallmücken kommt *Asynapta thurau* auch an anderen Gräsern (*Calamagrostis epigeios*) vor. Diese Art überwintert im Schilfhalm in

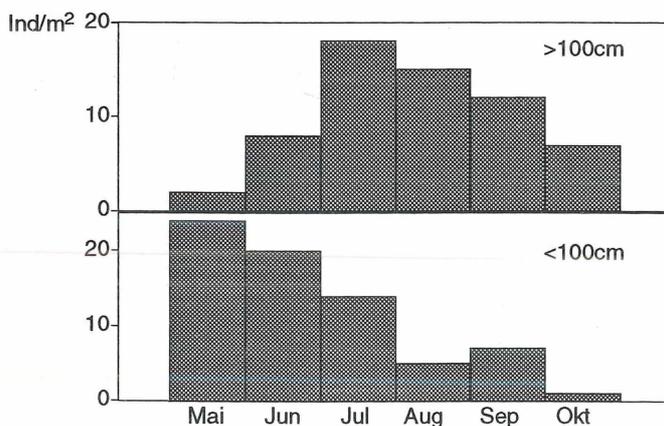
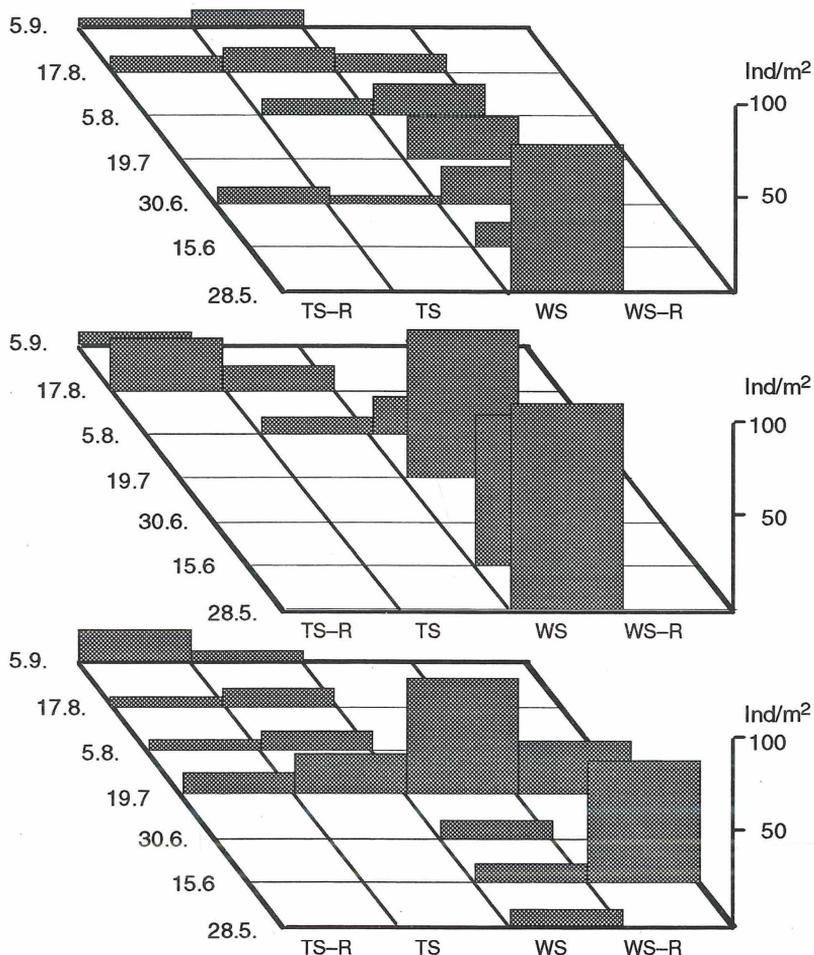


Abb. 14: Schlupfdichte von *Asynapta thurau* aus dem unteren bzw. oberen Halmabschnitt im Jahresverlauf.

wesentlich geringeren Dichten als *Giraudiella inclusa*. Aus den Winterhalmen konnten lediglich 20 Individuen gezogen werden (5 m, 5 f). Im Laufe des Sommers übertraf die Anzahl geschlüpfter Tiere jedoch deutlich die Werte für *Giraudiella inclusa*.

Anders als *Giraudiella inclusa* bilden die Larven dieser Art keine Gallen aus, sondern ernähren sich von den jungen und weichen Geweben im apikalen Halmabschnitt.

Dieses kommt auch in der sich mit fortschreitender Vegetationsperiode nach oben verlagernden Aufenthaltsorte der Larven zum Ausdruck. Schlüpften zu Beginn der Vegetationsperiode vor allem aus den noch weichen unteren Halmteilen besonders viele Individuen, so wurden mit fortschreitendem Halmwachstum vermehrt aus dem oberen Halmabschnitt Imagines gezüchtet (Abb. 14).



TS-R: Trockenschilf-Rand TS: Trockenschilf WS: Wasserschilf WS-R: Wasserschilf-Rand

Abb. 15: Vergleichende Darstellung der Schlupfdichte von *Asynapta thurai* in den unterschiedlichen Bereichen der Transekte „Feuchtgrünland“, „Halbinsel“ und „Stolpe“ im Jahresverlauf

Weiterhin zeigt sich, daß zunächst in allen Transekten die Wasserschilfbereiche besiedelt wurden, aus denen auch der überwiegende Anteil der Individuen stammt. Aus Halmen der trockenen Schilfbestände schlüpfen erst ab dem 30. Juni 1989 erste Imagines in geringen Abundanzen (Abb. 15).

Eine Ursache für diese jahreszeitliche Dynamik kann die Neubildung junger Triebe im Laufe des Sommers sein, die vor allem im Trockenschilf beobachtet wird. Dadurch wird in diesem Bereich das Angebot an frischen Halmen erhöht, während die Halme des Wasserschilfes zunehmend altern und damit an Nahrungsqualität verlieren.

5.3.2 Halm- und Rhizominierer

Eine sichtbare Veränderung des Schilfhalmes wird durch die Aktivität der im Inneren von Halm und Rhizom lebenden Larven der Schilfeulen (Lepidoptera, Noctuidae) hervorgerufen. Hier spielen vor allem *Archanara geminipuncta*, *Archanara dissoluta* und *Nonagria maritima* (Halm) und *Rhizedra lutosa* (Rhizom) eine Rolle. Zudem treten die Diptera *Platycephala planifrons* und *Elachiptera conuta* (Chloropidae) und *Thrypticus smaragdinus* (Dolichopodidae) auf.

Lepidoptera, Noctuidae

Verteilung der Schilfeulen

Die monophagen *Archanara*-Arten und *Nonagria maritima* überwintern als Larve in den Halmen und minieren im Frühjahr im oberen Teil junger, kräftiger Halme. Die Halmspitze stirbt ab und vergilbt, so daß befallene Halme daran gut erkennbar sind, auch durch die Bildung dünner Seitentriebe.

Interessant sind die Reaktionen des Schilfbestandes auf den *Archanara*-Befall, die zu starken Fluktuationen der Schilfeulen-Populationen in dreijährigen Zyklen führen können (MOOK & VAN DER TOORN 1985):

- Ein Jahr nach dem starken Befall werden mehr und dünnere Halme ausgebildet, die bei zunehmender Größe der Larven kaum noch eine Verpuppung im Internodium zulassen. Die Population der Schilfeulen bricht zusammen.
- Im zweiten Jahr erholt sich der Schilfbestand. Wegen des Fehlens von Junglarven zeigt sich insgesamt eine geringe Abundanz der *Archanara*-Arten.
- Im dritten Jahr erreichen die Halme wieder größere Halm Durchmesser, so daß ein erneuter Massenbefall möglich ist.

Die Determination der Noctuidae-Larven bis zum Artniveau ist wegen der großen Ähnlichkeit nur zum Teil möglich. So läßt sich *Rhizedra lutosa* zwar als Larve, schon wegen der räumlichen Trennung (Rhizom) und unterschiedlicher Phänologie (Überwinterung als Ei), von den anderen Schilfeulen sondern. Diese Zuordnungsmöglichkeit versagt jedoch für die anderen Arten bei der Benutzung automatischer Fangsysteme wie den Röhrenphotoelektoren, durch die der überwiegende Teil der Larven erfaßt wurde. Die Artnamen beziehen sich daher in der Regel auf die Determinationsergebnisse der erwachsenen Falter. In den folgenden Angaben zur Verteilung und Besiedlungsdichte der Larven werden die Gattungen *Archanara*, *Nonagria* und *Meliana* zusammengefaßt. Diese Ungenauigkeit muß zugunsten einer allgemeineren Betrachtung der Funktion im Halm minierender Phytophager hingegenommen werden und ist angesichts des überwiegenden Anteils sicher bestimm-

ter *Archanara*-Larven (30 Ind.) gegenüber den Vertretern anderer Gattungen (47 Ind.) vertretbar.

Auffällig hohe Besiedlungsdichten wiesen die Transekte „Feuchtgrünland“, „Halbinsel“ und „Stolpe“ am 28. Mai 1989 auf, wobei die Wasserschilfbereiche mit Halmen über 6 mm basalem Durchmesser und einer Halmdichte über 90 Halmen pro m² bevorzugt wurden. In den Transekten „Erlenbruch“ und „Acker“ wurden die geringsten Besiedlungsdichten festgestellt.

Das besonders häufige Auftreten im landnahen Wasserschilf erklärt sich aus dem Verhalten der Larven. Die Junglarven überwintern im Halm und wechseln im Frühjahr auf die noch jungen Triebe des Schilfes. Der Wechsel erfolgt zunächst über den Boden. Erst die voll entwickelten Halme ermöglichen den Habitatwechsel über die Blätter. Daher muß der Boden entweder wasserfrei sein oder eine dichte Streuandeckung aufweisen, da die Tiere im Wasser untergehen (VOGEL 1980).

Diese Bedingung bedeutet für die räumliche Verteilung der Junglarven dieser Arten am Seeufer eine Beschränkung auf das Trockenschilf, bzw. auf angrenzende Wasserschilfbereiche mit noch ausreichender Streulage. Besonders im Übergangsbereich vom Wasserschilf zum Trockenschilf ist eine ausreichende Streuauflage überall vorhanden.

In Abb. 16 sind die Besiedlungsdichten der Schilfeulenlarven in Abhängigkeit von der Halmdichte/m² und dem durchschnittlichen basalen Halmdurchmesser dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Bevorzugung der Röhrichtbereiche, in denen sowohl eine hohe Halmdichte mit mehr als 90 Halmen/m² und Halmdurchmesser von über 6 mm angetroffen werden.

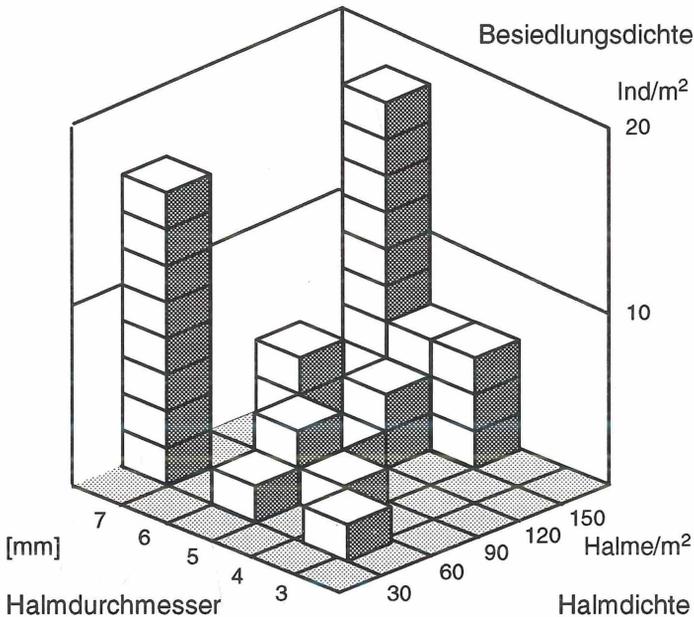


Abb. 16: Besiedlungsdichte der Larven von *Archanara spec* in Abhängigkeit vom durchschnittlichen basalen Halmdurchmesser und der Halmdichte pro m²

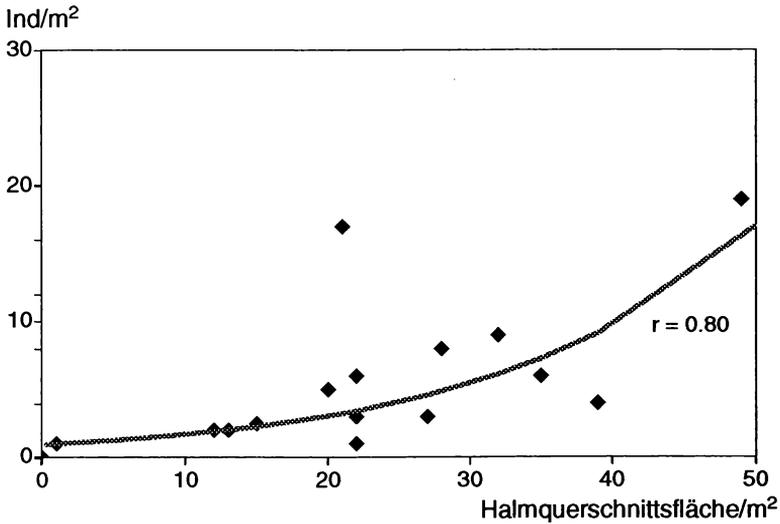


Abb. 17: Besiedlungsdichte der Larven von *Archanara spec.* in Abhängigkeit von der Halmquerschnittsfläche pro m²

Die Besiedlungsdichte der Schilfeulen ist positiv mit der von den Schilfhalm eingenommenen Fläche/m² (Halmquerschnittsfläche/m² × Halmdichte) korreliert ($r=0,80$) (Abb. 17).

Dennoch wird auch bei geringer Halmdichte eine hohe Besiedlungsdichte erreicht. Dieses ergibt sich aus der hohen Besiedlungsdichte im Trockenschilf des Transektes „Halbinsel“, wo die Schilfhalm zwar kräftig entwickelt, aber mit einer Vielzahl anderer Pflanzen vergesellschaftet sind und daher nur geringe Halmdichten erreichen (vgl. Pkt. 4.2). Da dieser Mischbestand neben hoher Streuauflage auch andere hochaufwachsende Makrophyten aufweist, die das Überwecheln der Larven von einem auf den anderen Halm ermöglichen, wird diese Abweichung erklärbar. Entscheidend ist die hohe durchschnittliche Halmdicke bei gleichzeitig guter Erreichbarkeit der Wirtspflanze über geeignete vertikale und horizontale Strukturen. Für die halmminierenden Larven der Schilfeulen stellte VOGEL (1980) eine enge Bindung an bestimmte Halmdurchmesser, die aufgrund des Körpermaßes von Bedeutung sind, und an bestimmte Halmdichten im Schilfbestand als Kriterien der Verteilung der Arten fest. So ist nach den Untersuchungen dieses Autors das Körpermaß positiv mit dem Halmdurchmesser korreliert und eine Bestandsdichte von 60–50 Halmen/m² notwendig, um ein Überwecheln von einem bereits ausgehöhlten auf einen neuen Halm zu ermöglichen.

