

Ökologische Untersuchungen in einem Phragmites-Bestand

Michael Vogel

I. Einführung und allgemeine Methodik

1. Einleitung

Die Schilfpflanze mit ihrer kosmopolitischen Verbreitung und ihrer großen Biotopbreite kommt wohl mehr als andere Pflanzenarten in Reinbeständen vor. Diese natürlichen Reinbestände, seien sie an terrestrischen oder aquatischen Standorten, waren schon lange ein gern gesuchtes Untersuchungsobjekt. Die großen Monographien von HÜRLIMANN (1951), RUDESCU et al. (1965) und BJÖRK (1967) zeugen davon. In neuerer Zeit ging man dazu über, die Schilfbestände als Indikatoren für Umweltveränderungen anzusehen. So wurde auch die Schilfpflanze *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel (Synonym: *Phragmites communis* Trin.) zu einem Hauptuntersuchungsobjekt des Internationalen Biologischen Programmes (IBP), das ja auch gestartet wurde, um die Auswirkungen von Umweltveränderungen auf die pflanzliche und tierische Produktion zu untersuchen. Auch schilphytophage Tiere wurden dabei ausführlich behandelt (z. B. MOOK 1967; WAITZBAUER 1969). Etwas in den Hintergrund gedrängt wurden dabei die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Tier und Pflanze, bzw. zwischen den Tieren selbst.

2. Arbeitsziel

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, die ökologischen Wechselbeziehungen in einer nicht vom Menschen geschaffenen und zur Zeit auch nicht direkt beeinflussten Monokultur zu analysieren.

Als Arbeitsschwerpunkte wurden gesetzt:

1. Untersuchungen zum Wachstum, der Entwicklung und Produktion des Schilfes.
2. Aut- und synökologische Untersuchungen über Tiere, die in diesem Bestand leben und in Interaktionen mit den Pflanzen oder untereinander stehen.
3. Untersuchungen von Parametern, die einen Einfluß auf das räumliche und zeitliche Verteilungsmuster der Tiere ausüben.

3. Lage, Entstehung und natürliche Gliederung des Untersuchungsgebietes

Die Untersuchungen wurden mit Genehmigung der Obersten Naturschutzbehörde des Landes Hessen im Naturschutzgebiet »Schweinsberger Moor« durchgeführt. Dieses Niedermoor befindet sich südlich der Ortschaft Schweinsberg (Stadtallendorf), 15 km östlich von Marburg im Amoenburger Becken (8⁰ 58' Ost, 50⁰ 45' Nord). Das Becken ist geologisch gesehen ein Teil des Mittelmeer-Mjöse-Bruchsystems und stellt ein altes tektonisches Senkungsgebiet dar. Im Bereich des Moores sind auch heute noch Senkungstendenzen zu beobachten (DROSTE, NENTWIG, VOGEL 1980). Die Größe des Untersuchungsgebietes beträgt ca. 44 ha. Grob gegliedert lassen sich im Gebiet drei Großeinheiten unterscheiden:

1. Mehr oder weniger randlich gelegene Gehölzbezirke mit Weide, Erle und Pappel.
2. Grosseggenwiesen
3. Ein großer zusammenhängender Schilfbestand von ca. 20 ha Größe. Dieser Bestand ist prägend für das ganze Gebiet.

Abb. 1 gibt einen Überblick über das Untersuchungsgebiet. Die Verhältnisse bezüglich der Chemie des Wassers sind bei DROSTE (1982) besprochen.

4. Methodik und Vorgehensweise

Die ganze Vegetationsperiode über wurde an 5 »Permanenzuntersuchungsflächen« gearbeitet. Ergänzend dazu wurden, je nach Fragestellung, stichpunktweise bis zu 15 »Einzeluntersuchungsflächen« ausgewertet. Die Arbeitsflächen wiesen ein Mindestmaß von 2 x 2 m auf; teilweise, besonders bei autökologischen Untersuchungen zu bestimmten Tieren, wurde auf die Größe von 50 m² bzw. 100 m² erweitert.

An einigen Untersuchungsstandorten wurden dabei Veränderungen vorgenommen:

1. Mähen der Flächen
Mähen im Winter und Entfernen der Althalme und der Altstreu.
2. Aufstellen von Käfigen
Um Tierausschluß- oder Einschlußversuche durchzuführen und um die Wirkung schilphytophager Tiere zu erfassen wurden Käfige aufgestellt. Die Größe der Käfige betrug 75 x 75 x 300 cm. Die Abdeckung erfolgte mit Gazestoff, der die Maschenweite von 1,5 mm besaß. Die Abdichtung wurde bis in eine Bodentiefe von 20 cm vorgenommen.

Kriterien für die Auswahl der Untersuchungsstandorte waren:

1. Möglichst viele unterschiedliche Flächen zu erfassen in Bezug auf:
 - a. Schilfdichte der Altbestände
 - b. Höhe der Halme der Altbestände
 - c. Wasserverhältnisse auf den Flächen (d. h. Oberflächenwasser oder kein Oberflächenwasser)
 - d. Exposition der Flächen
 - zur vorherrschenden Hauptwindrichtung
 - zur Sonneneinstrahlung
 2. Unterschiedliches Wachsen der Jungtriebe, d. h. wann und wo das erste Erscheinen von Jungwuchs vorkommt
 3. Übergangszonen des Schilfes in andere Vegetationseinheiten
 - a. Übergang in eine mit Hochstauden durchsetzte Seggenwiese, deren Wasserstand ± 0 cm betrug
 - b. Übergang in eine Seggenwiese mit einem Minimalwasserstand von + 10 cm
- Zu jedem Versuchsfeld wurde ein Stichbrunnen, bestehend aus einem Kunststoffrohr (Länge: 110 cm; Durchmesser: 4 cm) angelegt, um den Wasserstand im Feld zu kontrollieren. Neben diesen Brunnen wurden in 15 cm Bodentiefe regelmäßig die Bodentemperaturen gemessen.

Als Untersuchungsobjekte dienten:

- Die Schilfpflanze *Phragmites communis* Trin. (Synonym: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel). Immer wenn im Verlauf der Arbeit von Schilf die Rede ist, ist diese Pflanze gemeint.
- Die Tiere, die in oder an den Schilfpflanzen gefangen oder beobachtet wurden.

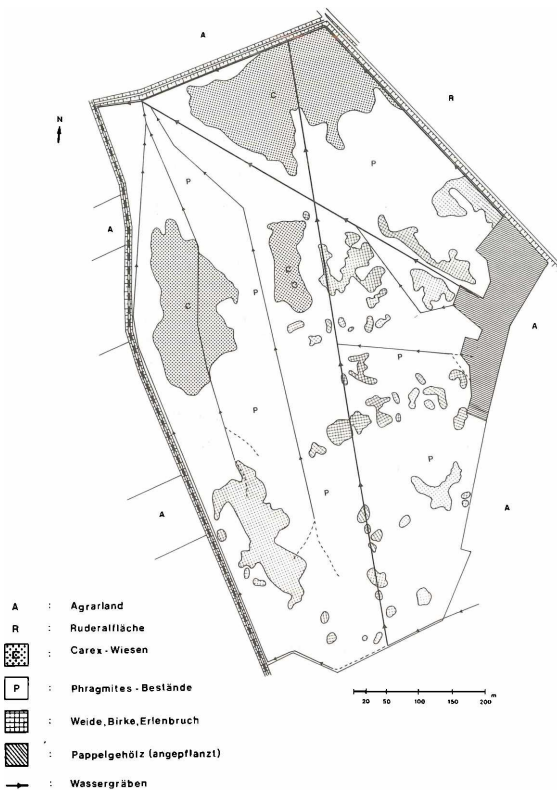


Abbildung 1

Übersicht über das Naturschutzgebiet »Schweinsberger Moore«.

II. Botanischer Teil: Wachstum, Entwicklung und Produktion der Schilfbestände

1. Methodik

Die Untersuchungsfelder 1, 2 und 4 wurden in Altbeständen ausgegliedert, die Untersuchungsfelder 3 und 5 in Übergangszonen in schilffreie Flächen. Zur Bestimmung der Stoffproduktion wurde die direkte, die Erntemethode, angewandt. 1978 wurde in 14-tägigen, 1979 stichprobenweise und 1980 in wöchentlichen bis 3-wöchentlichen (September–November) Abständen Schilf abgeerntet. Die Pflanzen wurden an Ort und Stelle in Plastikbeutel mit definiertem Gewicht verpackt, um Verluste durch Respiration zu vermeiden. Mit diesen Proben wurden die Frisch- und Trockengewichtsanalysen durchgeführt. Die Proben, die der Bestimmung der Aschegehalte dienen, wurden schon im Freiland aufgearbeitet, d. h., die Pflanzen in ihre einzelnen Organe zer-

legt und diese einzeln verpackt. Je Meßtag wurden im Freiland pro Standort mindestens 50 Halme in der Höhe vermessen und ihre Blattzahl bestimmt. Von 15 Pflanzen pro Standort wurden die Anzahl, Länge und Breite der Halminternodien bestimmt, ferner zur Bestimmung der Blattflächen alle Einzelblätter in ihrer Länge und Breite vermessen.