Im Jahresverlauf nimmt die Abundanz der *Archanara*-Larven zunächst ab (Abb. 18). Dies ist zum einen auf die durch Räuber und parasitische Hymenoptera bedingte Mortalität, zum anderen auf die zunehmende Verteilung der Individuen über den Schilfröhricht zurückzuführen. Da einzelne Larven bis zur Verpuppung mehrere Halme benötigen (VOGEL [1980]: 3–6 Halme, nach eigenen Beobachtungen: experimentell 4–5 Halme, berechnet 3 Halme, siehe unten) steigt im Laufe des Jahres der Anteil ausgehöhlter und von den Larven verlassener, stark veränderter Halme (Seitenastbildung) pro Flächeneinheit.

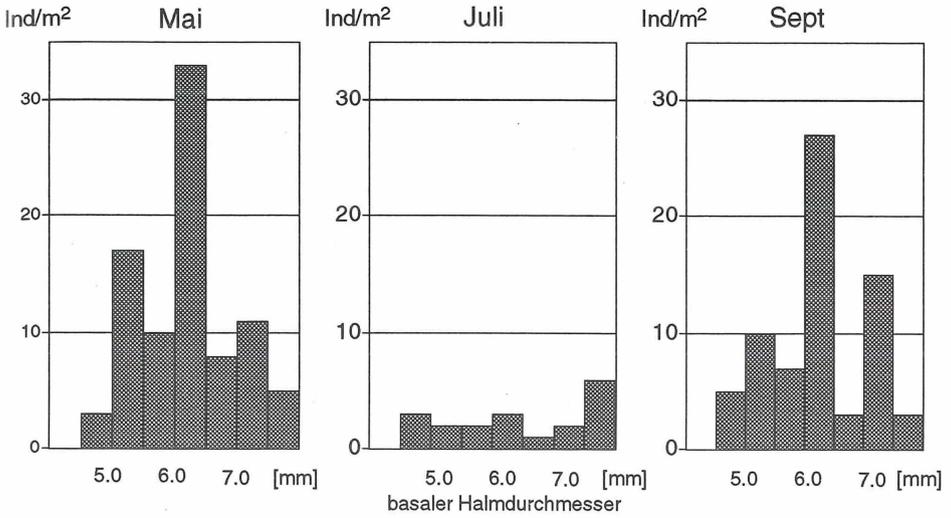


Abb. 18: Besiedlungsdichte der Larven von *Archanara spec.* in Abhängigkeit vom durchschnittlichen basalen Halmdurchmesser im Frühjahr, Sommer und Herbst 1989

Die Wanderungsbewegungen der zunehmend größer werdenden Larven vom zentralen Röhrichtteil zum seeseitigen Rand (mit den im Mittel dickeren Halmen) zeigen sich im Auftreten von Halmen mit Verzehrspuren im Jahresverlauf (Abb. 19). Während am 28. 5. 1989 in den Transekten „Feuchtgrünland“, „Halbinsel“ und „Stolpe“ vor allem in den Bereichen mit trockenem Boden bzw. hoher Streuauflage bis zu 30 % befallene Halme („Halb-

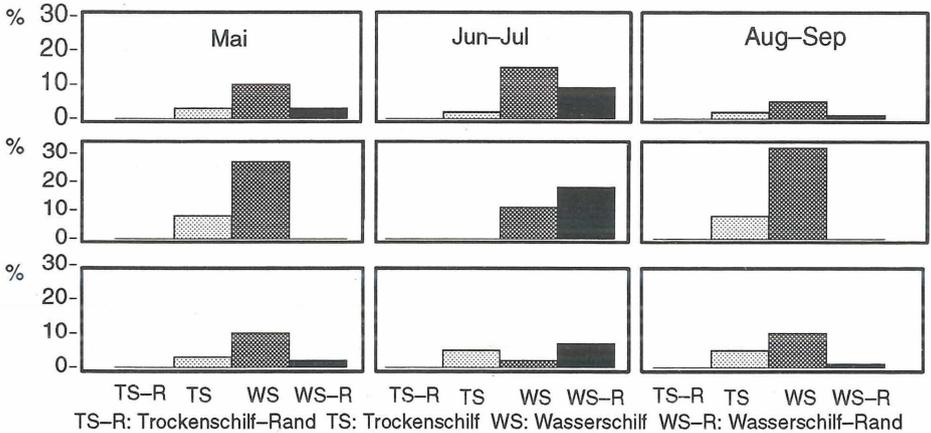


Abb. 19: In verschiedenen Zeiträumen auftretende Verzehrspuren von *Archanara spec.* in den unterschiedlichen Bereichen der Transekten „Feuchtgrünland“, „Halbinsel“ und „Stolpe“. Angegeben ist der prozentuale Anteil von Halmen mit Verzehrspuren in den untersuchten Transektbereichen.

insel“) mit jeweils einer Junglarve gezählt und markiert wurden, wiesen die freistehenden dicken Halme des Wasserschiefes nur einen geringen Besatz an Schilfeulenlarven auf. Anders am 9. 7. 1989, wo der Anteil befallener und inzwischen ausgehöhlter Halme im Wasserschief deutlich anstieg (über 10 % der Halme pro m²).

Das Fehlen der Schilfeulen im Wasserschief von Transekt „Erlenbruch“ wird darauf zurückzuführen sein, daß zwar ausreichend dicke Halme ausgebildet sind, um auch fast erwachsene Raupen zu beherbergen, die aus abgelegten Eiern schlüpfenden Junglarven jedoch die neuen Triebe des nächsten Jahres wegen offener Wasserfläche und zu geringer Halmdichte nicht erreichen.

Im Transekt „Acker“ bedingt das Fehlen der großen Halmdurchmesser mit den damit verbundenen Entwicklungsmöglichkeiten für große Larven suboptimale Lebensmöglichkeiten. VOGEL (1980) und MOOK (1971) geben als Minimaldurchmesser des Verpuppungsinternodiums 6,5–6,8 mm an, eine Größe, die in Transekt „Acker“ nur ausnahmsweise im Wasserschief-Randbereich erreicht wird.

Bis zum 5. 8. 1989 haben Verpuppung und Schlupf der Tiere stattgefunden und zwar besonders in den dickeren Halmen des Wasserschiefes, wie die Fänge adulter Schmetterlinge in den Röhrenphotoektoren bestätigen. Die aus den Wasserschiefhalmen schlüpfenden Falter suchen zur Eiablage jedoch nicht die dicken Halme des im Wasser stehenden Schiefes auf, die ja von den schlüpfenden Junglarven im folgenden Frühjahr nicht über den Boden verlassen werden können. Sie bevorzugten gut versorgte Wasserschiefbestände im Übergangsbereich zum Trockenschief.

Die aus den an Halmen abgelegten Eiern schlüpfenden Junglarven der neuen Generation treten daher überwiegend in den trockenen Bereichen mit hoher Streuauflage auf, die auch im Frühjahr eine hohe Besiedlungsdichte aufwiesen.

Auch die Ergebnisse der Fensterfallen bestätigen diese Dynamik. So wurden 60 % der gefangenen Falter aller Arten in den ostexponierten Fanggefäßen zwischen Wasserschief-Rand und Wasserschief erfaßt, befanden sich also anscheinend in Flugrichtung zur Röhrichtmitte.

Verzehr der Schilfeulen

Aus den Daten für die durchschnittliche Befallsdichte pro Standort und den Individuendichten am 19. 7. 1989 läßt sich auf die Anzahl der pro Larve verzehrten Halme zurückschließen. Im Frühjahr kommt auf jeden sichtbar befallenen Halm eine *Archanara*-Larve, also im Mittel ein Verhältnis von 1:1. Im Sommer steigt das Verhältnis von befallenen Halmen zu Individuen auf etwa 3:1 an, so daß im Mittel von jeder Larve bis zur Verpuppung drei Halme ausgehöhlt wurden.

In Laborversuchen ergaben sich bei vier angesetzten Larven und 7 Halmen mit Verzehrspuren 4,25+/-1,1 Halme pro Larve. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Larven bereits aus einem frischen Halm präpariert wurden und, falls sie als Larve überwinterten, auch im Vorjahr am Überwinterungshalm schon gegessen haben dürften. Für das Jahr 1989 kann nach einer Zählungen befallener und ausgehöhlter Halme im Untersuchungsgebiet der prozentuale Anteil durch Noctuidae-Larven verzehrter Halme angegeben werden.

Die großen Streuungen zeugen von dem sehr heterogenen Befallsmuster, insbesondere in den Wasserschiefbereichen. So waren z. B. am Stolper See in einigen Abschnitten 80–90 % der Halme weitgehend zerstört, während andere Schiefbestände in unmittelbarer Nachbarschaft nur wenig betroffen waren.

Tab. 5: Prozentualer Anteil der durch Larven von *Archanara spec.* verzehrten Halme in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte. Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung mit n=10 untersuchten Flächen.

| Transekt | TS-Rand (%) | TS (%) | WS (%) | WS-Rand (%) |
|------------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| „Stolpe“ | – | 4.7+/-1.9 | 28.0+/-3.7 | 6.3+/-4.0 |
| „Erlenbruch“ | – | 9.0+/-1.8 | 6.0+/-1.2 | 2.0+/-1.0 |
| „Halbinsel“ | – | 7.0+/-3.7 | 4.0+/-5.6 | 9.0+/-5.3 |
| „Feuchtgrünland“ | – | 7.3+/-1.9 | 1.0+/-3.7 | 2.3+/-1.3 |
| „Acker“ | – | 4.5+/-2.5 | 5.5+/-3.5 | 3.0+/-1.8 |

Rhizedra lutosa

Die Junglarven von *Rhizedra lutosa* (Lepidoptera, Noctuidae) schlüpfen im April und gelangen, indem sie sich zunächst von oben nach unten durch den noch jungen Halm essen, etwa Mitte Mai in das Rhizom. Der befallene Halm verkümmert und vergilbt und ist besonders im basalen Internodium perforiert. Nach der Verpuppung im Rhizom, etwa im Juli, schlüpfen die Falter im August aus einem noch von der Raupe gebohrten Loch im basalen Internodium.

Die Larven nutzen zunächst die proteinreichen jungen Triebe des Schilfes (und später, bei steigender Photosyntheseleistung der Halme, die in das Rhizom verlagerten Reservestoffe, welches gleichzeitig guten Schutz und konstante klimatische Bedingungen bietet.

Da sich die Larven von *Rhizedra lutosa* im Rhizom aufhalten, konnten sie im Röhrenphotoelektrode nur in wenigen Exemplaren erfaßt werden. Die Imagines dieser Eulenart konnten nicht nachgewiesen werden, da die Fensterfallen sich im Bestandesinneren befanden. In diesem Bereich wurden auch die Larven nicht aufgefunden. Der Ende August durchgeführte Lichtfang im Transekt „Feuchtgrünland“ erbrachte ebenfalls keinen Nachweis. Daher beziehen sich die Daten zur räumlichen Verteilung auf Kartierungen der Halme, an denen die Larven von *Rhizedra lutosa* charakteristische Verzehrspuren hinterlassen.

Im Untersuchungsgebiet wurden die Larven nur in den Trockenschilfbereichen im Übergang zum Grünland (Trockenschilf-Rand in Transekt „Acker“, „Feuchtgrünland“, und „Stolpe“) beobachtet. Auf Grundlage der Kartierungen ergab sich eine Besiedlungsdichte von neun Tieren pro 100 m² („Acker“, „Feuchtgrünland“) und fünf Tieren pro 100 m² („Stolpe“).

Thrypticus smaragdinus

Thrypticus smaragdinus ist die einzige bekannte Dolichopodidae, deren Larven phytophag leben. Sie entwickeln sich in den frischen Halmen, indem sie mit den aufwachsenden Halmen zum Vegetationspunkt wandern, ohne diesen zu zerstören. Äußerlich sind die befallenen Halme daher kaum zu erkennen. Erst kurz vor der Verpuppung wird die Halmwandung von innen perforiert und schließlich von der geschlüpften Imago durchtrennt (LÜBBEN 1908).

Die insgesamt vier festgestellten Individuen stammen aus den Wasserschilfbeständen der Transekte „Feuchtgrünland“ und „Stolpe“. Hier wurden sie sowohl aus Halmen gezogen, wie auch mit den Fensterfallen nachgewiesen.

Chloropidae

Die Chloropidae *Platycephala planifrons* und *Elachiptera cornuta* zeigen eine außergewöhnliche Lebensweise. Die Larven dieser beiden Arten suchen den Vegetationspunkt der Pflanze auf und infizieren diesen „mit artspezifischen, aus dem Eistadium übernommenen symbiontischen Bakterien der Gattung *Pseudomonas*“ (v. TSCHIRNHAUS 1981). Als Nahrung für die Diptera-Larven dient die Bakterienmasse, so daß diese beiden Arten eher als „Phyto-Saprophage“ denn als Phytophage gelten müssen.

Platycephala planifrons konnte im Untersuchungsgebiet lediglich mit einem Exemplar nachgewiesen werden („Stolpe“). Diese Art wird von anderen Autoren für das Absterben von bis zu 10 % der landseitigen Schilfhalm verantwortlich gemacht (v. TSCHIRNHAUS 1981).

Elachiptera cornuta lebt als Larve auch an anderen Pflanzen (*Agrostis stolonifera*, *Atriplex spec.*, *Bolboschoenus maritimus*). Aus den Winterhalmen des Transektes „Halbinsel“ schlüpften sechs, wahrscheinlich überwinterte, Tiere, und zwar aus Halmen, die gleichzeitig eine hohe Anzahl von *Archanara*-Larven beherbergten. Auch aus frischem Pflanzenmaterial der Vegetationsperiode 1989 wurden wiederholt Larven und Imagines gezüchtet (4 Ind.). Dabei wurden gleichzeitig hohe Besiedlungsdichten der Schilfeulen festgestellt (s. u.). Der Verbreitungsschwerpunkt von *Elachiptera cornuta* lag in den Wasserschilfbereichen der Transekte „Halbinsel“ und „Stolpe“.