Folgende Maßgrößen für Entwicklung, Wachstum und Produktion wurden bestimmt:

1. Anzahl der Schilfpflanzen/m²
2. Verlauf der Halmhöhen
 - a. Anzahl, Länge und Durchmesser der einzelnen Halminternodien
3. Verlauf des Blattwachstums
 - a. Anzahl der Blätter/Halm
 - b. Länge und Breite der Einzelblätter
 - c. Bestimmung der Blattflächen

4. Halmgewicht
 a. Frischgewichte (FG)
 b. Trockengewichte (TG)
 c. Trockengewicht in % des Frischgewichtes (TG in % FG) (= Maßgabe für den Wassergehalt)
 5. Bestimmung des Aschegehaltes (= Anteil an organischen Bestandteilen des Trockengewichtes)

1980 wurde Standort 5 noch detaillierter ausgewertet. Weitere Untersuchungspunkte waren:

- Unterteilung der Schilfpflanzen in verschiedene Höhenzonen.
 0–50 cm; 50–100 cm; 100–150 cm; 150–200 cm, 200–250 cm; über 250 cm.
- Bestimmung und Vermessung der einzelnen Pflanzenorgane dieser Abschnitte:
 - Stengel
 - Blattscheiden
 - Blätter
 - Blüten

jeweils

Frischgewichte
 Trockengewichte
 Wassergehalt
 Aschegehalt
 Gewichtsanteil an der Gesamtbiomasse

Diese Messungen schienen in Bezug auf die Verteilung der Schilfphytophagen wichtig zu sein. Ferner wurde im Frühjahr 1980 an zwei Stellen das Verhältnis der unterirdischen zur oberirdischen Biomasse bestimmt.

2. Ergebnisse

2.1 Höhenwachstum

Das Höhenwachstum der Phragmites-Pflanzen wurde vom Zeitpunkt des Durchstoßens der Bodenoberfläche bzw. der Wasseroberfläche vermessen. Berücksichtigt wurde die Höhe über diesem Level. Das erste meßbare Ergebnis an allen Standorten liegt vom 29.04. vor. (1978: 26.04.) Im April, Mai, erfolgte dann ein relativ langsames und somit geringes Höhenwachstum, im Juni dann ein Wachstumsschub. Dieses Wachstum war in der Hauptsache intercalar, abzulesen an einer starken Internodialstreckung (vergl. HASLAM 1973). Im Juli, bis zu Beginn des August, ist ein Abflachen der Wachstumskurve zu sehen. Erst ungefähr Mitte August, beim Einsetzen eines starken Spitzenwachstums und der Blütenbildung erfolgte noch ein Wachstumsschub. Die maximale Höhe von $230 \pm 40,42$ cm/Halm (alle Standorte gemittelt) wurde am 19.08. erreicht. Danach wurde kein weiteres Höhenwachstum mehr festgestellt.

Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt, die Einzeldaten der gemittelten Ergebnisse mit ihrer Standardabweichung zeigt Tab. 2.

2.2 Blattentwicklung und Blattflächen

1. Blattentwicklung

Die Blattentwicklung – als Parameter wurde die Anzahl der Blätter/Halm genommen – zeigt einen fast linearen Anstieg von Mitte Mai bis Mitte August. Danach erfolgt eine Plateau-Phase, in der sich Abwurf und Zuwachs

Tabelle 1

Zeitpunkt des Schilfaustriebes, maximale Neuhalmszahl / m², maximale Schilfhöhe, maximale Blattzahl, maximale Blattflächenentwicklung und Wasserstandsschwankungen an 5 Untersuchungsstandorten, Vegetationsperiode 1980.

Standort	Triebbeginn	Max. Halme Anzahl / m ²	Max. Höhe cm	Max. Blattzahl Anzahl	Max. Blattfl. cm ²	Wasserstand cm
1	29.04.	84	213,57 ± 13,13	13,50 ± 2,14	737,19	– 12 bis – 5
2	29.04.	32	211,39 ± 13,51	14,00 ± 1,26	661,52	– 6 bis + 3
3	29.04.	76	227,67 ± 10,20	15,56 ± 2,06	768,94	± 0 bis + 4
4	29.04.	82	198,24 ± 10,62	14,31 ± 1,20	509,94	– 1 bis + 2
5	29.04.	108	302,18 ± 18,11	17,31 ± 1,25	1101,90	+ 7 bis + 14

Tabelle 2

Durchschnittliche Gewichtsanteile (in % TG) von Halm, Blattscheiden, Blättern und Blüten an der Gesamtbiomasse der Pflanze. Ausgewählter Untersuchungsstandort 5, Juli bis November 1980.

Datum	Halm	Blattscheiden	Blätter	Blüte
02.07.	52,64	20,12	27,20	—
08.07.	58,08	15,91	25,29	—
15.07.	55,51	16,72	29,35	—
23.07.	56,91	16,88	26,64	—
30.07.	57,03	16,58	27,28	0,17
05.08.	55,33	16,54	27,23	0,89
12.08.	56,02	16,11	26,25	1,60
19.08.	56,07	16,31	24,28	3,33
26.08.	55,92	16,40	24,69	2,96
02.09.	56,91	15,43	24,02	3,62
30.09.	56,06	16,07	25,10	2,76
04.11.	75,60	19,18	5,05	2,47

von Blättern ungefähr die Waage halten. Ab Anfang September ist eine deutliche Abnahme der Blattzahlen zu finden (Abb. 3).

2. Blattneubildung und Halmzuwachs

Die Blattneubildung, d. h. die Anlage und Ausbildung neuer Blätter zeigt eine enge Anlehnung an das Halmwachstum der Pflanzen. Bei diesem zeigt sich eine Zunahme von April bis zu einem ersten Spitzenwert zu Beginn des Monat Juni. Von Juni bis Anfang Juli – mit einem Einbruch am Ende des Juni – ist das Wachstum relativ gleichbleibend. Danach werden die Halmzuwachs-raten immer geringer, mit Ausnahme des Zeitraumes vom 12.08. bis 19.08., wo nochmals ein Wachstum von + 20 cm zu messen war. Dies war auch der Zeitpunkt, an dem alle Standorte voll erblüht waren (Abb. 2).

Auch bei der Blattneubildung ist eine schnelle Zunahme bis Mitte Juni zu sehen. Danach schließt sich ebenfalls eine Plateau-Phase an. Zum Teil beginnt an manchen Standorten schon der Blattabwurf. Bis zum 22.09. überwiegt aber immer noch der Trend zur Blattneubildung. Danach werden die Zahlen negativ. Die Durchschnittswerte der Einzelmessungen zeigt Tab. 1.

3. Blattflächen

Die Blattflächen wurden ermittelt nach der Formel: Blattfläche (Bf) = Länge d. Blattes x max. Breite d. Blattes x k

Der Faktor k wurde nach Ausmessen von Einzelblättern mit 0,55 bestimmt. (vgl.: ONDOK 1968 a: k = 0,50–0,64; GEISELHOFER, BURIAN 1970: k = 0,59; KVET et MARSHALL 1971; RUS 1972: k = 0,60; SZANOWSKI 1973: k = 0,57; HO 1980: k = 0,55). In die Berechnung gingen nur Blätter ein, deren Blattspreiten mehr als 50 % grün waren (siehe DYKY-JOVA, HEINY, KVET 1973). Ebenfalls Abb. 3 zeigt die Entwicklung der Blattflächen/Halm, dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung aller fünf Permanentuntersuchungsstandorte.

Die Kurve zeigt im Monat Mai nur eine geringe Blattflächenentwicklung. Die frisch getriebenen Basisblätter sind relativ klein und besitzen somit nur geringe Blattflächen (vergl.: HÜRLIMANN 1951). Ab Juni, mit der Bildung größerer Blätter, erfolgt ein Anstieg bis zu einem Maximum in der Augustmitte. (733,10 ± 188,20 cm²/Halm). Danach beginnt eine kontinuierliche Abnahme der Blattflächen, bedingt durch Blattabwurf und Alterungsprozesse, bis im November alle Blätter braun

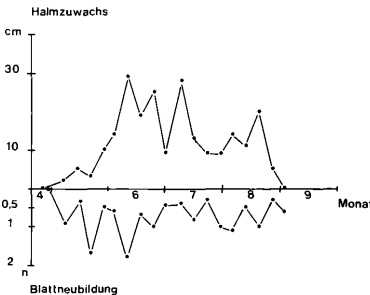


Abbildung 2
Durchschnittlicher Halmzuwachs (in cm) und Blattneubildung (Anzahl n) im Verlauf der Wachstumsperiode von April bis September 1980. (Durchschnittswerte aller bearbeiteten Standorte).

sind und die Blattfläche somit auf Null gesunken ist. (vergl.: GEISELHOFER, BURIAN 1970; HO 1980)

2.3 Zusammenfassung und Vergleich der Einzelstandorte

Abb. 3 zeigt den Verlauf des Höhenwachstums, der Blattzahlen und der Blattflächenentwicklung im Verlauf der Vegetationsperiode 1980.

In Tab. 1 sind der Beginn des Treibens, die maximale Halmhöhe, die maximale Blattzahl, die maximale Blattfläche, die Wasserstandsschwankungen und die Zahl der Pflanzen für die Einzelstandorte aufgelistet. Die Abb. 4 bis 8 zeigen die Entwicklung der Blattzahlen, der Blattflächen und das Höhenwachstum der Einzelstandorte.

Insgesamt gesehen zeigen sich nur geringe Abweichungen im Vergleich der Kurven untereinander. Einzig Standort 5 fällt etwas aus dem Rahmen (Abb. 8). Dieser Standort wurde in der Vorrückzone des Schilfbestandes in eine ganzjährig geflutete Seggenwiese ausgliedert. Die Schilfpflanzen finden an dieser Stelle optimale Verhältnisse vor (siehe auch Entwicklung der Halmgewichte). Auch findet sich hier keine Anhäufung von Bestandesabfall auf der Bodenoberfläche. Eine solche Anhäufung kann nämlich im Frühjahr die Erwärmung des Bodens hinauszögern und somit das Treiben verschieben (HASLAM 1973). Dies ist z. B. am Standort 4 der Fall. Hier findet man eine Altstreuuauflage von ca. 60 cm Höhe. Diese Schicht muß erst durchwärmt werden, erst dann kann die Pflanze treiben. Der langsame Anstieg des Höhenwachstums und der Ausbildung der Blattflächen spiegeln diese Verzögerung wieder. Noch dazu ist

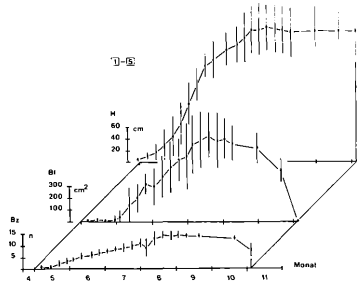


Abbildung 3
Entwicklung des Höhenwachstums (H in cm), der Blattflächen (Bf in cm²) und der Blattzahlen (Bz in n) im Verlauf der Monate Mai bis November 1980. Mittelwerte und Standardabweichungen der Messungen an den Standorten 1 – 5.

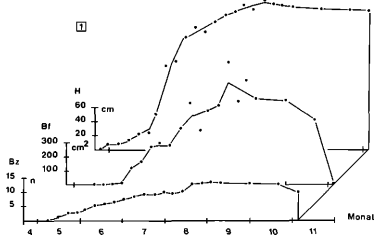


Abbildung 4
Entwicklung des Höhenwachstums (H), der Blattflächen (Bf) und der Blattzahlen (Bz) am Untersuchungsstandort 1 in den Monaten April bis November 1980.

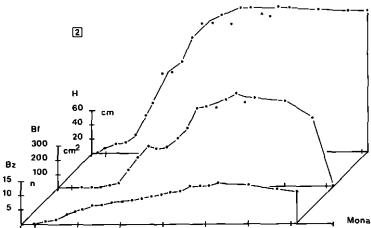


Abbildung 5

Entwicklung des Höhenwachstums (H), der Blattflächen (Bf) und der Blattzahlen (Bz) am Untersuchungsstandort 2 in den Monaten April bis November 1980.

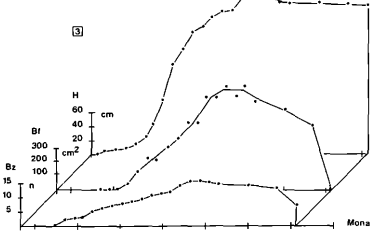


Abbildung 6

Entwicklung des Höhenwachstums (H), der Blattflächen (Bf) und der Blattzahlen (Bz) am Untersuchungsstandort 3 in den Monaten April bis November 1980.

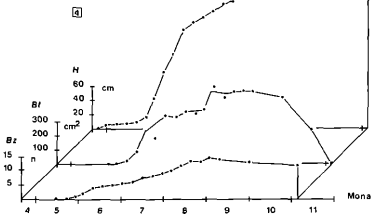


Abbildung 7

Entwicklung des Höhenwachstums (H), der Blattflächen (Bf) und der Blattzahlen (Bz) am Untersuchungsstandort 4 in den Monaten April bis November 1980.

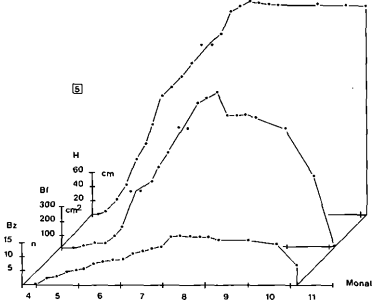


Abbildung 8

Entwicklung des Höhenwachstums (H), der Blattflächen (Bf) und der Blattzahlen (Bz) am Untersuchungsstandort 5 in den Monaten April bis November 1980.

die Fläche im Sommer am Nachmittag beschattet, so daß auch der Lichtgeuß der Pflanzen im Vergleich zu den anderen Standorten niedriger ist. (Abb. 7)

Am Standort 1 betrug die Altstreuauflage 35 cm. Auch hier liegt ein etwas verzögerter Anstieg der Höhen und Blattflächen vor. (Abb. 4)

Standort 2 befindet sich zentral im Schilfgebiet. Der Knick in der Blattflächenentwicklung im Bereich Juni-Juli kann wetterbedingt sein und auch an der Altersstruktur liegen. Dies soll an späterer Stelle noch erläutert werden. Die Meßergebnisse an diesem Standort zeigt Abb. 5.

Schließlich Standort 3. Dieser Standort ähnelt nicht nur im Verlauf der Kurven Standort 5, sondern auch diese Untersuchungsfläche war ein Übergangsfeld in eine zentral gelegene Seggenwiese, die im Sommer trocken fällt. Die Meßergebnisse sind in Abb. 6 dargestellt.

2.4 Halmgewichte

Die Frisch- und Trockengewichtsentwicklung sind in Abb. 9 dargestellt.

1. Frischgewichte (FG)

Nach einer »Anlaufperiode« im Monat Mai ist im weiteren Frühjahr eine starke Zunahme des Frischgewichtes zu sehen. Diese Entwicklung ist in der Hauptsache auf die Blattentwicklung und die rasche Zunahme der Blattoberflächen zurückzuführen (vergl.: GEISELHOFER, BURIAN 1970). Die Eigenphotosynthese und damit die eigene Stoffproduktion kommt in Gang. Bei den Standorten 1 bis 4 muß dabei erst noch eine Altstreu-schicht durchstoßen werden. Anders dagegen bei Standort 5, wo man von Beginn an einen fast linearen Verlauf der Frischgewichtsentwicklung beobachten konnte. An diesem Standort kann nach Durchstoßen der Wasseroberfläche sofort die Blattenfaltung und damit auch Eigenphotosynthese beginnen.

Ab Mitte Juni bis Ende Juli ist eine Phase der Stagnation zu erkennen. Die Zunahme der Frischgewichtswerte ist nur noch minimal. Der Grund dürfte in den schlechten Wetterbedingungen während dieses Zeitraums liegen. Danach erfolgt wieder ein Anstieg bis zu einem Maximum in der Augustmitte. Dieses Maximum fällt mit der Blütenbildung zusammen. Ende der Stoffproduktion, Blattabwurf und Stoffumlagerungen sind die Gründe für die danach erfolgende starke Frischgewichtsabnahme im Herbst.

2. Trockengewichte (TG)

Die Trockengewichtswerte wurden ermittelt, indem das gesammelte Pflanzenmaterial in einem ventilerten Trockenschrank bei 85 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurde (vergl.: SIEGHARDT 1974).

Die Trockengewichtskurven zeigen mehr oder weniger den gleichen Verlauf wie die Frischgewichtskurven, nur auf tieferer Ebene. Das Maximum des TG und des FG fallen zeitlich zusammen. An allen Standorten fallen die Frischgewichte im Herbst steiler ab als die Trockengewichte. Der Halm selbst vertrocknet und so wird ein Teil des Abwurfs der verdorrten Blätter kompensiert (GEISELHOFER, BURIAN 1970). So steigt der Anteil des Halmes am TG von 52,64 % im Juli, auf über 75 % im November an. Der %-Anteil der Blätter dagegen sinkt von 27,20 % auf 5,05 %. Die gemessenen Werte für Standort 5 sind in Tab. 2 aufgelistet.

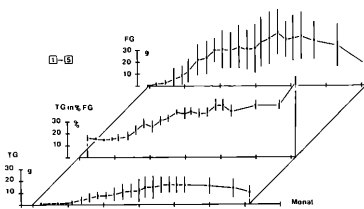


Abbildung 9

Mittelwerte und Standardabweichungen der Trockengewichtswerte (TG), des TG in % FG und der Frischgewichtswerte (FG) aus Messungen an fünf Untersuchungsstandorten in den Monaten April – November 1980.

2.5 Zusammenfassung

Hervorzuheben bei der Entwicklung der Frischgewicht-, Trockengewichte und des Trockengewichtes in % des Frischgewichtes (TG in % FG) (Abb. 9) ist der treppartige Verlauf der Entwicklung. Gleiche Ergebnisse fand auch SIEGHARDT (1974) bei Untersuchungen am Neusiedler See. Der Abfall oder Stillstand des TG-Anteiles am FG kann in der altersmäßigen Zusammensetzung des Bestandes liegen. Ein Teil der basalen Blätter wird schon abgeworfen, gleichzeitig werden aber neue Blätter ausgebildet, die Alterszusammensetzung im Bestand ändert sich. Junge Blätter mit hohem Wassergehalt und hoher Aktivität überwiegen (SIEGHARDT 1974). Auch die Treppen in der Blattflächenentwicklung (Abb. 4-8) zeigen diesen Befund. Die neugetriebenen größeren Blätter kompensieren also nicht nur den Verlust der absterbenden Blätter, sondern stopfen für eine gewisse Zeit sogar den Alterungsprozess der Pflanzen.

Die Stagnationsphase in der FG-Entwicklung, die im Juni/Julii zu sehen ist, spiegelt die Schlechtwetterperiode in diesem Zeitraum wieder.

2.6 Oberirdische Produktion

1. Oberirdische Produktion im natürlichen Bestand

Die oberirdische Nettoproduktion wurde zum Zeit-

punkt der maximalen Trocken- und Frischgewichte bestimmt.