Im Gegensatz zu den drei *Lipara*-Arten, die zum Teil sehr spezielle Ansprüche an die zur Eiablage gewählten Halme stellen, sind die anderen Chloropidae am Schilf eher Generalisten.

Die über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelten Schlupfdichten pro m² weisen insgesamt auf die Bevorzugung größerer Halmdurchmesser hin, die vor allem in den Wasserschilfstandorten angetroffen werden.

Da aus methodischen Gründen die Zuordnung der geschlüpften Individuen auf einen bestimmten Halm nicht möglich ist, ist dennoch das gemeinsame Auftreten dieser Chloropidae mit Schilfeulen-Larven auffällig: 74,4 % der im Labor geschlüpften Individuen von *Incertella zuercheri*, 85,7 % von *Calamoncosis minima* und 70,2 % von *Elachiptera cornuta* schlüpften in Röhrenelektoren, die mit von Schilfeulen ausgehöhlten Halmen beschiedt waren und aus denen diese zum Teil selbst noch ausgezüchtet werden konnten (Abb. 20).

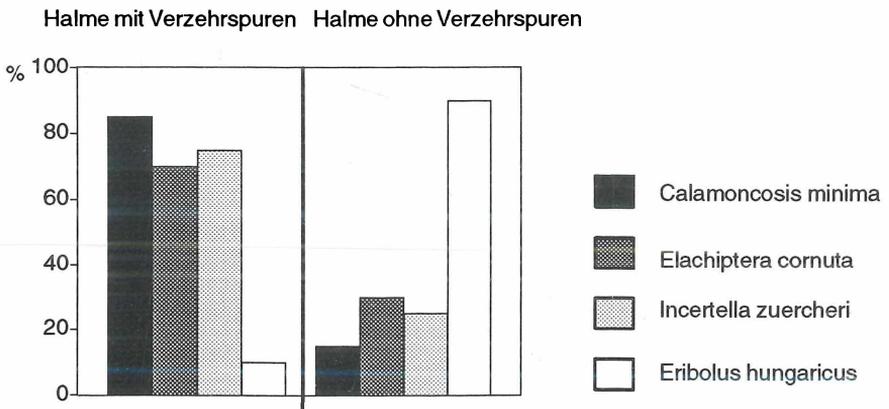


Abb. 20: Verteilung geschlüpfter (Individuen der vier Chloropidae-Arten *Calamoncosis minima*, *Elachiptera cornuta*, *Incertella zuercheri* und *Eriolus hungaricus* auf Halme mit bzw. ohne Verzehrspuren von *Archanara spec.*

Neben dem fördernden Einfluß der halminnierenden Schilfeulen auf die Cecidomyiidae *Giraudiella inclusa* durch die Induktion der Seitentriebsbildung am Halm, kann zudem deren positive Wirkung auf die Chloropidae angenommen werden, die insbesondere in der Öffnung der Halme liegt.

Ein anderes Verteilungsmuster zeigt *Eribolus hungaricus*. Diese Art bevorzugt anscheinend dünnere Halme trockener Standorte.

In diesem Zusammenhang sei kurz auf weitere Mitbewohner in ausgehöhlten Halmen (*Archanara*-Befall) hingewiesen, die als Saprophage gelten müssen. Auffällig häufig wurden Phoriden-Larven (Gatt. *Megaselia*, eine genauere Bestimmung war bisher nicht möglich) in den von *Archanara*-Arten verkoteten Internodien festgestellt.

Die Chloropidae besitzen insgesamt die höchste Flugaktivitätsdichte, wobei *Incertella zuercheri* mit 40 % aller Individuen die höchste Dominanzposition erreicht.

Abbildung 21 zeigt die Verteilung der fünf häufigsten Chloropidae auf die verschiedenen Schilfbereiche. Beide Seiten der Fensterfallen werden dabei gemeinsam betrachtet.

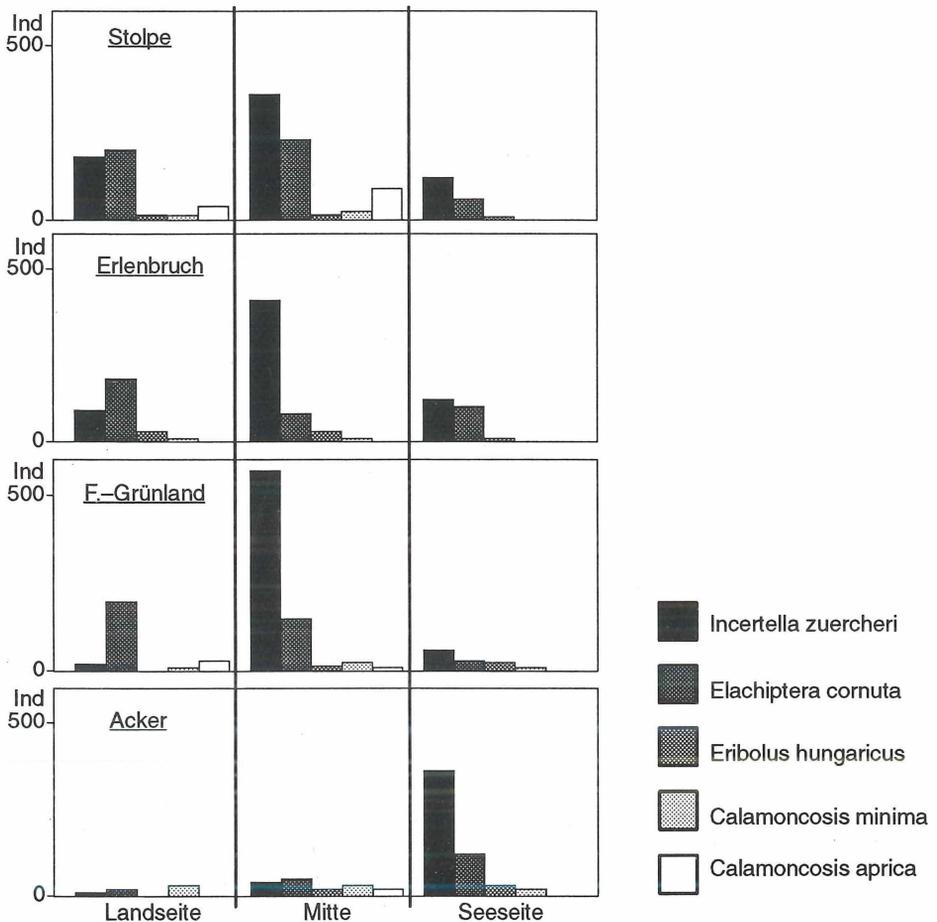


Abb. 21: Vergleich der Flugaktivitätsdichten der fünf häufigsten Chloropidae in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte (15. 3. 1989 bis 10. 10. 1989).

Deutlich ist vor allem das starke Auftreten von *Incertella zuercheri* im Zentralbereich der Schilfbestände (Übergang Trockenschilf-Wasserschilf), während *Elachiptera cornuta* in den Fensterfallen im Trockenschilf dominiert. Im Transekt „Acker“ wurde im Gegensatz dazu im Wasserschilf die größte Flugaktivität gemessen. Da sich dieses Transekt von den anderen strukturell durch das Fehlen eines „nassen Rohrwaldes“ unterscheidet und lediglich der seeseitige Rand den Wasserschilf-Charakter annimmt, müssen die günstigen klimatischen Verhältnisse der feuchteren Schilfstandorte als Ursache angesehen werden. Die Bildung von Seitentrieben an betroffenen Halmen sind für weitere phyto und zezidiophage Arten von großer Bedeutung (*Giraudiella inclusa*, *Lasioptera arundinis*). Auch die Funktion offener Halmabschnitte als Winterlager, ist für eine Vielzahl von Arthropoda beschrieben worden (FRÖMEL 1980, u. a.).

Neben der Öffnung der Halme durch nahrungsuchende Vögel, ist die Aktivität der Schilfeulen, die aufgrund ihrer Körpergröße kräftige Halme der Optimalstandorte aufsuchen, auch im Hinblick einer „Aufschließung“ der sonst für kleinere Arten unzugänglichen Nahrungsressource bedeutend. Dies ist bereits bezüglich der Gallmücken (Cecidomyiidae) deutlich geworden (s. MOOK & VAN DER TOORN 1985, TSCHARNTKE 1986) und gilt wohl auch für die Chloropidae (Diptera).

5.3.3 Blattminierer

Die Blattspreite der Schilfhalme wird von Agromyzidae (Diptera) und dem Kleinschmetterling *Elachista cerusella* (Lepidoptera, Elachistidae) zur Eiablage aufgesucht. Die von den Larven gebildeten Minen erscheinen etwa im Juli/August und sind durch die vertrocknende, hell bis weiß erscheinende Epidermis gut auffindbar.

Im Untersuchungsgebiet wurden die Agromyzidae *Agromyza hendeli*, *Agromyza phragmitidis* und *Poemyza phragmitidis* jeweils in Einzelexemplaren festgestellt. Die Blattminen dieser Arten fanden sich vor allem im Trockenschilf-Randbereich der Transekte „Halbinsel“ und „Feuchtgrünland“, die im schattigen Erlenbruch liegen bzw. durch einzeln stehende Erlen abgeschattet sind. Durch Zucht aus Blattminen konnte *Elachista cerusella* mit sechs Exemplaren in den gleichen Schilfbeständen nachgewiesen werden.

5.3.4 Pflanzensaftsauger

Von den Tierarten des stechend-saugenden Ernährungstyps wurden im Untersuchungsgebiet acht Auchenorrhyncha-Arten, zwei Thysanoptera-Arten und eine Aphidina-Art nachgewiesen. Die Blattläuse und Zikaden nahmen unter den Phytophagen des Schilfes eine herausragende Stellung ein. Diese sind mit 84,6 % Individuendominanz die am häufigsten vertretene Taxogruppe.

Thysanoptera

Über die Thysanoptera liegen insgesamt nur wenige ökologische Daten vor. Die Art *Limothrips denticornis* (Bezahnter Getreidethrips) ist auf Gramineen häufig und wahrscheinlich holarktisch verbreitet (SCHLIEPHAKE & KLIMT 1979). Abgesehen von einigen ökophysiologischen Daten gibt es keine autökologischen Untersuchungen für diese Art. Eigene Beobachtungen zeigen, daß im Winter Weibchen dieser Art in abgestorbenen Halmen des vorherigen Jahres vorkommen, was auf eine Überwinterung im Schilf schließen läßt. Auch im Mai/Juni wurden einige weibliche Tiere (Männchen apter) gefunden.

Haplothrips hukkineni ist neben der nordafrikanischen „forma typica“ für Europa als „forma phragmitis“ beschrieben. Wird pflanzliches Gewebe angestochen, so verliert dieses an Zellsaft, und es dringt Luft ein („Thripsflecken“). Diese Flecken ähneln den von Aphidae verursachten Verzehrspuren.

Die Art trat im Untersuchungsgebiet vermehrt an den ab Mitte Juli gebildeten Blüten auf. Daneben war sie auch in den oberen Blattscheiden zu finden. Verbreitungsschwerpunkte dieser in beiden Geschlechtern geflügelten Tiere sind die Wasserschilfstandorte. In den verschiedenen Transekten kam *Haplothrips hukkineni* mit annähernd gleicher Individuendichte vor.

Rhynchota

Delphacidae

Von den drei in Mitteleuropa an Schilf vorkommenden Gattungen der Familie Delphacidae (*Chloriona*, *Euides*, *Delphax*) ist im Untersuchungsgebiet vor allem die Gattung *Chloriona* mit den Arten *Chloriona dorsata*, *Chloriona glaucescens*, *Chloriona smaragdula* und *Chloriona vasconica* vertreten. Während die Art der Gattung *Euides*, *Euides speziosa*, als Larve und Imago in Einzelexemplaren nachgewiesen werden konnte, wurden die beiden Arten der Gattung *Delphax* (*D. crassicornis* PANZ. und *D. pulchellus* CURT.) nicht festgestellt.

Nach den vorliegenden Informationen ist die an den Bornhöveder Seen häufige *Chloriona dorsata* in der BRD lediglich zweimal für Hessen gemeldet worden (VOGEL 1980), was wohl die südliche Verbreitungsgrenze markiert, da für das gesamte Dänemark und Teile Schwedens Funde vorliegen. Die Larven der Gattung *Chloriona* sind larval bisher nicht zu unterscheiden, daher werden sie im folgenden als *Chloriona* zusammengefaßt.

Euides speziosa konnte nur in sehr geringen Abundanzen nachgewiesen werden. Andere Autoren fanden sie bei ihren Untersuchungen ebenso häufig wie die *Chloriona*-Arten (VOGEL, 1980; bei Marburg, STÜBING, 1959; Berlin). Adulte Tiere wurden in den Fensterfallen nicht erfaßt.

Die ersten adulten Männchen und Weibchen der Gattung *Chloriona* erschienen etwa Mitte Mai (Abb. 22). *Chloriona vasconica*, *Chloriona smaragdula* und *Chloriona dorsata* traten etwa gleichzeitig ab Ende Mai bis Anfang August auf, wobei *Chloriona vasconica* ein deutliches Aktivitätsmaximum in der ersten und *Chloriona dorsata* in der zweiten Junihälfte zeigten.

Die Eigelege werden von den *Chloriona*-Weibchen in lebendes Pflanzengewebe am Blattgrund versenkt und mit einem Sekretüberzug versehen. Die jungen Blätter am apikalen Halmende bilden zunächst eine tütenförmige Phytothelme, die auch in der sommerlichen Mittagshitze noch Wassertropfen enthält. Damit wird eine Austrocknung der Gelege verhindert. Nach dem Schlupf bleibt diese auch der bevorzugte Aufenthaltsort der Larven, den sie auch bei Abspreizung der Blätter nur zögernd verlassen. Die Tiere sind Phloemsauger.

Die Junglarven (L1) traten ab Anfang Juli auf und wurden auch an den frisch ausgetriebenen Blüten beobachtet. Die Larven überwintern im zweiten, dritten oder vierten Larvenstadium.

Die Entwicklung zum fünften Larvenstadium und zur Imago erfolgt im Frühjahr an den jungen Trieben des Schilfes.