Im Jahre 1978 am 08. August; 1979 zwischen dem 15. und 25. August und 1980 zwischen dem 12. August und dem 02. September. Verluste, die durch Pflanzenfresser eingetreten waren, wurden nicht berücksichtigt. Tab. 3 zeigt die ermittelten Daten.

Folgende Aussagen lassen sich machen:

Am Untersuchungsstandort 1 zeigt sich ein Trend zu einer relativ gleichbleibenden Produktion in g TG/m². Dabei stieg die Gesamthalmezahl von 184 (1978) auf 240 (1980) Halme/m². Der %-Anteil der Neuhalme am Gesamthalmbestand steigt von 34,78 % (1978) auf 43,11 % (1979) und fällt dann wieder auf 35 % (1980) zurück. Ist der Anteil der Neuhalme im Ansteigen, so nehmen die Halmgewichte selbst ab (g TG/Halm). Offenbar ist mit einem Gesamthalmbesatz von 250 Halmen/m² und einer Produktion von jährlich ca. 1150 g TG/m² die Kapazität des Standortes erreicht.

Standort 2 hat im Jahr 1980 einen Produktionseinbruch. Die Gesamthalmezahl stiegen von 230 (1978) auf 255 (1979), sanken dann aber auf 209 (1980) zurück. Auch beträgt der %-Anteil der Neuhalme an den Gesamthalmen 1980 nur 15,31 %. Die Kapazitätsgrenze dürfte hiernach wohl auch bei 250 Halmen/m² liegen.

Standort 3 und 5, in den Vorrückzonen des Schilfes gelegen, verhalten sich ähnlich. Einmal zeigen beide einen permanenten Anstieg der Gesamthalmezahl, zum anderen besitzen die Neuhalme einen sehr hohen %-Anteil an den Gesamthalmezahl. Allerdings liegt hier ein Abfall der Produktion und des %-Anteiles der Neuhalme in 1979 vor. Vielleicht wurde in dieser Vegetationsperiode mehr Energie in die Bildung des unterirdischen Systems gesteckt (vgl. HASLAM 1973). Die Einzelpflanzen an diesen Standorten waren, verglichen mit den anderen Untersuchungsflächen, größer und schwerer. Nach SZCZEPANSKA und SZCZEPANSKI (1976 b) nimmt die Größe der Pflanzen mit der sie umgebenden freien Fläche zu. Dieser Befund bestätigte sich auch hier.

Am Standort 4 zeigt sich ein ganz anderes Bild. Die Produktion nimmt von 1978 bis 1980 stark ab. Die Gesamthalmezahl/m² schwanken zwischen 307 und 330 Hal-

Tabelle 3

Produktionsdaten der Standorte 1 – 5 in den Jahren 1978 – 1980.

Althalme = getrocknete Vorjahreshalme

Neuhalme = im Untersuchungsjahr getriebene Halme

Jahr	Standort	Althalme pro m ²	Neuhalme pro m ²	Gesamth. pro m ²	% Neuhalme pro m ²	Produktion g TG/m ²	Gewicht TG pro Halm
1978	1	120	64	184	34,78	1125,12	17,58
	2	150	80	230	34,78	1483,20	18,54
	3	40	36	76	47,36	595,80	16,55
	4	190	120	310	38,70	2199,60	18,33
	5	11	35	46	76,00	866,60	24,76
1979	1	124	94	218	43,11	1081,94	11,51
	2	155	100	255	39,21	1110,00	11,10
	3	56	27	83	32,53	283,50	10,50
	4	210	120	330	36,36	1024,80	8,54
	5	45	20	65	30,76	337,00	16,85
1980	1	156	84	240	35,00	1224,72	14,58
	2	177	32	209	15,31	515,20	16,10
	3	50	76	126	60,31	3461,04	20,28
	4	225	82	307	26,71	692,90	8,45
	5	43	109	152	71,71	3499,99	32,11

men/m². Der %-Anteil der Neuhalme an der Gesamthalmzahl sinkt von 38,70 % (1978) auf 26,71 % (1980). Dieser Bestand schwankt um seine Kapazitätsgrenze, wenn sie nicht schon überschritten ist.

Bei Untersuchungen am Neusiedler See wurde gefunden, daß es Flächenausfälle geben kann, wenn die Klimax der unterirdischen Rhizom-Wurzelanteile überschritten wird (BURIAN 1973). KLÖTZLI (1969) führt Flächenausfälle, also Lochbildungen in Beständen, auf natürliche Alterungsprozesse zurück. Im überalterten unterirdischen Rhizom-Wurzelgeflecht wird mehr veratmet als oberirdisch produziert wird.

Beide Gründe können auch hier zutreffen. Sicher ist aber auch, daß oberirdisch nur eine gewisse Anzahl von Pflanzen auf einer Flächeneinheit Platz findet. Nach SZCZEPANSKA und SZCZEPANSKI (1976 b) ver trägt Schilf zwar ein gewisses Maß an »overcrowding«, d. h. eine Überbesiedlung eines Standortes, aber auch hier sind rein von der Fläche her Grenzen gesetzt. Ferner beträgt die Altstreuauflage am Standort 4 schon 60 cm. Nach MASON & BRYANT (1975) dauerte in Versuchen der 100 %ige Abbau von Schilf 494 bis 566 Tage (50 % Abbau: 200 – 233 Tage). Es ist also zu erwarten, daß an diesem Standort in einem der nächsten Jahre ein vollkommener Produktionsausfall stattfinden kann. Solche vollkommenen Produktionsausfälle werden im Untersuchungsgebiet lokal immer wieder beobachtet. Ich würde sie deshalb als Erholungsphasen bezeichnen, in denen sich die einzelnen Klone wieder regenerieren können.

Als weiterer Punkt ist aus den ermittelten Daten ersichtlich, daß ca. 56 % der Schilfhalme 2 Jahre stehenbleiben, ehe sie umknicken oder durch andere Einflüsse (Windwalzen, Schneefall, Vögel etc.) umgeworfen werden (vergl.: HASLAM 1970 b): in dichten Populationen fallen die Halme im 3. Herbst, in dünnen Beständen im ersten Winter; MASON & BRYANT (1975): ein Großteil der Halme steht 2 Jahre).

2. Oberirdische Produktion in geschnittenen Beständen

Über die jährliche oberirdische Produktion in geschnittenen Beständen findet man in der Literatur auseinandergehende Meinungen. Leider fehlt oft die Angabe, wie lange und wie regelmäßig die Mahd vorgenommen wurde. So besitzen nach HÜBL (1966) und MAIER (1973 a) geschnittene Bestände am Neusiedler See höhere Produktionswerte als ungeschnittene. Sie besitzen eine höhere Sproßzahl/m² und ein höheres maximales Trockengewicht/Halm. Die fehlende Beschattung durch Althalme und somit die besseren Licht- und Wärmeverhältnisse in der Anfangsphase des Wachstums werden als Gründe angegeben (vergl. auch WEISSER 1970). Angaben aus der Schweiz (KLÖTZLI und ZÜST 1973 a; 1973 b) belegen, daß sich höhere Produktionswerte in ungeschnittenen Beständen vorfinden. Auch in meinem

Untersuchungsgebiet findet man nach einmaligem Mähen unterschiedliche Ergebnisse.

Wie Tab. 4 zeigt, weist nur Standort 4 höhere Produktionsdaten auf. Die Daten der anderen Standorte liegen deutlich unter denen der unbeeinflussten Bestände (vergl. Tab. 3).

Gründe für dieses Ergebnis können sein:

Die Jungtriebe des Schilfes werden im Herbst angelegt. Mäht man nun im Winter einen Bestand, so entwickeln sich im nächsten Frühjahr nur die schon angelegten Schößlinge.

Ein anderer Grund ist der, daß die Bestände so an ihren Lebensraum angepaßt sind, daß sie immer an der Kapazitätsgrenze, d. h. mit maximalem Halmbesatz/Flächeneinheit ihren Wachstumszyklus durchführen. Verändere ich nun kurzfristig diese Kapazitätsgrenze durch Mähen und Entfernen der Althalme, reagiert der Bestand nicht sofort. Bei regelmäßiger Mahd adaptiert der Bestand an die neuen Verhältnisse und die Produktionsdaten werden höher. Es kann die maximal mögliche Zahl von Jungtrieben angelegt werden, die dann auch ohne Behinderung von Althalmen heranwachsen. In diese Richtung deuten auch Ergebnisse von NIKOLAIEVSKIJ (1971) aus der UdSSR, daß nämlich erst eine regelmäßige Mahd zu einer Vergrößerung der Produktion führt.

2.7 Der Einfluß abiotischer Faktoren auf die Produktion

Die Schilfpflanze mit ihrer großen ökologischen und genetischen Adaptationsfähigkeit (RUDESCU et al 1965; BJÖRK 1967; HASLAM 1970 a; NIKOLAIEVSKIJ 1971; DYKYJOVA 1980) hat weite Gebiete der Erde besiedelt (siehe Verbreitungskarte in van der TOORN 1972).

Als direkt steuernde Faktoren auf das Vorkommen und die Produktion wirken eine Vielzahl abiotischer Faktoren am Standort, seien es edaphische Faktoren, wie Bodencharakter, Korngrößenzusammensetzung und Exposition (ONDOK 1970; NIKOLAIEVSKIJ 1971; KRISCH 1978; HO 1980) oder die Mineral- und Wasserversorgung (HÜRLIMANN 1951; GORHAM & PEARSELL 1956; ROMAN et al 1965; BJÖRK 1967; RUDESCU 1968; HASLAM 1970 c; NIKOLAIEVSKIJ 1971; HASLAM 1973; MAIER 1976; MAIER, SIEGHARDT 1977). Sehr wichtig ist dabei die Nitratversorgung (RUDESCU, HIRGISU 1972; DYKYJOVA u. HRADECKA 1973; BORNKAMM, RAGHI-ATRI 1978; OVERDIECK 1978; SZCZEPANSKA, SZCZEPANSKI 1976 a). Alle diese Faktoren besitzen einen direkten Einfluß auf die Produktion.

Den größten Einfluß aber haben die während der Vegetationszeit herrschenden Licht- und Temperaturverhältnisse (ONDOK 1970; MAIER 1973 b, BURIAN 1973; HASLAM 1970 b, 1973; SIEGHARDT 1974; ONDOK u. GLOSER 1978 a, 1978 b). Errechnet man die

Tabelle 4

Produktionsdaten auf einer einmalig gemähten Fläche. Mahd: November 1979; Messung: August 1980

Standort	Halme pro m ²	Max. Höhe in cm	Blattzahl Anzahl	TG/m ²
1	73	192,61 ± 14,27	13,44 ± 1,69	261,90
2	34	154,46 ± 25,36	12,85 ± 1,57	194,95
3	41	205,00 ± 12,31	11,10 ± 1,70	229,60
4	250	203,26 ± 10,97	14,44 ± 1,09	2542,50

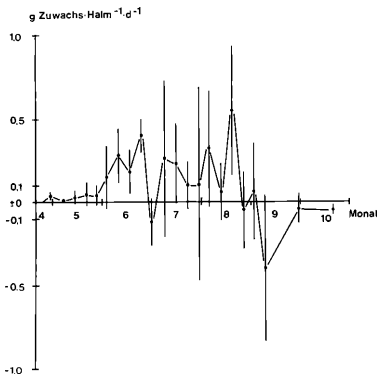


Abbildung 10

Oberirdischer Zuwachs in $g \text{ Zuwachs Halm}^{-1} \text{ d}^{-1}$ in den Monaten April bis Oktober 1980. Mittelwerte und Standardabweichungen der Einzelmessungen an den Untersuchungsstandorten 1 bis 5.

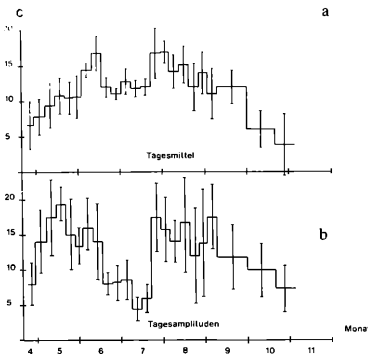


Abbildung 11a

Mittelung und Standardabweichung der Tagesmitteltemperaturen. Werte gemittelt über die Meßintervalle.

Abbildung 11b

Mittelung und Standardabweichung der Tagestemperaturamplituden. Werte gemittelt über die Meßintervalle.

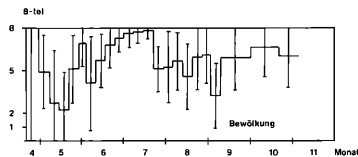


Abbildung 12

Mittelung und Standardabweichung der mittleren Tagesbewölkung. Die Werte sind dargestellt in 8-tel Bedeckung der Himmelsfläche. (Mit Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes).

oberirdischen Zuwachswerte in $g \times \text{Halm}^{-1} \times \text{Tag}^{-1}$ ($g \times \text{Halm}^{-1} \times d^{-1}$) über die Meßintervalle, so ergibt sich folgendes Bild:

Im April, Mai, sind die Zuwachswerte klein aber kontinuierlich. Wir befinden uns in der Anfangsphase des Wachstums. Von Ende Mai bis Ende Juni finden wir einen steilen Anstieg der Zuwachswerte. Dies fällt zusammen mit einem ersten Blattflächenmaximum. Ende Juni zeigt sich ein Einbruch, danach kommt eine Phase der Erholung. Erst Anfang August ist wieder ein Anstieg und gegen Ende August ein zweites Maximum zu sehen. Zu Beginn des September findet nur noch minimaler Zuwachs statt, dann werden die Werte negativ. Wir finden in dieser Kurve genau die gleichen Treppenstufen wieder, wie wir sie in der Darstellung des Höhenwachstums, der Blattflächenentwicklung und der Frisch- und Trockengewichte gesehen haben (Abb. 10). Abb. 11 a zeigt die Tagesmitteltemperaturen mit Standardabweichung, ebenfalls gemittelt über die Meßintervalle und in Abb. 11 b sind die Temperaturschwankungen aufgezeigt. Wir finden einen Anstieg der Tagesmittelwerte von April, über Mai bis Mitte Juni. Danach erfolgte eine Schlechtwetterperiode bis Ende Juli. Im August ergab sich wieder ein Anstieg der Mitteltemperaturen, dem die Zuwachsraten verzögert nachfolgen. Ab Mitte August ist ein kontinuierlicher Abfall der Temperaturen zu sehen. Auch die Darstellung der mittleren Bewölkung, ausgedrückt in Achtel Bedeckung der Himmelsfläche, unterstützt die vorher gemachten Aussagen (Abb. 12). Niedrige Temperaturen, gekoppelt mit hohen Bewölkungsgraden hemmen also den produktiven Zuwachs. Licht und Temperaturen als Faktoren des Lebensraumes wirken zusammen mit den genetischen Faktoren der Pflanzen. Ja, man kann sogar sagen, es besteht eine genetische Wechselbeziehung zwischen Wachstumszyklus und Klima. HASLAM (1973) führt aus, daß die genetisch kontrollierten Wachstumszyklen angepaßt sind an die unterschiedlichen Klimate, in denen das Schilf wächst. Temperatur und Photoperiode haben dabei in verschiedenen Stadien des Pflanzenwachstums unterschiedlichen Einfluß (vergl. HÜRLIMANN 1951; LAUDE 1972; DYKYJOVA u. HRADECKA 1973; BURIAN 1973; HASLAM 1973). So machen sich die hohen Bewölkungsgrade im Frühjahr nicht so stark bemerkbar, da sich die Pflanzen noch zu einem großen Teil aus den in den Rhizomen gespeicherten Nährstoffen versorgen.

2.8 Verhältnis unterirdische zu oberirdische Biomasse

Im Wachstum und im Nährstoffhaushalt der Schilfpflanze spielt die unterirdische Biomasse eine bedeutende Rolle. Nicht zuletzt auch wegen der stark divergierenden Literaturangaben, die die Vermutung nahelegen, daß standörtliche Verhältnisse eine wichtige Rolle spielen, wurde im Frühjahr 1980 an zwei Stellen das Verhältnis von unterirdischer zu oberirdischer Biomasse ermittelt.

Standort A: 160 Halme/ m^2 ; Wasserstand – 10 cm
Probengröße: 20 x 20 x 75 cm

Standort B: 60 Halme/ m^2 ; Wasserstand – 40 cm
Probengröße: 20 x 20 x 100 cm

Beide Standorte sind Reinschilforte.

Die Proben wurden ausgespült und bis 0,5 mm gesiebt. Anschließend erfolgte Trocknung in einem ventilerten Trockenschrank bei $85^{\circ}C$ bis zur Gewichtskonstanz.

Standort	Unterirdische Biomasse g TG / m ²	Oberirdische Biomasse g TG / m ²	Quotient
A	20 652,25	6 841,26	3,01
B	15 788,50	5 371,52	2,93

Die Werte zeigen, daß im Untersuchungsgebiet an 2 doch verschiedenen Standorten eine relative Konstanz im Verhältnis der unterirdischen zur oberirdischen Biomasse vorhanden ist.

2.9 Der Aschegehalt der Schilfpflanzen

Vor allem um Anhaltspunkte für die Verteilung der schilphytophagen Tiere in Raum und Zeit zu erhalten, wurden parallel zu den vorher dargestellten Untersuchungen Bestimmungen des Aschegehaltes (= Anteil der anorganischen Substanz) durchgeführt.

1. Methode

Das bei 85°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknete Material wurde pulverisiert, danach nochmals 24 Stunden bei 85°C übertrocknet und anschließend bei 900°C verbrannt.

Die gefundenen Werte werden als % anorganischer Substanz am Trockengewicht ausgedrückt.

2. Aschegehalt in Mischproben

Die Ergebnisse der Aschegehaltuntersuchungen in Mischproben (= Halm + Blattscheiden + Blätter) sind in Abb. 13 gezeigt.

Zum Beginn der Wachstumsperiode beträgt der Anteil an anorganischer Substanz ca. 4 %. Bis Ende Juli schwankt der Anteil ungefähr zwischen 5 % und 6 %. Ende August steigt der Ascheanteil auf über 11 % um dann zum Herbst hin wieder auf ca. 6,5 % zu fallen (vergl. KVET 1973: 6 %; BERNATOWICZ, PIECZYNSKA 1965: 7,9 %)

Die Werte decken sich ungefähr mit den Ergebnissen von SIEGHARDT (1974), liegen im Schnitt aber etwas höher.

Wichtiger und bessere Aufschlüsse ergeben aber die Analysen des Aschegehaltes der einzelnen Organe der Pflanze.

3. Aschegehalt des Halmes

Die Graphik des Aschegehaltes des Halmes zeigt über das Jahr gesehen einen U-förmigen Verlauf.

Zu Beginn der Vegetationsperiode finden wir in den Halmen der frischgetriebenen Pflanzen einen hohen

Aschegehalt, der im weiteren Verlauf absinkt, im Spätsommer und Herbst aber wieder ansteigt. Der Grund eines solchen Verlaufes (Abb. 14) liegt in der Funktion des Organs.