Abb. 23 zeigt die Schlupfdichte der Larven/m² zum Zeitpunkt des maximalen Auftretens (30. 6. 1989) in den untersuchten Transekten. Hierbei handelt es sich ausschließlich um L1-Stadien, die in den Röhrenphotoelektoren schlüpfen. Zu den späteren Probennahmeterminen wurden zwar weiterhin *Chloriona*-Larven festgestellt, jedoch handelte es sich dann

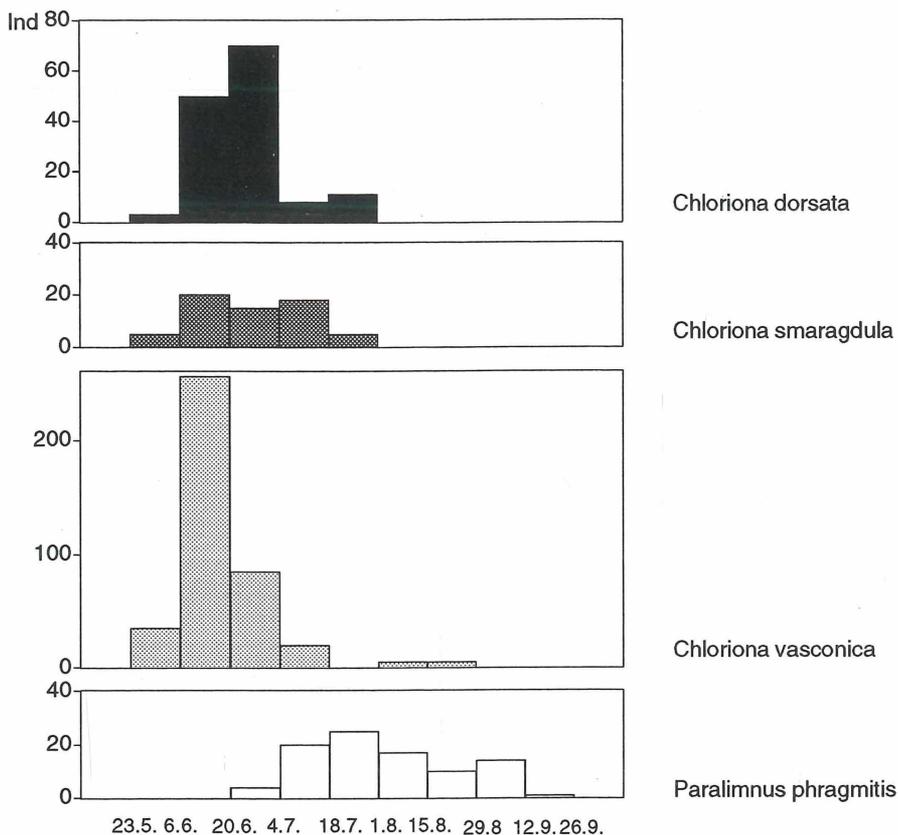


Abb. 22: Phänologie und Gesamtabundanz der Männchen von *Chloriona dorsata*, *Chloriona smaragdula*, *Chloriona vasconica* (Delphacidae) und *Paralimnus phragmitis* (Cicadellidae) (23. 5. 1989–10. 10. 1989)

um ältere Larvenstadien. Während die Halme der landseitigen Ränder insgesamt nur eine geringe Schlupfdichte aufweisen, nimmt diese zur Seeseite hin zu. Auffallend dabei ist ein Maximum im Trockenschilf (dünne, dichtstehende Halme, Ausnahme Transekt „Erlenbruch“) und ein weiteres im Wasserschilf-Randbereich (kräftige Halme, geringe Halmdichte). Lediglich im Transekt „Acker“ ist dies nicht so deutlich ausgeprägt.

Da bei den Larven eine Artunterscheidung bisher nicht möglich ist, bleibt offen, ob diese beiden Schwerpunkte der ökologisch-räumlichen Verteilung durch unterschiedliche Ansprüche verschiedener Arten bedingt ist und durch eine räumliche Trennung die Konkurrenz um Eiablageplätze vermieden wird.

VOGEL (1980) fand einen vertikalen Verbreitungsschwerpunkt der *Chloriona*-Gelege in etwa 220–250 cm Höhe, wobei er pro Halm etwa sechs Gelege mit einer durchschnittlichen Eizahl von $6,83 \pm 2,4$ Eiern feststellte. Derselbe Autor gibt als Begründung für die Präferenz dieser Halmhöhe vor allem die Temperatur- und Luftfeuchteschichtung im Schilfbestand an, die hier die höchsten Werte aufweisen (Pkt. 3.3.) und im Sinne der Van't Hoff'schen Gesetze einer schnellen Entwicklung der Eigelege förderlich sind.

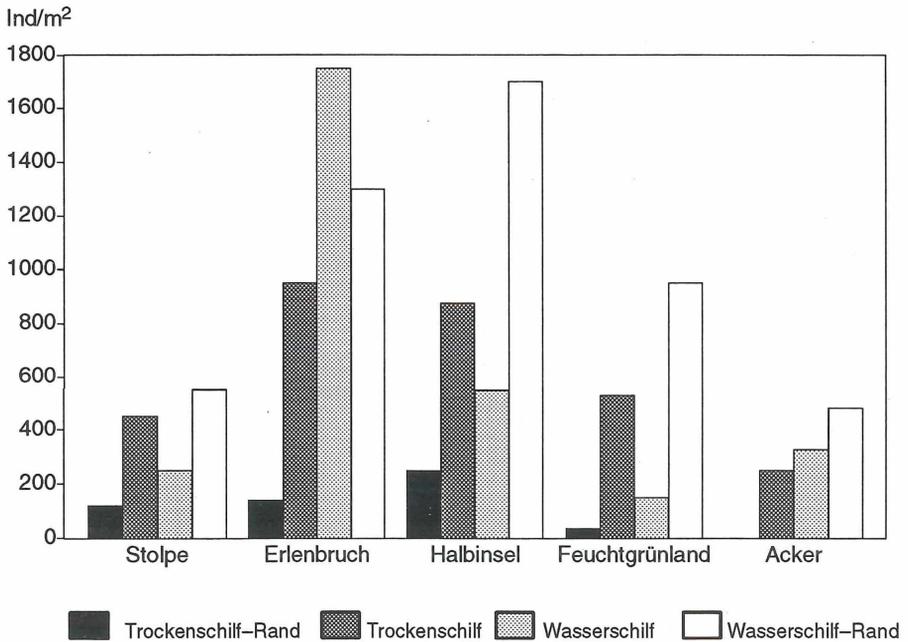


Abb. 23: Vergleichende Darstellung der Schlupfdichte der Larven von *Chloriona spec.* in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte am 30. 6. 1989

Auffällig ist die hohe Schlupfdichte der *Chloriona*-Larven im Transekt „Erlenbruch“, die mit der hohen Schlupfdichte der Gallmücke *Giraudiella inclusa* und dem massenhaften Auftreten von Blattläusen zusammenfällt. Möglicherweise ist dies auf eine probiotische Beziehung dieser Arten zurückzuführen, die zu einer deutlichen Förderung der Populationsgrößen führt.

Die Flugaktivitätsdichte ist ebenfalls für die Imagines von *Chloriona vasconica* und *Chloriona dorsata* in den seeseitigen Schilfbeständen besonders hoch. Im Transekt „Acker“ dagegen zeigt sich eine räumliche Gleichverteilung der *Chloriona*-Arten. Der hier von der Land- zur Seeseite gleichmäßig dichte Schilfbestand bietet relativ gleichförmige Bedingungen. Dies hat zur Folge, daß sich kein differenziertes räumliches Verteilungsmuster ausbildet.

Cicadellidae

Paralimnus phragmitis (Cicadellidae) erscheint als Imago erst im Juni. Die Eiablage findet daher später statt als die der *Chloriona*-Arten. Die Fangergebnisse der Fensterfallen weisen darauf hin, daß diese Art eine noch deutlichere Präferenz für das Trockenschilf zeigt, als die *Chloriona*-Arten. Die Larven der neuen Generation erschienen ab Mitte Juli. Sie schlüpften aus Halmen der Trockenschilf-Ränder und Trockenschilfbestände. In den Transekten „Stolpe“ (68 Ind.) und „Feuchtgrünland“ (34 Ind.) konnten die höchsten Schlupfdichten nachgewiesen werden.

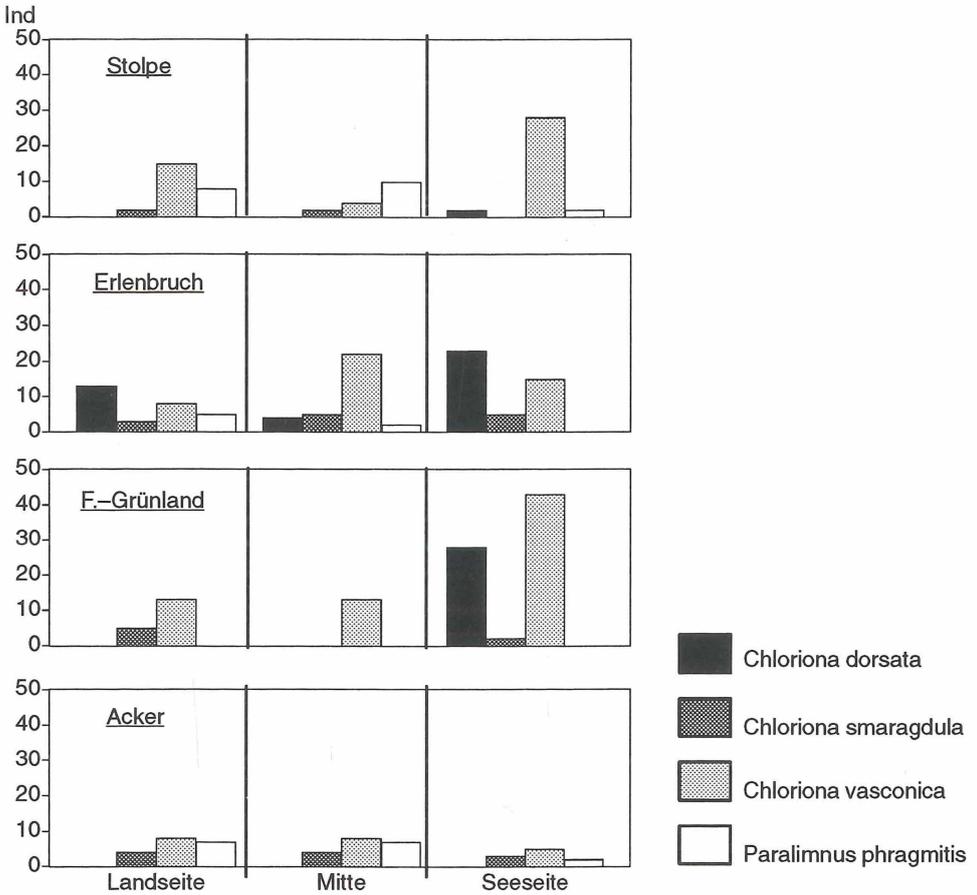


Abb. 24: Vergleich der Flugaktivitätsdichten der Männchen von *Chloriona dorsata*, *Chloriona smaragdula*, *Chloriona vasconica* (Delphacidae) und *Paralimnus phragmitis* (Cicadellidae) in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte (15. 3. 1919–10. 10. 1989)

Hyalopterus pruni (Stenorrhyncha)

Die Mehligle Pflaumenblattlaus *Hyalopterus pruni* (Aphididae) besiedelt ihren Nebenwirt, das Schilf, während der Sommermonate.

Diese Art überwintert im Eistadium an Gehölzen der Gattung *Prunus*. Mit den reifer werdenden Blättern der Gehölze verschlechtert sich die Ernährungssituation für die Blattläuse. So werden vermehrt geflügelte Weibchen (Virginoparae alatae) produziert, die in Schwärmen in die Schilfbestände migrieren. Sie orientieren sich optisch an Linienstrukturen, zeigen aber auch eine Präferenz für die gelbgrüne Färbung („yellow sensitive aphids“, KENNEDY et al. 1961) der Wirtspflanze (MOERICKE 1969). Der Wirtwechsel zwischen Primärwirt und Sekundärwirt gilt an Anpassung an die jahreszeitlich unterschiedliche Nahrungsqualität der Wirtspflanzen (KENNEDY et al. 1961).

Hyalopterus pruni produziert, u. a. wegen der oft blattbedeckenden Koloniegrößen, in starkem Maße Honigtau. Dieser bildet an Stengeln und benachbarten Blättern einen klebrigen, leicht glänzenden Überzug und dient als Substrat für eine Reihe von Pilzen, die in der Folge auch auf das Blatt selbst schädigend wirken. Die befallenen Blätter beginnen frühzeitig zu altern und fallen ab.

Gleichzeitig dient der stark zuckerhaltige Honigtau wegen seines hohen Energiegehaltes einigen Insekten als „Flugbenzin“.

Die Besiedlung der untersuchten Schilfbestände begann etwa Mitte Mai. Erste Kolonien konnten zuerst an den Rändern der Standorte beobachtet werden. Dieser Zeitraum der Erstbesiedlung wurde durch z. T. tägliche Beobachtungen näher untersucht. Dabei zeigte sich durchgängig, daß zunächst landseitig gegründete Kolonien an markierten Blättern einer viel stärkeren Dynamik unterworfen waren als jene an der Seeseite (Abb. 25). Während sich die Individuenzahlen am Wasserschilf im Zeitraum vom 29. 5. bis 7. 6. 1989 kontinuierlich erhöhten und sukzessiv weitere Blätter besiedelt wurden, ging die anfänglich vergleichbar hohe Dichte der Tiere am Trockenschilf im gleichen Zeitraum stark zurück. Dabei wurden immer neue Blätter besiedelt, die jedoch nicht längerfristig besetzt blieben.

Die ungleiche Entwicklung der Blattlauskolonien an Trocken- und Wasserschilf im Untersuchungsgebiet muß als Ausdruck unterschiedlicher Nahrungsqualität gewertet werden. Generell verlassen die *Virginoparae alatae* einen qualitativ unzureichenden Wirt schneller und hinterlassen damit gewöhnlich eine geringe Zahl an Nachkommen (DIXON 1985).

Ab Mitte Juni stieg die Besiedlungsdichte von *Hyalopterus pruni* in fast allen untersuchten Transektenzonen sprunghaft an und erreichte insbesondere im Wasserschilf einen exponentiellen Wachstumsverlauf bis zum 18. Juli 1989.

Ein starker, wetterbedingter Rückgang der Besiedlungsdichte war in der zweiten Junihälfte zu verzeichnen. Am 23. Juli entluden sich schwere Gewitter, begleitet von Sturmböen und starken Niederschlägen über dem Untersuchungsgebiet, in deren Folge große Teile des Röhrichts, vor allem die dünnen, landseitigen Halme, niedergedrückt wurden.