Zu Beginn des Wachstums muß ein stabiles Gerüst geschaffen werden, an dem die assimilierenden Organe entwickelt werden können (SIEGHARDT 1974). Wir finden also einen relativ hohen Anteil an anorganischen Substanzen im Vergleich zu den organischen. Im Verlauf der Produktionsperiode übernimmt der Halm dann mehr und mehr die Funktionen des Stofftransportes und speziell in den basalen Teilen auch die der Stoffspeicherung. Im Herbst, nach Rückführung der Assimilatstoffe in die unterirdischen Organe, finden wir wieder einen relativ hohen Anteil an anorganischen Stoffen im Halm (vergl. MOCHNAKA-LAWACZ 1974: Aschegehalt des Halmes im Oktober ca. 15 %). Während der Hauptproduktionszeit werden die Funktionen der Stütze und der Festigkeit der Pflanze von den Blattscheiden übernommen.

4. Aschegehalt der Blattscheiden

Bei den Blattscheiden finden wir also aufgrund ihrer oben genannten Funktion einen kontinuierlichen Anstieg im Aschegehalt. Sie verkieseln sehr stark und bilden mechanische Gewebe zum Schutze und zur Festigkeit des Halmes aus (vergl. HÜRLIMANN 1951; BJÖRK 1967; ZAX 1973). Abb. 14 zeigt die Darstellung der ermittelten Werte.

Die Blattscheiden gehen in die Blattspreiten über.

5. Aschegehalt der Blätter

Auch hier sehen wir einen kontinuierlichen Anstieg des Aschegehaltes über das Jahr gesehen. Diesen typischen Verlauf findet man sowohl beim Einzelblatt, über dessen »Lebensdauer« gesehen, als auch bei der Gesamtblattmasse. Im Laufe des Alterungsprozesses der Blätter finden Mineraleinlagerungen statt, auch dienen die Blätter als Depot von Stoffwechselschlacken (SIEGHARDT 1974).

Der Verlauf des Aschegehaltes der Blätter ist ebenfalls in Abb. 14 zu sehen.

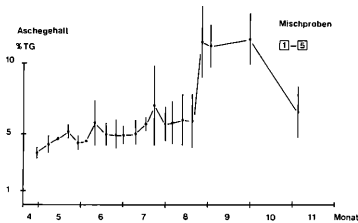


Abbildung 13

Verlauf des Aschegehaltes (in % TG) in Mischproben von April bis November 1980. Mittelwerte und Standardabweichungen aus Proben der Standorte 1 – 5.

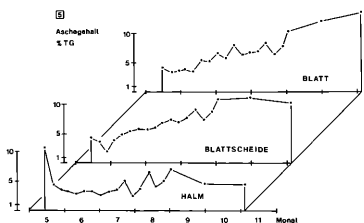


Abbildung 14

Verlauf des Aschegehaltes (in % TG) einzelner Pflanzenorgane (Halm, Blattscheide und Blatt) in den Monaten Mai bis November 1980. Die Werte wurden aus Proben vom Untersuchungsstandort 5 gewonnen.

6. Zusammenfassung

Der Gehalt an anorganischer Substanz in den verschiedenen Pflanzenteilen steht in einem engen Zusammenhang mit der Funktion dieser Organe im Zyklus der Pflanze.

Die dennoch manchmal starken Schwankungen in den Kurven lassen sich folgendermaßen erklären: Gramineen allgemein gesehen sind Kohlehydratspeicherpflanzen. Die Schilfpflanze spezialisiert überwiegt Stärke in Form des α -Glucose Polymers (SMITH 1972). Dieses Speicherprodukt kann jederzeit sehr schnell mobilisiert werden (STRASBURGER 1978).

Vergleicht man nun die Schwankungen im Aschegehalt mit den vorher gezeigten klimatischen Bedingungen, so kann man sehen, daß dem Wechsel der äußeren Bedingungen ein Wechsel in der Stoffzusammensetzung in der Pflanze folgt. Bei »normalen« Verhältnissen steigen Zuwachswert und Aschegehalt kontinuierlich an. Während der Schlechtwetterperiode im Sommer, bei nur Minimal- oder gar »Negativzuwachs« kam es zeitweise zu erhöhten Aschegehalten. Additiv dazu wirken auch noch andere Faktoren, wie z. B. die Bestandsverjüngung, die Blütenbildung usw. Aber auch hier zeigt sich die übergeordnete Steuerfunktion der klimatischen Bedingungen während der Vegetationsperiode.

III. Zoologischer Teil

1. Einleitung

Die Fauna des untersuchten Schilfbestandes (erfaßt wurden Tiere, die die Schilfpflanze selbst oder Besiedler der Schilfpflanze zur Nahrung hatten) setzt sich zusammen aus wenigen Wirbeltierarten und einer Vielzahl von Wirbellosen. Die Wirbellosenfauna selbst läßt sich grob gegliedert in Schilphytophage und Schilfüberwinterer unterteilen. Allen Schilfüberwinterern ist gemeinsam, daß sie auf offene Internodien angewiesen sind (KRÜGER 1976). Ein Großteil der Schilphytophagen dagegen ist in der Lage, die Stengelwand zu durchstoßen. Auch legen die Tiere ihre Eier in oder an die geschlossenen Internodien, Blattscheiden und Blätter der Pflanze. Hauptsächlich diese Tiere wurden im Untersuchungszeitraum 1977–1980 beobachtet.

2. Material und Methode

Alle Ergebnisse wurden im Schilfbestand des NSG »Schweinsberger Moor« gewonnen. Dabei wurde auf zweierlei Art und Weise vorgegangen:

Es wurden in regelmäßigen Abständen Schilfhalm nach der Erntemethode geschnitten, an Ort und Stelle verpackt und im Labor aufgearbeitet, d. h., zum Teil schockgefroren und dann mit Hilfe von optischen Geräten untersucht.

Zweitens wurden regelmäßig Freilandaufsammlungen und Freilandbeobachtungen vorgenommen. Die Aufsammlungen wurden mittels Exhaustor durchgeführt. Um doch halbwegs quantitativ arbeiten zu können, wurden in den Untersuchungsbeständen auf jeweils 5 m² innerhalb von 15 Min. alle Tiere, die erfaßt werden konnten, gesammelt.

Diese Arbeiten erfolgten nicht nur an den im vorherigen Kapitel charakterisierten 5 Standorten, sondern um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten, wurde angestrebt, bei Begehungen an möglichst vielen Standorten Beobachtungen und Aufsammlungen durchzuführen und in die Auswertung mit einzubeziehen. Dennoch

konnten einige Teilbestände nicht untersucht werden, da sie trotz aller Bemühungen nicht zu erreichen waren.

3. Ergebnisse

3.1 Tiere, die an Jungtrieben fressen

Zu Beginn des Schilftreibens von Mitte April (einzelne Standorte) bis Mitte Mai sind viele Jungtriebe, die eben die Bodenoberfläche bzw. die Altstreuenschicht durchwachsen hatten, angefressen oder zerfressen. Je nachdem, ob der Standort trocken oder feucht war, waren die Fraßspuren unterschiedlich.

An relativ trockenen Standorten fingen sich dabei in Bodenfallen, die im Gebiet aufgestellt waren, je ein Exemplar der Schermaus (*Arvicola terrestris*) und der Feldmaus (*Microtus arvalis*). Nach Angaben von HOLISOVA (1975) sind beide Arten Schilffresser. Am immerfeuchten Standort Nr. 5 wurden öfters in den frühen Morgenstunden Blähhühner (*Fulica atra*) und Bisamratten (*Ondrata zibethicus*) an den Pflanzen fressend beobachtet. Die Fraßspuren glichen genau denen, die KRAUSS (1979) aus Schilfbeständen der Berliner Halvseen beschreibt.

Summierend läßt sich sagen, daß die Jungtriebschädigung fast ausschließlich von den oben genannten Wirbeltieren stammt. Ansonsten wurden keine weiteren Einflüsse dieser Tiergruppe beobachtet.

3.2 Tiere, die den Vegetationspunkt beeinflussen

Im Untersuchungsgebiet kommen mehrere Tierarten vor, die sowohl vom Halminnern her als auch von außen den Vegetationspunkt angreifen. Dies kann einmal mit der Induktion einer Gallbildung einhergehen, ein andermal ohne Gallbildung geschehen.

3.2.1 Vegetationspunktaktivierung ohne Induktion einer Gallbildung

Die am häufigsten gefundene Art, die im Innern der Schilfhalm lebt und frißt und dabei den Vegetationspunkt zerstört, ist im Untersuchungsgebiet die Schilfzule *Archanara geminipuncta* (Haw.) (Lepidoptera, Noctuidae). Ihr wurde deshalb besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

1. Biologie von *Archanara geminipuncta*

1.1 Vorkommen im Untersuchungsgebiet

Auffallend im Untersuchungsgebiet ist, daß *Archanara geminipuncta* nicht gleichmäßig verteilt vorkommt. Folgende Parameter lassen sich für ein Vorkommen postulieren:

1. Am Standort müssen minimal 60 bis 70 Halme/m² stehen.
2. Es dürfen am Standort maximal 150 Halme/m² stehen.
3. Am Standort darf kein Oberflächenwasser vorhanden sein (d. h. zumindest die Altstreuauflage auf dem Boden muß oberhalb des Wasserniveaus sein).

Die Bedingungen für diese ganz bestimmte Bestandsstruktur ergeben sich aus dem Lebens- und Entwicklungszyklus des Tieres.