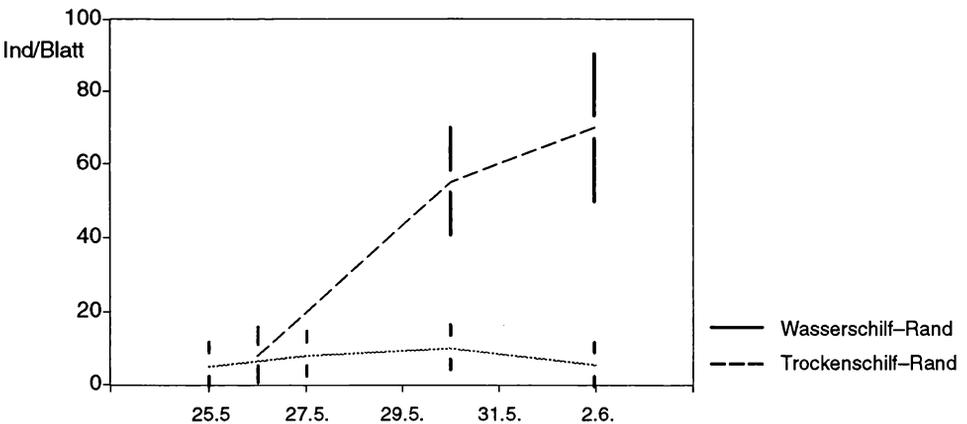


Abb. 25: Entwicklung der Koloniegröße von *Hyalopterus pruni* im Wasserschilf- bzw. Trockenschilf-Rand vom 25. 5. 1989 bis 2. 6. 1989

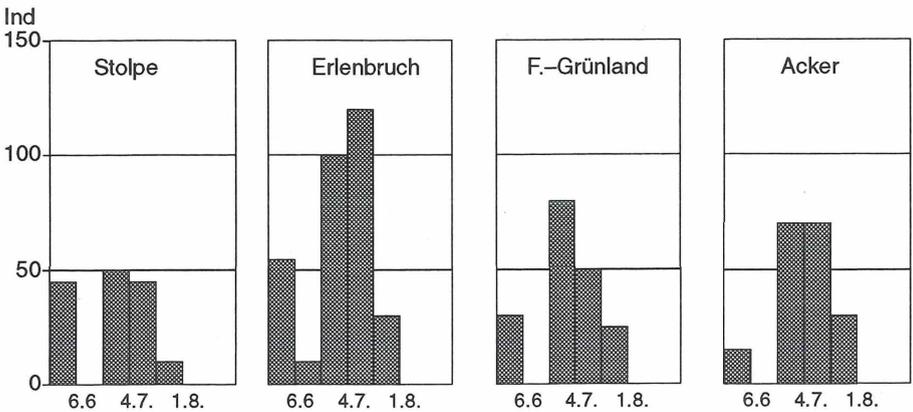


Abb. 26: Vergleich der Flugaktivitätsdichte der Blattlaus *Hyalopterus pruni* in den untersuchten Transekten (23. 5. 1989–15. 8. 1989)

Während bei anderen Untersuchungen noch bis weit in den September hinein flugaktive Blattläuse ermittelt wurden (NENTWIG 1982, 20. 9. 1978: 50 000 Blattläuse in Gelbschalen!), konnten am Belauer und Stolper See nach dem Unwetter Blattläuse nur noch in geringen Besiedlungsdichten festgestellt werden. Die Flugaktivität ging nach diesem Wetterereignis ebenfalls zurück (Abb. 26). Während noch seit dem 20. 6. 1989 Blattläuse mit steigenden Aktivitätsdichten auftraten, wurden nach dem 1. 8. 1989 keine Tiere mehr in den Fensterfallen nachgewiesen.

Insgesamt wurden die höchsten Besiedlungsdichten in den Wasserschilfbereichen ermittelt (Abb. 27). Eine Ausnahme bilden das gesamte Transekt „Erlenbruch“ und das Transekt „Halbinsel“.

Die bevorzugte Besiedlung der seeseitigen Schilfhalmes hängt mit den Witterungsverhältnissen im Frühsommer 1989 zusammen. Wie RAUTAPÄÄ (1979) in Untersuchungen an Getreideblattläusen zeigte, präferieren diese relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 34 % und 77 %. Auf den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Reproduktionsrate der Blattläuse weist auch DIXON (1985) hin. Da das in offener Wasserfläche stehende Schilf eine höhere Transpiration über der Blattoberfläche aufweist als das Schilf trockener Standorte (RODEWALD-RUDESCU 1972), sind insbesondere bei lang andauernden Schönwetter-Perioden mit hoher Strahlungsintensität wie im Juni/Juli 1989 an der Seeseite günstigere Bedingungen für die Blattläuse gegeben. Hinzu kommt, daß bei geringer Halmdichte und kräftig entwickelten Halmen auch größere Blattflächen ausgebildet sind als im dicht stehenden Bestand trockener Standorte (VOGEL 1980).

Die in allen Bereichen des Transektes „Erlenbruch“ besonders hohe Besiedlungsdichte der Blattläuse ist, ebenso wie die insgesamt sehr niedrige Dichte im Transekt „Halbinsel“, nicht durch den Einfluß klimatischer Faktoren begründbar. Auffallend ist, daß die hohe Abundanz der Blattläuse zusammenfällt mit der besonders hohen Schlupfdichte der Gallmücke *Giraudiella inclusa* (Diptera, Cecidomyiidae) und der maximalen Besiedlungsdichte der Larven der Gattung *Chloriona* (Cicadina, Delphacidae) im Transekt „Erlenbruch“.

Nachdem im Frühjahr aus den Halmen des Vorjahres sehr viele Gallmücken schlüpften, konnten hier auch bis zum 5. 6. 1989 mehr schlüpfende „Schnellentwickler“ der ersten

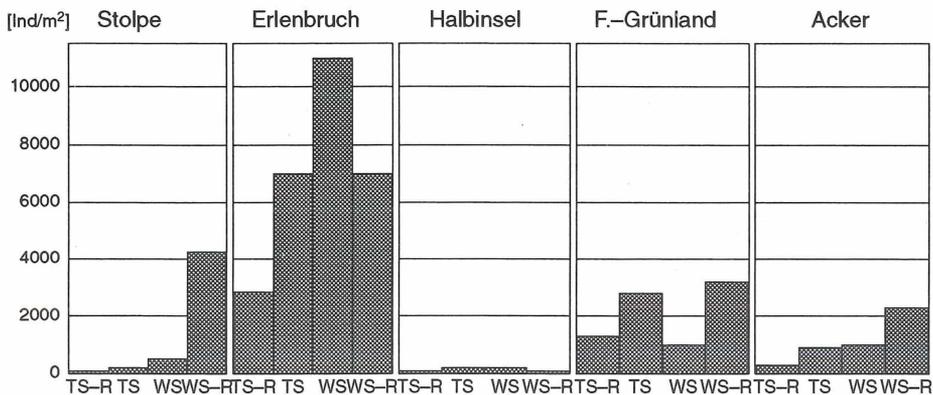


Abb. 27: Vergleich der Besiedlungsdichte der Blattlaus *Hyalopterus pruni* in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte am 18. 7. 1989

Generation aus den frischen Halmen der Vegetationsperiode 1989 gezüchtet werden als in den anderen Transekten. Auffällig hoch war hier auch die Zahl der Gallmücken, die bis zum 5. 8. 1989 schlüpften, und zwar aus Halmen, die gleichzeitig stark mit Blattläusen und zuvor auch mit Zikaden besetzt waren. Da sich, wie VOGEL 1980 zeigte, der starke Blattlausbefall in einer geschwächten Pflanze mit vermindertem Wachstum äußert, ist denkbar, daß hierdurch die Entwicklung der Gallmücken gefördert wird. Neben dem positiven Einfluß der Seitenastbildung infolge der Verzehrätigkeit der Schilfeulen auf die Gallmücken (TSCHARNTKE 1986) würden damit auch die stechend-saugenden Arten in Interaktion zu anderen Phytophagen treten, die über die Produktion von Honigtau hinausgeht.

Neben der Jahresdynamik der Blattlauskolonie ist die Altersstruktur der Kolonien zur Abschätzung der Biomasseentwicklung von Bedeutung. Die Tiere wurden bei der Zählung mittels eines zuvor geeichten Meßokulares am Stereomikroskop vermessen und in vier Größenklassen eingeteilt, die den Larvenstadien bis zur Imaginalhäutung zugeordnet wurden.

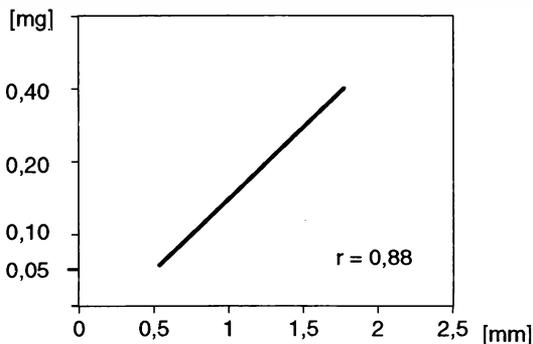


Abb. 28: Lebendgewicht von *Hyalopterus pruni* in Abhängigkeit von der Körpergröße

Die Gewichtsentwicklung mit zunehmender Körpergröße ist in Abb. 28 dargestellt. Während die junge Blattlaus zunächst noch ein lineares Verhältnis von Längenwachstum und Gewichtszunahme zeigt, ändern sich ab einer Größe von etwa 1,0–1,5 mm die Proportionen: Die Körperlänge, gemessen von der Stirn bis einschließlich Cauda, verdoppelt sich zwar noch, das Gewicht nimmt wegen verstärkter Ausbildung der Ovariolen jedoch um den Faktor 4 zu. Die Ausbildung von Flügeln vergrößert das Gewicht des Tieres, wobei die Körpermaße allerdings unwesentlich verändert werden.

Aus den durchschnittlichen Gewichten pro Größenklasse und deren Anteilen an der Gesamtpopulation zu einem bestimmten Zeitpunkt läßt sich sowohl die durchschnittliche Altersstruktur der Kolonien (Abb. 29) wie auch die Blattlaus-Biomasse pro m² am 8. 7. 1989 ableiten (Abb. 30).

Besonderheiten beim Aufbau der Altersstruktur zeigen sich am 30. 5. 1989 und am 5. 9. 1989. Hier ist ein hoher Anteil junger Stadien der Blattläuse festzustellen. Während diese im Frühjahr anscheinend direkte Nachkommen der gerade vom Hauptwirt „*Prunus*“ eingeflogenen Tiere (5 % der Individuen) sind, stellen die Individuen am Spätsommertermin die „Hinterbliebenen“ der nun zum Hauptwirt zurückkehrenden, Flügel entwickelnden Blattläuse dar.

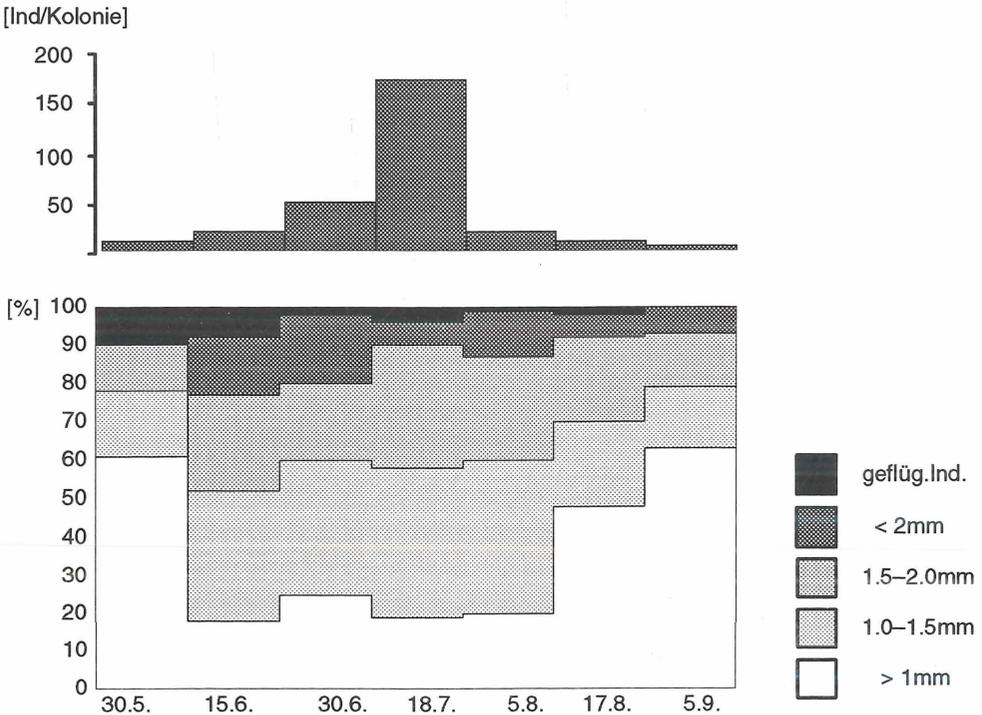


Abb. 29: Koloniegöße und Altersstruktur der Blattlauskolonien von *Hyalopterus pruni* im Jahresverlauf

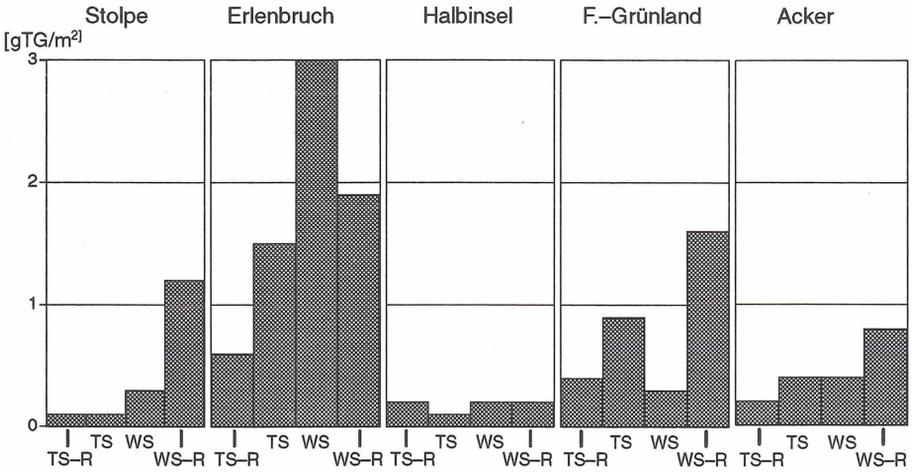


Abb. 30: Vergleich der Biomasse von *Hyalopterus pruni* in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte am 19. 7. 1989 (in g TG/m²)

Die aus der Besiedlungsdichte errechnete Biomasse der Blattläuse, ausgedrückt in g Frischgewicht/m², erreicht in den Wasserschilfbereichen und im Transekt „Erlenbruch“ die höchsten Werte. Das Maximum zeigt das Wasserschilf des Transektes „Erlenbruch“ mit ca. 2,7 g/m², das Minimum liegt im Trockenschilf des Transektes „Halbinsel“ mit 0,03 g/m² (Abb. 30).

Die hohe Besiedlungsdichte der Blattläuse ist begleitet von einer Zunahme aphidivorer Arten im Schilfgürtel, von denen hauptsächlich die Schwebfliege *Episyrphus balteatus* sowie die Laufkäfer *Odacantha melanura* und *Demetrias imperialis* erfaßt wurden. NENTWIG (1982) verweist auf die große Bedeutung der Blattläuse für die Ernährung der Sackspinne *Clubiona phragmitis*.

Die Schwebfliegenlarven lebten bevorzugt in großen Blattlauskolonien, wo sie durch ihren Verzehr breite „Schneisen“ hinterließen.

Die Verzehrleistung der Schwebfliegenlarven ist von der Luftfeuchtigkeit abhängig. Bei geringer Luftfeuchtigkeit sind diese bestrebt, ihren hohen Flüssigkeitsverlust durch höhere Konsumtion auszugleichen. So verzehrt *Episyrphus balteatus* bei 97 % rel. Luftfeuchte bis zu 30 % mehr Blattläuse als bei 57 % (BASTIAN 1986).

Es ist demnach schwierig abzuschätzen, wie stark der Einfluß der Schwebfliegenlarven als Predatoren auf die Blattläuse ist. Die Annahme des unter Laborbedingungen (BANKOWSKA et al. 1978) ermittelten Verzehrs einer Larve von 35 Blattläusen während der drei Larvenstadien ergäbe allein für die von mir im Transekt „Erlenbruch“ durch Zählung an Blattlauskolonien festgestellten 20 Schwebfliegenlarven pro m² 7020 verzehrte Blattläuse.

5.3.5 Blattverzehrer

Großflächiger Verzehr von Blattmasse zeigt sich in Form randständiger Spuren am Blatt oder als Lochverzehr in der Blattmitte. Die das Blatt z. T. zerschneidende Verzehrtätigkeit wird von der „Grasglucke“ oder „Trinkerin“ *Philudoria potatoia* (Lepidoptera, Lasiocampidae) hervorgerufen, während die Schilfkäfer“ (Coleoptera, Donaciinae) für Lochfraß verantwortlich sind.

Philudoria potatoia

Philudoria potatoia ernährt sich von den frischen Schilfhalmen, aber auch von anderen Gräsern und Seggen. Sie ist im Untersuchungsgebiet nur an den landseitigen Rändern des Schilfgürtels zu finden, in denen ein Überwechseln von einem Halm auf den anderen über den trockenen Boden möglich ist. Die Tiere überwintern im zweiten Larvenstadium und erscheinen im Frühjahr an den jungen Schilftrieben, nachdem diese mit der Blattentfaltung begonnen haben. Etwa im Juni/Juli erfolgt die Verpuppung. Schlüpfende Tiere wurden von Anfang August an im Labor beobachtet. Die Eier werden einzeln oder in kleinen Gruppen an Pflanzen abgelegt (FORSTER & WOHLFAHRT 1954/1971). Die etwa 2 mm großen, blau-weiß marmorierten Eier fanden sich im Untersuchungsgebiet an jungen Schilfpflanzen, die nach der Mahd im benachbarten Feuchtgrünland an den Schilfbestandsrändern neu austrieben.

Die Junglarven schlüpfen noch im gleichen Jahr und fanden an den frischen Schilfhalmen ein adäquates Nahrungsangebot.

Die Tiere traten nicht im Transekt „Erlenbruch“ auf, dessen Randbereich unter den Erlen liegt und daher anscheinend dem Suchschema eiablegender Weibchen nicht entspricht.

Biologie und produktionsbiologische Aspekte dieser Art sind von VOGEL (1980) eingehend untersucht worden. Die Menge an konsumierter Blattfläche wird, bezogen auf das Nahrungsangebot, als sehr gering angegeben: etwa 1,5 % der Blattfläche besetzter Halme. Dieser Wert konnte durch eigene Berechnungen für das Ufer des südlichen Belauer Sees und das Transekt „Stolpe“ ermittelt werden.

Da die Tiere selbst recht schwer zu erfassen sind, erfolgte die Abschätzung der Besiedlungsdichte anhand der Verzehrspuren. So wurden Halme mit Verzehrspuren im Frühjahr markiert und zu späteren Zeitpunkten an benachbarten Halmen auftretender Verzehr registriert und angenommen, daß dieser vom gleichen Individuum stammt. Zumeist ließ sich dieses bei intensiver Suche auch antreffen. Daraus ergab sich für das Transekt „Feuchtgrünland“ eine Besiedlungsdichte von 7 Tieren pro 100 m² und für „Stolpe“ von 3 Tieren pro 100 m². Die geringere Dichte der Larven im „Feuchtgrünland“, ist wahrscheinlich auf die geringe Größe der Trockenschilf-Ränder zurückzuführen, die zudem in den vergangenen Jahren durch eine einmalige Mahd des angrenzenden Grünlandes noch verschmälert wurden.

Donacia clavipes

Die Schilfkäfer (Donaciinae) sind am Schilf des Untersuchungsgebietes durch die Art *Donacia clavipes* vertreten. Diese sind an Wasserschilf gebunden, da die Jugendstadien unter der Wasseroberfläche am Rhizom bzw. den Adventivwurzeln der Pflanze leben (WESSENBERG-LUND 1943).

Die Eier werden im Juli an das Rhizom unterhalb des Wasserspiegels abgelegt, zu dem die Weibchen hinabsteigen. Die Larven schlüpfen bald darauf und bohren mit ihren Mundwerkzeugen einen Zugang zum luftegefüllten Parenchym des Rhizoms. Die Verpuppung findet ebenfalls unter Wasser statt, indem um den Larvenkörper eine harte Hülle

abgeschieden wird. Nach der Überwinterung schlüpfen die erwachsenen Tiere etwa im Mai/Juni, steigen am Halm empor und sind dann oft in den obersten, noch gerollten Blättern zu finden, an denen sie länglich abgeschabte Verzehrspuren verursachen.

Die adulten Käfer konnten nur zwischen dem 25. 5. 1989 und 7. 6. 1989 in den Phytothemen der Halmspitze beobachtet werden. Danach wurden sie nicht wieder beobachtet. Der räumliche Verbreitungsschwerpunkt von *Donacia clavipes* lag im Wasserschilf des Transektes „Feuchtgrünland“, wo vereinzelt bis zu 22 Tiere pro m² ($\bar{x} = 9,8 \pm 6,1$, n = 5) gezählt wurden, die in Gruppen zu 3 bis 6 Individuen pro Halm versammelt waren. In den anderen Transekten konnten maximal 2 Ind/m² festgestellt werden.

Auch 1988 wurden im Transekt „Feuchtgrünland“ hohe Besiedlungsdichten festgestellt. Anscheinend bietet hier das an dieser Stelle in sehr weichem Untergrund verankerte Rhizom optimale Lebensbedingungen, da es stärker entwickelt wird als in festem Boden (RODEWALD-RUDESCU 1972), wie er im nördlichen Belauer und am Stolper See anzutreffen ist. Den Larven steht damit ein größeres Nahrungsangebot zur Verfügung.

5.4 Vergleich der Phytophagen-Synusien

Das untersuchte Schilfröhricht am Stolper See erwies sich mit insgesamt 38 Arten als der artenreichste Lebensraum, während die geringste Artenzahl im Transekt „Erlenbruch“ mit 22 Arten festgestellt wurde.

Tab. 6: Zusammenstellung der Artenzahlen und der gemeinsamen Arten in den unterschiedlichen Bereichen der untersuchten Transekte

| Transekt | „Acker“ | „Feucht- Grünland“ | „Halbinsel“ | „Erlenbruch“ | „Stolpe“ |
|------------------|---------|-----------------------|-------------|--------------|----------|
| Gesamt-Artenzahl | 27 | 33 | 28 | 22 | 38 |
| Bereich | TS WS | TS WS | TS WS | TS WS | TS WS |
| Anzahl | 19 22 | 22 24 | 18 17 | 19 16 | 25 29 |
| gemeinsame Arten | 16 | 13 | 12 | 14 | 16 |
| Sørensen index | 78 % | 57.8 % | 68.6 % | 80.8 % | 59.3 % |

TS: Trockenschilf WS: Wasserschilf

Die Tabelle 6 zeigt, daß innerhalb der Transekte zwischen den Trockenschilf- und Wasserschilfbereichen z. T. große Unterschiede im Hinblick auf die Artenzusammensetzung phytophager Arthropoda bestehen. Vor allem im Transekt „Stolpe“ sind besonders viele Arten entweder nur am Wasserschilf oder nur am Trockenschilf anzutreffen. Eine hohe Übereinstimmung bei insgesamt deutlich geringerer Gesamtartenzahl besteht dagegen in Transekt „Acker“ und Transekt „Erlenbruch“. Die hier vorherrschenden Arten zeigen weder im Trocken- noch im Wasserschilf einen Verbreitungsschwerpunkt.

Die Übereinstimmung der Dominanzverhältnisse nach dem Renkonenindex zeigt ein anderes Bild als die Artenidentität nach Sørensen (Abb. 31, 32). Während wiederum die Transekte „Acker“ und „Feuchtgrünland“ durch die höchste Übereinstimmung ausgezeichnet sind und die Transekte „Erlenbruch“ und „Stolpe“ relativ gering abweichen, ist das Transekt „Halbinsel“ allen anderen am wenigsten ähnlich. Ursächlich hierfür ist die im Vergleich zu allen anderen Transekten nur mit geringer Besiedlungsdichte vertretene Blattlausart *Hyalopterus pruni*, bei gleichzeitiger Dominanz der Gattung *Chloriona*.

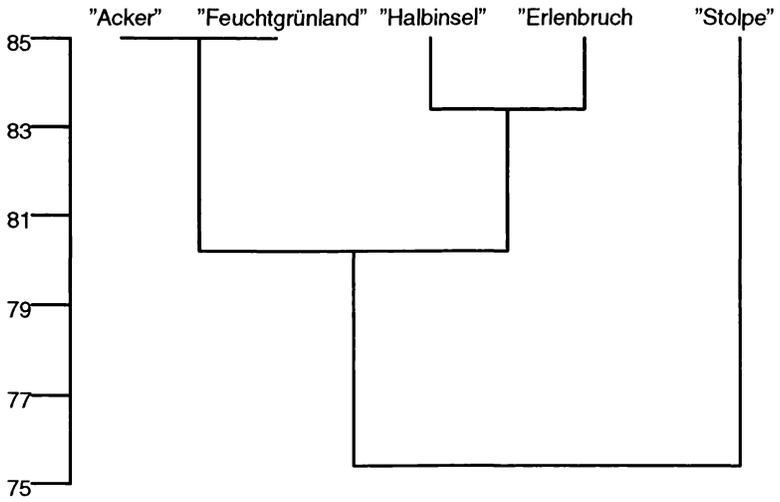


Abb. 31: Dendrogramm nach Average-Cluster-Analyse der Sørensen-Indices (Angaben in %).

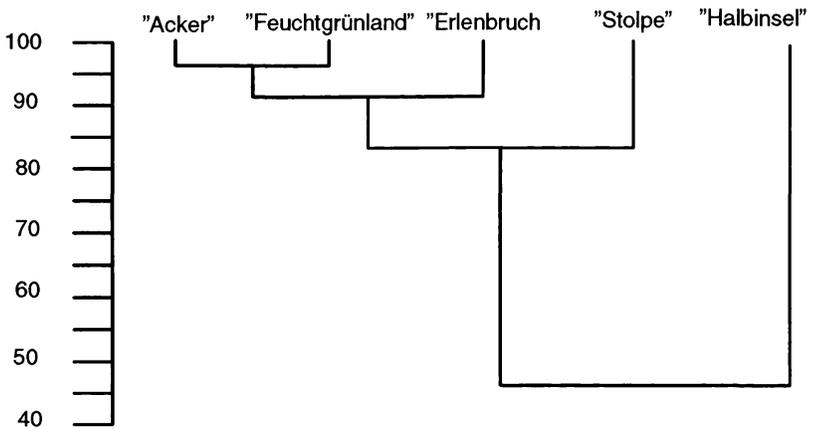


Abb. 32: Dendrogramm nach Average-Cluster-Analyse der Renkonen-Indices (Angaben in %).

6. Diskussion

6.1 Der Einfluß der strukturellen Zonierung auf die räumliche Verteilung der Schilfverzehrer am Seeufer

Die Ergebnisse zur räumlichen Verteilung schilfverzehrender Arthropoda im Schilfgürtel des Belauer und Stolper Sees entsprechen im wesentlichen den bisher von anderen Autoren publizierten Beobachtungen. Dies gilt vor allem für die gallbildenden und in Halm und Rhizom minierenden Arten, für die eine besonders enge Bindung an den Halmdurchmesser und die Halmdichte des Schilfes nachgewiesen ist. Dadurch sind diese Arten in ihrem Vorkommen auf bestimmte Bereiche des Röhrichs konzentriert. Der Verbreitungsschwerpunkt der Gallen im Trockenschilf und Trockenschilf-Rand der untersuchten Transekte ist daher prognostizierbar, weil nur hier zum Zeitpunkt des Befalls bzw. der Eiablage die erforderlichen Halmparameter anzutreffen sind.

Die von VOGEL (1980) angegebenen idealen Verhältnisse für den Entwicklungszyklus der Schilfeulen von der Eiablage bis zur Verpuppung von 99 Halmen/m² mit mehr als 7,0 mm basalem Halmdurchmesser wurden in den untersuchten Transekten nicht festgestellt. Dagegen zeigte sich in dieser Untersuchung, daß die für die Verpuppung notwendigen großen Halmdurchmesser im Wasserschilf zu finden waren, während die für Junglarven idealen dichteren Schilfbestände mit hoher Streuauflage im benachbarten Trockenschilf festgestellt wurden. Die Junglarven sind auf die Streuauflage angewiesen, da der Halmwechsel im Frühjahr über den Boden erfolgt. Diese Verhältnisse fanden sich in den wassernahen Trockenschilfbereichen, die jedoch für die Verpuppung aufgrund der zu geringen Halmdurchmesser ungeeignet sind. Für die Verpuppung ausreichend dicke Halme von 6,5 bis 7,5 mm dagegen wurden im Wasserschilf festgestellt. Wegen der offenen Wasserfläche können diese erst besiedelt werden, wenn im Laufe der Vegetationsperiode über die Blätter eine Verbindung zwischen den Halmen gewährleistet ist. Der Ort der Eiablage und der Verpuppung sind also im Schilfgürtel räumlich getrennt. Die mosaikartige Vegetationsstruktur des Schilfgürtels hat dadurch für die Larven der Schilfeulen Bedeutung, da auf relativ engem Raum das Angebot an unterschiedlich geeigneten Halmen für Eiablage, Verzehrphase und Verpuppung der Larven zur Verfügung steht. Die Junglarven der Schilfeulen wurden auch in dicken Halmen um 7,0 mm und geringer Halmdichte bis 50 Halmen pro m² festgestellt, wenn diese mit anderen hochwachsenden Pflanzenarten vergesellschaftet waren. Entscheidend für die ausreichende Nahrungsbasis der verschiedenen Larvenstadien ist die Erreichbarkeit der Wirtspflanze über geeignete vertikale und horizontale Strukturen.