1.2 Freißphase im Halminnern

Auffallend wird der Befall der Pflanzen durch *Archanara* um die Mai-Juni Wende, bei einer durchschnittlichen Schilfhöhe von 1 m. Die Spitzenblätter der Pflanzen werden gelb, das ganze obere Drittel verdorrt.

Archanara überwintert im Untersuchungsgebiet als Ei, schlüpft um die April-Mai Wende und geht auf die frisch getriebenen Schößlinge über. In diesen Jungpflanzen

verbleibt die Raupe längere Zeit (bis zu 14 Tage), erst dann findet ein Wechsel auf die nun schon höheren Pflanzen statt.

Dieser Wechsel geht über die Bodenoberfläche. Der spätere Halmwechsel dagegen geht hauptsächlich über die Blätter, z. T. aber auch über die Bodenoberfläche. Daher darf an den Standorten kein Oberflächenwasser vorhanden sein. Die Raupen haben keinen Haarbesatz etc. der eine Oberflächenvergrößerung oder Luftpolsterbildung ermöglicht, um auf einer Wasseroberfläche zu verbleiben. Legt man die Tiere auf eine Wasseroberfläche, so gehen sie sofort unter und ertrinken. Auch wenn man ihnen Hilfsmittel zum Festhalten, wie z. B. alte Schilfhalmblätter oder Blätter, unter Wasser anbietet, so werden diese nicht angenommen. Sobald das Tier unter Wasser gerät, werden krampfhaft zuckende und um die Querachse klappende Bewegungen ausgeführt.

Gelingt der Halmwechsel und die Tiere gelangen auf eine neue Pflanze, dann fressen sie im oberen Drittel von außen ein Loch in den Halm, um in das Halminnere zu gelangen. Das Tier frißt dann im Innern bis zum nächst tiefer gelegenen Knoten, dreht sich und frißt stengelaufrwärts in Richtung Vegetationskegel. Dabei werden bis zum Vegetationskegel alle Knoten durchgefressen, der Vegetationspunkt zerstört und das Tier verläßt dann wieder den Halm, indem ein Loch von innen nach außen gefressen wird.

Das Ausfraßloch liegt immer über dem Einfraßloch und ist im Durchmesser größer. Daß ein zweites Loch in den Stengel gefressen wird, hat folgende Gründe:

1. Das Tier wächst in der Zeit, in der es im Stengel verweilt, und hat in den apikalen Regionen nicht den Platz, sich im Halminnern zu drehen und wieder zum Einfraßloch zu wandern.
2. Der ganze Fraßgang ist sehr stark verkotet.

1.3 Halmwechselperiode

Die Verweildauer in einem Halm beträgt in diesem Entwicklungsstadium zwischen 2 und 7 Tagen. Insgesamt werden im Laufe der Fraßperiode zwischen 3 und 6 Halme aufgefressen (vergl. SKURHAVY 1978: Befall von bis zu 7 Halmen). Der Halmwechsel erfolgt in den späten Abendstunden, hauptsächlich aber in den frühen Morgenstunden. Sehr häufig wurden Tiere beim Halmwechsel zwischen 4.00 und 6.00 Uhr beobachtet.

Um vom Wirtshalm auf den nächsten Halm zu gelangen, laufen die Tiere über die Blätter. Es muß also eine gewisse Minimalzahl von Pflanzen/m² vorhanden sein, um eine sichere Verbindung zwischen den Einzelpflanzen über die Blätter zu ermöglichen. Ist der Pflanzenbesatz zu gering, eine sichere Verbindung der Blätter zueinander nicht gegeben, dann kann es passieren, daß die Einzelblätter beim Darüberlaufen abknicken und das Tier von der Pflanze fällt. Absolut tödlich ist das bei Oberflächenwasser.

Gelangt das Tier auf eine neue Pflanze, dann muß es die richtige Stelle zum erneuten Einfraß finden.

Die Tiere laufen dabei auf der Nahtstelle der den Halm umgebenden Blattscheiden (diese überlappen sich und bilden somit eine Nahtstelle) und führen mit dem Vorderkörper pendelnde Bewegungen nach beiden Seiten aus. Entspricht die Tierlänge: Kopf, Brustbeine + 2 Segmente, also bis zum ersten Abdominalbeinpaar dem Durchmesser des Halmes, können die Tiere knapp den halben Halm umfassen, so stoppen sie ihren Lauf und fressen sich ein. Trägt man nun den Halmdurchmesser und oben genanntes Körpermaß der Tiere gegeneinander auf, so ergibt sich eine sehr hohe Korrelation von $r =$

0,963. Abb. 15 zeigt die Daten, die im Freiland ermittelt wurden. Dabei wurden auch Tiere abgesehen und an andere Halme gesetzt.

Bringt man sie an die Halmbasis (im Vergleich zu den Körpermaßen zu großer Halmdurchmesser), dann laufen sie halmaufwärts. Bringt man sie in die Spitzenregion (zu geringer Halmdurchmesser), dann laufen sie halmbwärts. Dies geschieht immer bis zu dem Punkt, wo die Tiermaße mit dem Halmdurchmesser übereinstimmen.

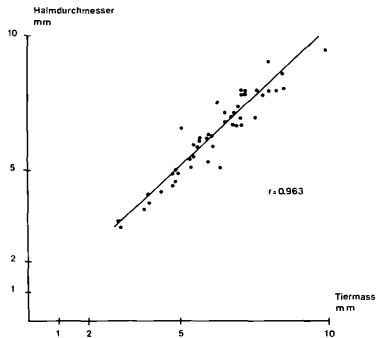


Abbildung 15

Zusammenhang zwischen dem Halmdurchmesser (mm) und dem Tiermaß (Kopf bis 1. Abdominalbeinpaar in mm) in der Halmwechselperiode bei *Archanara geminipuncta*. $r = 0,963$; $y = 0,515 + 0,910 x$

1.4 Verpuppungsperiode

Archanara geminipuncta verpuppt sich in den basalen Internodien der Schilfpflanze. Dabei muß nicht der Halm zur Verpuppung genutzt werden, in dessen oberem Abschnitt das Tier fraß. Es wurden auch Puppen in Schilfhalmblättern gefunden, deren apikale Teile keinerlei Fraßspuren aufwiesen.

Die Verpuppung selbst erfolgt solitär. Nur ganz wenige Ausnahmen wurden festgestellt:

- a. Zwei Tiere in einem Internodium, dabei zwei Einfraßlöcher, zwei Schlupffenster und zwei abgeteilte Puppenwiegen.
- b. Zwei Tiere in einem Internodium, dabei ein Einfraßloch, ein Schlupffenster und eine Puppenwiege. Tier 2 durchfraß dabei das Schlupffenster von Tier 1, um ebenfalls in den Halm zu gelangen.

1.4.1 Auswahl des Verpuppungsinternodiums

Die verpuppungsreifen Raupen hatten eine mittlere Größe von $28,92 \pm 4,46$ mm. Sie benötigen also schon von ihrer Größe her ein weitlumiges Internodium. Gefunden wird dieses Internodium auf die vorher beschriebene Art und Weise. Das Einfraßloch wird meist im unteren Drittel des gewählten Internodiums angelegt, wo die Blattscheide noch den Halm umgreift. Die »Führlinie« ist also noch vorhanden.

Das Schlupffenster liegt im mittleren oder oberen Drittel, wo die Scheide den Halm nicht mehr umfaßt. Diese frei offen liegenden Halmabschnitte findet man in der Regel an 4 bis 6 basalen Internodien. Durch intercalares Wachstum nämlich, überholt der Halm das Wachstum der Blattscheiden und somit ergeben sich Zonen, in denen der Halm freiliegt (vergl. HÜRLIMANN 1951).

Als Minimaldurchmesser des Verpuppungsinternodiums wurde 6,8 mm ermittelt. Auch MOOK (1971) fand in Holland den höchsten Larven- und Puppenbesatz pro Halm bei basalen Durchmessern von 6,5–7,4 mm an trockenen Plätzen und bei über 7,5 mm an feuchten Plätzen. In Internodien die unter 6,8 mm lagen, wurden von mir keine Puppen gefunden.

Diesem Kriterium entsprechen an den untersuchten Standorten die Internodien 1 bis 6. Die Ergebnisse der Freilandzählung zeigt Abb. 16 (SKURHAVY 1978 gibt die Internodien 2 bis 4 als Verpuppungsinternodien an). Warum der Mindestdurchmesser vorhanden sein muß, erklärt sich aus dem Verpuppungsvorgang.

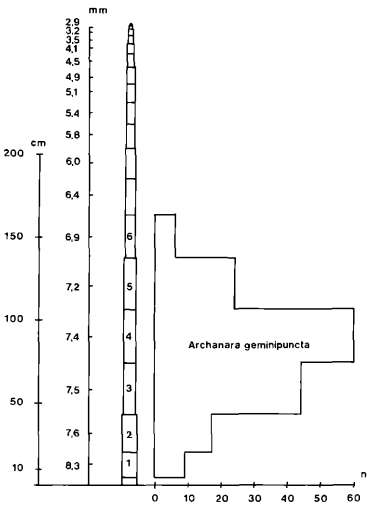


Abbildung 16
Verteilung der Puppen von *Archanara geminipuncta*. Angegeben sind Halmhöhe (cm), Halmdurchmesser (mm), Nummer des Internodiums und Anzahl der gefundenen Puppen.