Die räumliche Verteilung der mobilen stechend-saugenden Arten der Blattläuse und Zikaden zwischen Trocken- und Wasserschilf kann als Ausdruck unterschiedlicher Nahrungsqualität der Wirtspflanze gewertet werden. Blattläuse siedeln gewöhnlich eher auf qualitativ hochwertigen Wirtspflanzen als auf geringwertigen (WALTERS & DIXON 1982). Darüber hinaus bestimmen mikroklimatische Faktoren ebenfalls die Dispersion der Tiere.

Nach Aussage von VOGEL (1980) besiedeln die Blattläuse den Schilfbestand von den Rändern her und erreichen den Zentralbestand erst, wenn die Entwicklung der meisten übrigen Tiere schon abgeschlossen und durch den Einfluß der Blattläuse nicht mehr behindert wird. Diese Einschätzung trifft auf den kleinräumigen Schilfgürtel des Seeufers nicht zu. Dort zeigt sich vielmehr ein zeitgleiches Auftreten von Blattläusen und Zikaden in denselben Transektzonen. Die vertikale Struktur des Schilfhalmes mit den Merotopen Phytothelme (Zikaden) und Blattspreite (Blattläuse) ermöglicht das Nebeneinander mehrerer Arten gleichen Ernährungstyps im Transekt vom landseitigen zum seeseitigen Schilfbestand.

Interspezifische Habitat-Konkurrenz zwischen den Blattläusen und den Zikadenarten um eine räumliche Nische kann auf diese Weise in der vertikalen Ebene am Halm (DIXON 1985) ebenso vermindert werden wie zwischen den verschiedenen Zikaden-Arten in der horizontalen Ebene im Transekt.

Das gleichzeitige Auftreten von Blattläusen, Zikaden und Gallmücken in hohen Abundanz, wie es an Halmen des Transektes „Erlenbruch“ festgestellt wurde, läßt auf eine probiotische Beziehung schließen, die darin besteht, daß mit abnehmender Vitalität der Wirtspflanze durch den Massenbefall mit Blattläusen und Zikaden die Effektivität des pflanzlichen Abwehrmechanismus gegen die Induktion einer Galle schwindet (RHOADES 1985).

6.2 Die zeitlich gestaffelte Besiedlung der Wirtspflanze *Phragmites australis*

Neben der unterschiedlichen Vegetationsstruktur bestimmt der zeitliche Verlauf der Halmentwicklung die Verteilung der schilfverzehrenden Arten. Die zeitliche Strukturierung der Besiedlung der Pflanze ist als Ausdruck der Vermeidung von Konkurrenz um jahresperiodische Nischen zu verstehen.

Abb. 33 zeigt das zeitlich gestaffelte Auftreten der Imagines der Arten mit z. T. unterschiedlichen Ernährungsformen. Zu Beginn des Halmaustriebs sind vor allem die gallbildenden Arten aktiv, die auf meristematisch aktives Gewebe angewiesen sind.

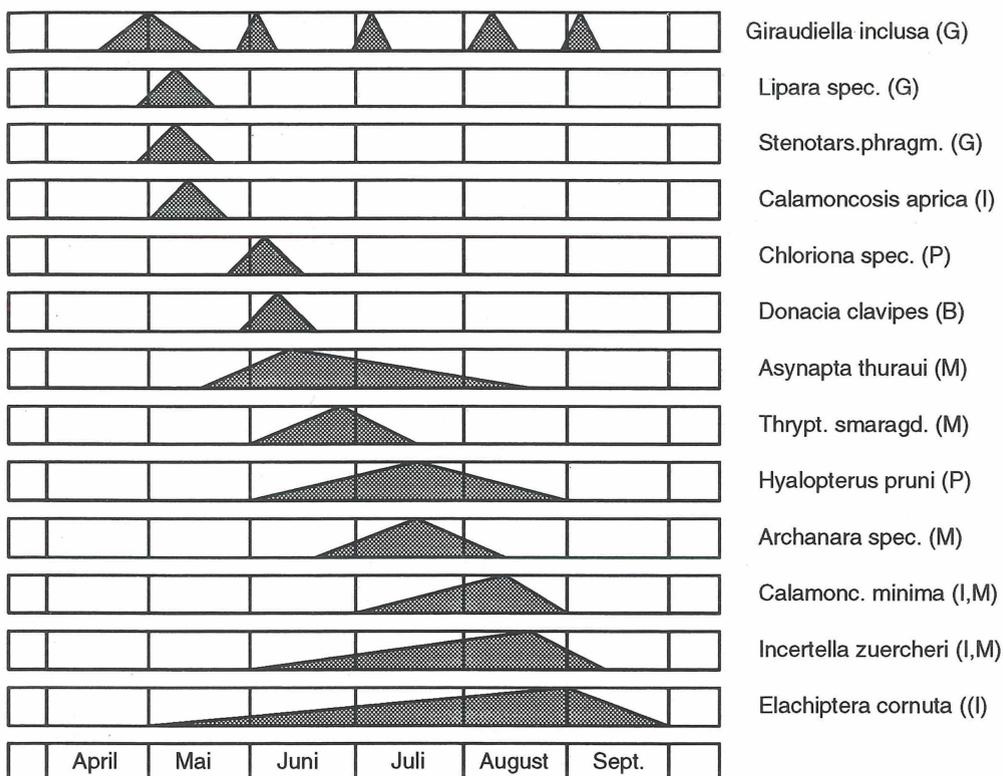
Das Aufwachsen der Schilfhalme und die Entfaltung der Blattspreite verläuft synchron mit der Entwicklung halmminierender und stechend-saugender Arten. Die Larven und/oder Imagines dieser Arten verzehren das Gewebe der photosynthetisch aktiven Pflanze. Diese und die gallbildenden Arten sind in hohem Maße vom Entwicklungszyklus der Wirtspflanze abhängig.

Demgegenüber steht die euryöke Lebensweise einiger Chloropidae, die während der gesamten Vegetationsperiode als Larven zu finden sind. Sie leben sowohl in den Schilfhalmen als auch als Mitbewohner in Gallen und in den durch Schilfeulen geöffneten Halmen. Eine Ausnahme macht dabei die Art *Calamoncosis aprica* (Chloropidae), die nur aus den *Lipara*-Gallen gezüchtet wurde. Diese Art trat auch als Imago zu der Zeit auf, in der die *Lipara*-Arten mit der Eiablage die Bildung einer Galle einleiten.

Das breite Spektrum der Chloropidae des Schilfes stützt die Ansicht von v. TSCHIRNHAUS (1981), daß die Ernährungsweise dieser Arten eine scheinbare Phytophagie ist und als eigentliche Nahrung das durch symbiotische Bakterien mazerierte pflanzliche Gewebe dient. Diese vorhandene Eigenschaft ist für die Besiedlung neuer ökologischer Nischen günstig (Praedisposition sensu HEYDEMANN 1973) und erklärt das breite Wirtsspektrum der Chloropidae insgesamt.

6.3 Beziehungsmodell

Auf der Grundlage eigener Ergebnisse und bereits Bekanntem werden die Nahrungsbeziehungen zwischen der Pflanze *Phragmites australis* und den Arthropoda in einem Systemmodell verdeutlicht. Die schilfverzehrenden Arthropoda sind aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche an bestimmte Vegetationsstrukturen gebunden. Die Halmdicke und die Halmdichte sind wesentliche Faktoren der ökologischen Verteilung und daher von hohem Informationswert.

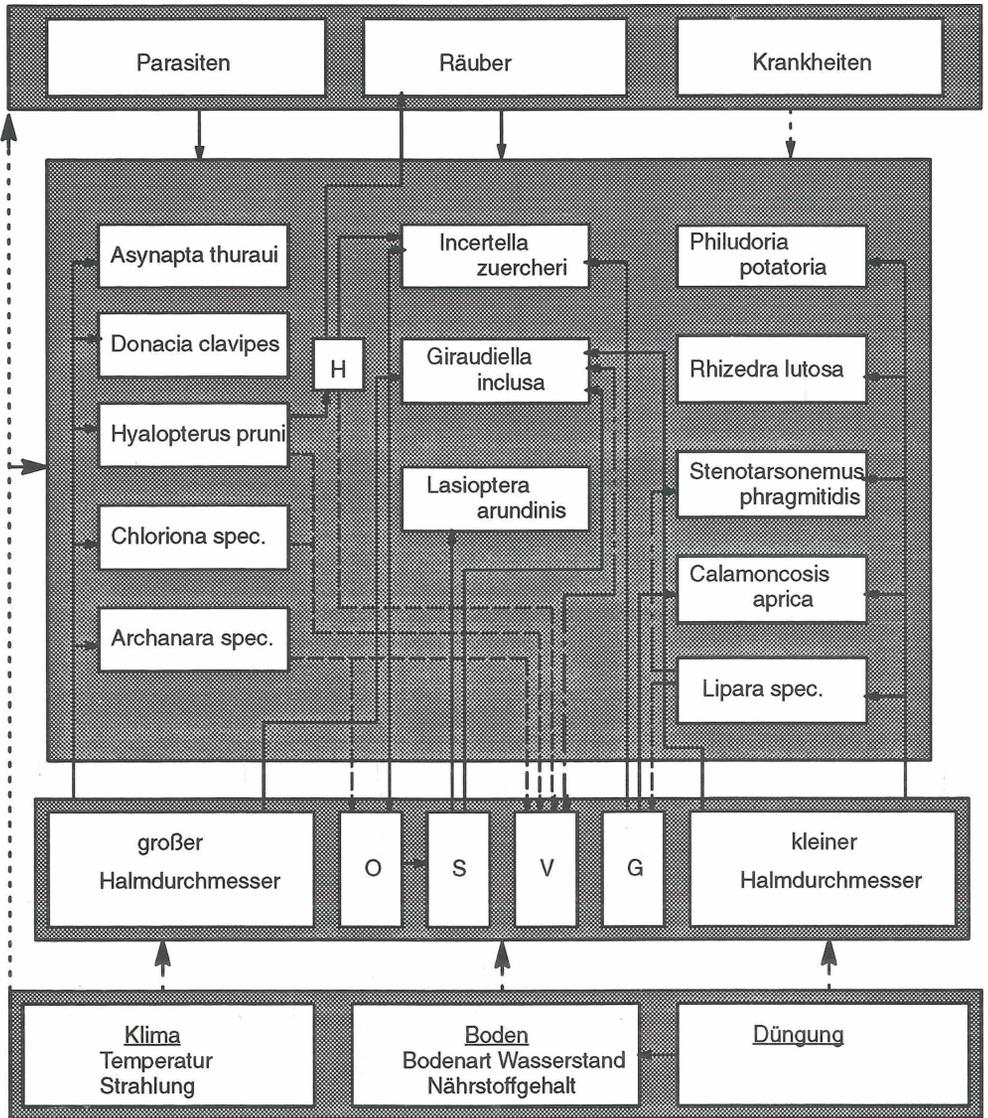


G: Gallbildner P: Pflanzensaftsauger I: Inquiline M: Minierer B: Blattverzehr

Abb. 33: Zeitlich gestaffeltes Auftreten der Imagines der Arten mit unterschiedlichen Ernährungsformen

Von besonderer Bedeutung aber sind die Wechselwirkungen zwischen der Pflanze einerseits und den halminnierenden Schilfeulen-Larven, den Blattläusen und den *Lipara*-Arten andererseits. Deren Aktivität bewirkt eine Veränderung der Vegetationsstruktur, die positive Effekte auf die Entwicklung weiterer Arten hat:

- Durch den Verzehr der Schilfeulen-Larven werden die Halme geöffnet und machen damit das Halminnere für Chloropidae zugänglich. Der Kot ist Nahrungsgrundlage auch für Buckelfliegen (Phoridae).
- Der Halm bildet als Reaktion auf diesen Verzehr Seitenäste aus, die der Lebensraum von *Lasioptera arundinis* sind. Auch *Giraudiella inclusa* nutzt die weichen Seitentriebe zur Gallbildung.
- Pflanzensaftsaugende Arten und die Verzehrtätigkeit der Schilfeulen setzen die Vitalität der Pflanze und damit den Abwehrmechanismus gegenüber der Gallbildung herab.
- Die Gallen der Gattung *Lipara* werden von Chloropidae und Anthomyzidae mitbewohnt.



- | | | |
|-----------|--|---|
| ————— | Nahrungsbeziehungen | H: Honigtau |
| ----- | Strukturänderungen der Vegetation durch Phytophage | O: durch Verzehrtätigkeit von Archanara spec. geöffnete und verkotete Halme |
| - · - · - | fördernder Einfluß | V: verminderte Vitalität |
| | | G: Gallbildung durch Lipara spec. |
| | | S: Seitenastbildung |

- Der Honigtau der Blattläuse ist wegen seines hohen Energiegehaltes für flugaktive Formen wichtig. Auch die Imagines der Schwebfliege *Episyrphus balteatus*, deren Larven sich von den Blattläusen ernähren, nutzen die zuckerhaltigen Ausscheidungen der Blattläuse als „Flugbenzin“.
- Der Honigtau fördert das Wachstum von Pilzen und Bakterien auf der Blattspreite, die wiederum eine frühzeitige Alterung der Blätter bewirken.

Die quantitative Bedeutung phytophager Arthropoda für das Schilf unter produktionsbiologischem Aspekt ist für die einzelnen Arten sehr unterschiedlich zu bewerten. So weisen zwar lokal bis zu 80 % der oberirdischen Pflanzenproduktion deutliche Verzehrspuren der Schilfeulen auf, dennoch steht den relativ wenigen Individuen der Eulen ein Vielfaches an anderen Phytophagen gegenüber, deren Verzehrätigkeit eher „eine Bedeutung bei der Verhinderung als beim Verzehr der Primärproduktion zukommt“ (IMHOF 1973). So zeigte PINTERA (1971), daß ein hoher Blattlausbefall an Schilfpflanzen zu einem geringeren Gewicht und zu einer geringeren Höhe der Pflanzen an sonst identischen Standorten führt. Ebenso wurden Auswirkungen auf das Blühverhalten festgestellt, woraus VOGEL (1980) den Schluß zieht, daß die Schilfpflanze an ein bestimmtes Ausmaß des Blattlausbefalls adaptiert sei, bei dessen Fehlen oder dessen Übermaß der Entwicklungszyklus der Pflanze gestört werde.

Das Beziehungsmodell verdeutlicht das Gewicht, das den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen der Schilfpflanze und den schilfverzehrenden Arthropoda in bezug auf die ökologische Verteilung dieser Arten zukommt.

7. Zusammenfassung

Von Oktober 1988 bis zum Oktober 1989 wurde die Verteilung phytophager Arthropoda an Schilf (*Phragmites australis*) in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur im Uferbereich der Bornhöveder Seenkette untersucht. Mittels Fensterfallen und Aufzucht wurden insgesamt 46 phytophage Arten erfaßt.

Die Schilfbestände sind charakterisiert durch den basalen Halmdurchmesser, die Halmdichte pro m², das Längenwachstum, das Trockengewicht und das C/N-Verhältnis.

Gallbildende Arten zeigen einen Verbreitungsschwerpunkt in den landseitigen Trokenschilfbeständen. Bis zu 43 % der Halme weisen Gallbildungen auf. Die Wahl der zur Eiablage genutzten Halme ist mit der Halmdichte und dem Halmdurchmesser korreliert.

Der Vergleich der Galldichten von *Giraudiella inclusa* im Herbst mit der Schlupfdichte im folgenden Frühjahr ergab unterschiedlich hohe Verluste in den landseitigen und seeseitigen Schilfzonen. Der Schlupferfolg ist mit dem Halmdurchmesser positiv korreliert.

Für die im Schilfrohr minierenden Larven der Schilfeulen (Lepidoptera, Noctuidae) wurden Wanderungen zwischen unterschiedlich ausgeprägten Schilfzonen nachgewiesen. Die Besiedlungsdichte der Larven ist mit der von den Halmen eingenommenen Grundfläche korreliert.

Die durch die Schilfeulen geöffneten Halme werden nachfolgend durch verschiedene Halmfliegen-Arten (Diptera, Chloropidae) besiedelt.

Für die an Schilf lebenden Zikadenarten wurde eine räumliche Trennung von der See- zur Landseite sowie vertikal am Halm festgestellt.

Hohe Besiedlungsdichten von Blattläusen sind von hohen Abundanzen der Gallmücken und Zikaden begleitet worden. Eine probiotische Beziehung zwischen diesen Artengruppen wird diskutiert.

Der Vergleich der Besiedlungsdichten phytophager Arthropoda in verschiedenen Uferbereichen ergab Differenzen, die ursächlich auf die unterschiedliche Vegetationsstruktur zurückgeführt werden.

Das Auftreten der untersuchten Arten im Jahresverlauf verdeutlicht die enge Bindung von Phytophagen mit den Wachstumsphasen des Schilfes.

Anhand eines Beziehungsmodells werden die Nahrungsbeziehungen zwischen Pflanze und Tieren und deren Wechselwirkungen dargestellt.

8. Summary

Between October 1988 and October 1989 the distribution of phytophagous arthropods on common reed (*Phragmites australis*) was studied in relation to the structure of vegetation at the lakeshores of the „Bornhöveder Seenkette“. By means of windowtraps and breeding a total number of 46 phytophagous species was recorded.

The reedstands are characterized by the basal shoot-diameter, shoot-density per m², longitudinal growth, dryweight and C/N-ratio.

Gall inducing species are mainly distributed in the landfacing zone of the dry reedstands. In this area up to 43 % of the shoots showed galls. The choice of shoots used for egg-deposition is correlated with shoot-density and shoot-diameter.

Comparison of gall-density of *Giraudiella inclusa* (Diptera, Cecidomyiidae) in autumn with hatching-density in the following spring showed different mortality of *Giraudiella inclusa* for landfacing and lakefacing reedstands. Hatching-success is positively correlated with the diameter of the shoots.

Migrations between different pronounced reed-zones was shown for reed-mining larvae of Noctuidae (Lepidoptera). The abundance of this larvae is correlated with the part of the surface-area occupied by the shoots.

Shoots opened by reed-feeding Noctuidae (Lepidoptera) are populated afterwards by various species of Chloropidae (Diptera).

Reed-feeding Auchenorrhyncha showed different distribution either in vertical or horizontal zonation of the reedstands.

High abundances of Aphidina (Homoptera) are accompanied by high abundances of both Cecidomyiidae and Auchenorrhyncha. A probiotic relation between these species is discussed.

The comparison of abundances of phytophagous Arthropods of various reedstands showed differences caused by the structure of the vegetation.

The occurrence of the investigated species during the seasons of the year shows the close relation of phytophagous Arthropods with the state of growth of *Phragmites australis*.

By means of a correlation model the foodweb between plant and animals and their interactions are demonstrated.

9. Literatur

- BANKOWSKA, R., MIKOLAJCZYK, J., PALMOWSKA, J., TROJAN, P. (1978): Aphid-aphidophage communities in alfalfa cultures (*Medicago sativa* L.) in Poland. 3.: Abundance regulation of *Acyrtosiphon pisum* (Harr.) in a chain of oligophagous predators. Ann. Zool. Warszawa 23, 39–77
- BASTIAN, O. (1986): Schwebfliegen (Syrphidae). Wittenberg
- BECK, H. (1960): Die Larvalsystematik der Eulen (Noctuidae). Berlin
- BJÖRK, S. (1967): Ecological investigations on *Phragmites australis*. Folia Limnologica Scandinavica 4, 1–247
- BUHR, H. (1964/65): Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Bd. 1 u. 2, Fischer, Jena
- CHVALA, M., DOSKOCIL, J., MOOK, J. H., POKORNY, V. (1974): The genus *Lipara* Meigen (Diptera, Chloropidae), systematics, morphology, behaviour and ecology. Tijdschrift voor Entomologie 7, 1–25
- DIXON, A. F. G. (1985): Aphid ecology. Blackie & Son, London
- DOSKOCIL, J., CHVALA, M. (1971): A revision of *Lipara* Meigen (Diptera, Chloropidae), including the description of a new species from Europe. Acta entomol. bohemosl. 68, 100–107
- ELLENBERG, H. (1964): Stickstoff als Standortfaktor. Ber. dt. Bot. Ges. 77, 82–92
- FORSTER, W., WOHLFAHRT, TH., A. (1954/1971): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- FROMEL, R. (1980): Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westl. Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für die Vögel. Die Vogelwarte 30, 128–255
- FÜRST, R., DUELLI, P. (1988): Fensterfallen und Klebgitterfallen im Vergleich: Die Flugaktive Insektenfauna einer Kiesgrube. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 6, 194–199
- GEISSELHOFER, M., BURIAN, K. (1970): Biometrische Untersuchungen im geschlossenen Schilfbestand des Neusiedler Sees. Oikos 2, 248–254
- GLEISS, H. G. W. (1967): Der derzeitige Stand unseres Wissens über die Blattlausfauna von Schleswig-Holstein und Hamburg. Faun. ökol. Mitt. 3, 24–63
- HASLAM, S. M. (1971): Shoot height and density in *Phragmites* stands. Hidrobiol. Bucuresti 2, 3–9
- HEYDEMANN, B. (1956): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. Verh. Dtsch. Zool. Ges. Hamb., 332–347
- HEYDEMANN, B. (1973): Zum Aufbau semiterrestrischer Ökosysteme im Bereich der Salzwiesen der Nordseeküste. Faunist. ökol. Mitt. 4, 55–68
- IMHOF, G. (1966): Ökologische Gliederung des Schilfgürtels am Neusiedler See und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. Österr. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl. 75, 29–235
- IMHOF, G. (1973): Aspects of energy flow by different food chains in a reed-bed. A review. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 65–68
- KENNEDY, J. S., BOOTH, C. O., KERSHAW, W. J. S. (1961): Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. Ann. of appl. Biol. 49, 1–12
- KLÖTZLI, F., ZÜST, S. (1973): Nitrogen regime in reed beds. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 3–36
- KROLKOWSKA, J. (1973): Transpiration of certain macrophytes in various conditions. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 73–75
- KVET, J. (1973): Mineral nutrients in shoots of reed *Phragmites australis* Trin. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 37–47
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESW.-HOLST. (1982): Seenbericht Bornhöveder Seenkette, Kiel
- LLEWELLYN, M. (1972): The effects of the lime aphid, *Eucalypterus tiliae* L. (Aphididae) on the growth of the lime, *Tilia x vulgaris* Hagne. I. Energy requirements of the aphid population. J. Appl. Ecol. 9, 26–282
- LÜBBEN, H. (1908): *Thrypticus smaragdinus* Gerst. und seine Lebensgeschichte. Zool. Jahrbuch, Abt. f. System. 26, 39–33
- MCNEILL, S., SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): The role of nitrogen in the development of insect/plant-relationships. In: J. B. HARBORNE (Hrsg.), Biochemical aspects of plant and animal coevolution. Academic Press, London, 77–98
- MOERIKE, V. (1969): Hostplant specific colour behaviour by *Hyalopterus pruni* (Aphididae). Ent exp. & appl. 2, 524–534

- MOOK, J. H. (1967): Habitat selection by *Lipara lucens* Meigen (Diptera, Chloropidae) and its survival value. Archives neerlandaise Zoologie 18, 469–549
- MOOK, J. H. (1971): Influence of environment on some insects attacking common reed (*Phragmites australis* Trin.). Hydrobiologia 2, 305–332
- MOOK, J. H., VAN DER TOORN, J. (1985): The influence of environmental factors and management on stands of *Phragmites australis*. J. Appl. Ecol. 19, 477–499
- MÜLLER, H. E. (1976): Zur Morphologie pleistozäner Seebecken im westlichen schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet. Zeitschr. Geomorph., N. F. 20, 350–360
- NENTWIG, W. (1982): Zur Biologie der Schilfsackspinne *Clubiona phragmitis* (Arachnida, Araneae, Clubionidae). Entomol. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden 45, 83–93
- PINTERA, A. (1971): Some observations of mealy plum aphid *Hyalopterus pruni* Geoffr., occurring on reed. Hydrobiologia 2, 293–295
- RAUTAPÄÄ, J. (1979): Humidity reactions of cereal aphids (Homoptera, Aphididae). Ann. Ent. Fenn. 45, 33–41
- REINKE, S. (1968): Die Entwicklung der Alten Schwentine in Ostholstein. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 38, 17–23
- RHOADES, D. F. 1985. Offensive-defensive interactions between herbivores and plants: their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory. Am. Nat. 25, 205–238
- RODEWALD-RUDESCU, L. (1974): Das Schilfrohr, *Phragmites australis* Trinius. E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- ROHFRITSCH, O. (1975): Etude du developement de la galle de *Giraudiella inclusa* Fr. sur *Phragmites australis* Trin., Marcellia 38, 25–270
- RUDESCU, L., HIRGISU, L. (1972): Utilisation of amino acids from water and mud in the nutrition of common reed (*Phragmites communis* Trin.) grown in different ecological conditions and the modification at the level of some organs of the plant. Hydrobiologi 13, 301–304
- SCHLIEPHAKE, G., KLIMT, K. (1979): Thysanoptera, Fransenflügler. In: DAHL (Hrsg.): Tierwelt Deutschlands, 66. Teil, Fischer, Jena
- SKUHRAVA, M., SKUHRAVY, V. (1973): Problems of the taxonomy and ecologie of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae). Acta entomol. bohemoslov. 70, 65–73
- SKUHRAVY, V., POKORNY, V., SKUHRAVA, M. (1975): Die Gliederfüßler (*Lipara* spp., *Stenotarsonemus* sp. und Lepidoptera Larvae) als Ursache der Nichtbildung des Blütenstandes von Schilf (*Phragmites australis*). Acta ent. bohemoslov. 72, 87–89
- SKUHRAVY, V. (1978): Destroyer of common reed. In: DYKYJOVA, D. & KVET, J. (Hrsg.), Pont Littoral ecosystems. Berlin, Springer, 375–395
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): Ecological methods. 2nd rev. ed., Chapman & Hall, London
- STRÜBING, H. (1960): Eiablage und photoperiodisch bedingte Generationsfolge von *Chloriona smaragdula* und *Eudiella speziosa* (Homoptera, Auchenorrhyncha). Zool. Beitr. N. F., 5, 310–333
- TSCHARNTKE, T. (1986): Die Gallmücke *Giraudiella inclusa* (Diptera, Cecidomyiidae) im Nahrungsnetz des Ökosystems Schilf (*Phragmites australis*): Wechselwirkungen zwischen den Populationen von vier trophischen Ebenen. Dissertation, Fachbereich Biologie, Universität Hamburg
- TSCHIRNHAUS, M. VON (1981): Die Halm- und Minierfliegen im Grenzbereich Land–Meer der Nordsee. Spixiana, Suppl. 6, München
- VAN DER LINDEN, M. J. H. A. (1980): Nitrogen economy of reed vegetation in the Zuidelijk Flevoland polder. I. Distribution of nitrogen among shoots and rhizomes during the growing season and loss of nitrogen due to fire management. Acta Oecol./Oecol. Plantarum, 1, 219–230
- VOGEL, M. (1981): Ökologische Untersuchungen in einem *Phragmites*-Bestand. Dissertation, Fachbereich Biologie, Universität Marburg
- WALTERS, K. F. A., DIXON, A. F. G. (1982): Effect of host quality and crowding on the settling and take-off of cereal aphids. Ann. appl. Biol. 10, 2–28
- WAITZBAUER, W. (1971): Produktionsbiologische Aspekte schilffressender Insekten. Verh. Dtsch. Zool. Ges., 65, 6–9
- WESENBERG-LUND, C. (1943): Biologie der Süßwassertiere – Wirbellose Tiere. J. Cramer, Lehre 1967

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. Jörg Grabo
Forschungsstelle f. Ökosystemforschung
und Ökotechnik
Universität
Olshausenstr. 40
2300 Kiel 1
F. R. Germany

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [Supp_12](#)

Autor(en)/Author(s): Grabo Jörg

Artikel/Article: [Ökologische Verteilung phytophager Arthropoda an Schilf \(Phragmites australis\) im Bereich der Bomhöveder Seenkette 1-60](#)