1.4.2 Verpuppungsvorgang

Hat das Tier ein passendes Internodium gefunden, so wird im unteren Drittel ein Loch in den Stengel gefressen. Das Einfräbloch wird dann von innen her wieder verschlossen. Danach bewegt sich das Tier stengelabwärts bis zum nächsttieferliegenden Knoten, dreht sich um die Querachse und wandert stengelaufwärts bis in den Bereich, der außen nicht mehr von der Blattscheide umschlossen wird. Während der Wanderungsphase im Halm wird der filzig scheinende Innenbelag des Stengels abgeweidet. Wahrscheinlich aber nicht gefressen, denn in keinem Verpuppungsinternodium wurde Kot gefunden. Aber vielleicht gibt dieser Belag dem Tier die Mitteilung, ob der Halm freiliegt, oder noch von Blattscheiden umschlossen ist.

Im blattscheidenfreien Bereich des Halmes wird dann von innen nach außen ein Schlupfenster mit der durchschnittlichen Kantenlänge von 6,02 x 4,91 mm gefressen. Als Abschluß nach außen bleibt nur die Stengelepidermis erhalten. Das Stengelmaterial wird von den Tieren nicht aufgefressen, sondern kuppelförmig oberhalb des Schlupfensters im Halm als obere Begrenzung der Puppenwiege abgelegt. (vgl. SKURHAVY 1976)

Danach erfolgt die Abteilung der Puppenwiege. Ihre Größe variiert je nach Raupengröße.

Zuerst wird mit einer Art Gespinnst oberhalb des Schlupfensters, aber unterhalb des abgelegten Stengelmaterials, die stengelaufwärtige Begrenzung festgelegt. Dann dreht sich das Tier wieder um die Querachse, bewegt sich stengelabwärts, legt die untere Begrenzung fest, zieht sich etwas zurück und verpuppt sich kopfabwärts in der Puppenwiege.

Die Verpuppung erfolgt um die Wende Juli – August. Die Dauer der Puppenruhe beträgt 2 bis 4 Wochen (SKURHAVY 1978: ebenfalls 2 – 4 Wochen).

Nach erfolgter Kopulation der geschlüpften Imagines werden die Eier abgelegt und zwar unter die Blattscheiden der Schilfpflanzen. (vgl. RAEBEL 1910) Junglarven wurden während der Wintermonate nicht gefunden. Die Tiere überwintern im Untersuchungsgebiet als Eier. Erst im Frühjahr schlüpfen die Junglarven. Nach Angaben von MOOK (1971) überwintert *Archanara* in den Poldern Hollands als Junglarve.

2. Parasiten und Auswirkung von *Archanara geminipuncta*

2.1 Parasiten

Aus *Archanara* Puppen wurden 2 Arten von Ichneumoniden (Hymenoptera) gezogen:

Limerodops unilineatus (Grav.) und *Chasmas paludator* (Desv.) Die Gesamtparasitierungsrate durch die Tiere betrug 24 %.

Die Weibchen von *Limerodops unilineatus* überwintern als Imago. Erst im Frühjahr entwickeln sie ihre Ovarien und die Weibchen stechen dann die Junglarven von *Archanara* an. Der Parasit entwickelt sich erst in der Puppenwiege und schlüpft aus ihr. (HINZ, schriftl. Mitteilung)

Bei *Chasmas paludator* überwintern ebenfalls die befruchteten Weibchen. Sie warten aber mit der Eiablage bis Ende Juli, Anfang August, da sie nämlich die Puppen der Schilfeulen anstechen. Dazu beißen die *Chasmas* Weibchen die Schlupfenster auf und dringen zur Eiablage in die Puppenwiege ein. (HINZ, schriftl. Mitteilung)

Allgemein ist zu sagen, daß die Zahl der Parasiten der im Gebiet vorkommenden Tiere sehr groß ist. Da man die Wirtstiere aber nur sicher angeben kann, wenn man den Parasiten auch gezogen hat, soll zu Ende des Kapitels ein allgemeiner Abschnitt eine Übersicht über die gefundenen parasitierenden Tiere geben.

2.2 Auswirkung auf den Bestand

Wie schon erwähnt kommt *Archanara geminipuncta* nur ganz lokal begrenzt in den Beständen vor. Hier aber ist seine Wirkung sehr auffällig.

Abb. 17 zeigt den Verlauf im Höhenwachstum an 2 ausgewählten Standorten, die nur ca. 150 m auseinander liegen. Sie unterscheiden sich nur im Fehlen, bzw. Vorhandensein von Oberflächenwasser. Die obere, unterbrochene gezeichnete Kurve zeigt das Höhenwachstum am Vergleichsstandort ohne *Archanara* Vorkommen. Die untere Kurve zeigt das Höhenwachstum am Standort mit *Archanara*befall. 90 % der Halme waren befallen.

Wir sehen ein Ende des Höhenwachstums Mitte Juni, bei ca. 1,70 m Schilfhöhe. Erst im September, als die neugebildeten Seitentriebe die abgestorbenen Halmspitzen überwachsen, ist wieder eine leichte Höhenzunahme zu sehen. Auch die Halmgewichte zeigen den Einfluß der Tiere.

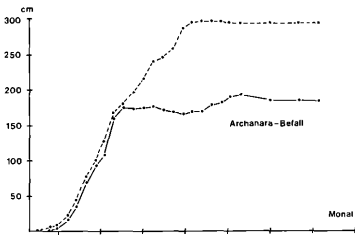


Abbildung 17

Vergleich des Höhenwachstums von Schilfbeständen an 2 ausgewählten Standorten.

--- ohne *Archanara* Befall; — mit *Archanara* Befall

Rechnet man um auf einen Idealquadratmeter mit 70 Halmen, so ergibt sich:

	Halmhöhe (cm)	g TG/Halm	70 Halme/m ²	%
ohne Befall	300	20,19	1476,20	100
mit Befall	190	8,12	568,40	38,74

Bei einem Massenvorkommen in einem lokal begrenzten Bestand können über 60 % der möglichen Produktion verhindert werden. (vgl. SKURHAVY 1978: befallener Halm erreicht nur 43 – 55 % des TG eines gesunden)

3. Steuerung der Populationsstärke

Neben Parasiten und Räubern übt der Bestand der Wirtspflanze einen ganz großen Einfluß auf die Populationsentwicklung der Tiere aus.

Es muß ein ganz bestimmtes Muster in der Bestandesstruktur vorhanden sein, damit die Tiere ihren Entwicklungszyklus durchlaufen können. Dazu einige Daten von ausgewählten Standorten:

Standort A: 32 Halme/m²; dünnstes basales Internodium 7,6 mm.

Dieser Standort wäre ideal zum Verpuppen, aber der Pflanzenbesatz pro Fläche ist zu gering.

Kein Vorkommen von *Archanara*.

Standort B: 210 Halme/m²; dünnes basales Internodium, 4,3 mm.

Dieser Standort wäre ideal für die Freißphase, bietet aber keine Verpuppungsmöglichkeit.

Kein Vorkommen von *Archanara*.

Standort C: 99 Halme/m²; dünnstes basales Internodium 7,0 mm.

Idealer Standort

Über 90 % der Halme befallen.

Die Wirkung der Tiere wird also von vorne herein lokal begrenzt gehalten. Treten jetzt dazu noch schlechte äußere Bedingungen auf, die das Wachstum der Wirtspflanze direkt beeinflussen, so tritt eine weitere Einengung der Entwicklungsmöglichkeit der Tiere ein.

So wird letztendlich über die Wirtspflanze in dieser Monokultur die Populationsstärke des Wirtes gesteuert. Massenvermehrungen über das Gesamtgebiet gesehen, waren nicht zu beobachten. Der starke lokale Befall übt im Endeffekt keinen Einfluß auf den Gesamtbestand aus.

4. Lebensraum: ausgefressene Stengelpartien

Archanara geminipuncta öffnet durch seine Fraßtätigkeit Halme und erschließt damit einen neuen Kleinlebensraum für andere Organismen.

Die ausgefressenen apikalen Stengelteile sind meistens mit dem sehr feuchten, hellgrünen bis leicht gelblichen Kot der Schmetterlingsraupen gefüllt. In manchen Stengelteilen konnte man eine ziemlich abrupte Verfärbung des Kotes zu einer dunkelgrünen bis dunkelbraunen Farbe feststellen. Genau an diesen Stellen findet man häufig Dipterenlarven. Zuchtversuche und spätere Freilandfunde von Imagines erbrachten, daß es sich hauptsächlich um Phoridae aus dem *Megaselia* Gattungskreis handelt.

Auf dem noch feuchten Kot im Stengelinnern entwickeln sich an Pilzen eine claviforme *Penicillium*-Art und *Cephalosporium corda* (Moniliales). Sackt der Kot etwas in sich zusammen, so daß meist oberhalb des Aus-

fraßloches die Stengelteile kotfrei sind, oder sich Bezirke bilden, wo nur noch vereinzelt Kotpakete an den Stengelinnenwänden kleben, so sind dies die Halmpartien, in denen sich sehr oft Kurzflügelkäfer der Art *Allicanta incana* finden. Da auch Käferlarven gefunden wurden, muß in Laborversuchen noch geklärt werden, ob die Tiere ihre Eier in diesen Bezirken ablegen, oder ob sie nur zugewandert sind.

An Stellen, an denen der Kot schon angetrocknet ist und nicht mehr verrutschen kann, findet man Thysanopteren Larven und später auch die erwachsenen Tiere von *Haplothrips aculeatus* (Fabricius). Die Tiere wandern dann zu Beginn der Schilfblüte auf die jung geschobenen Blüten und sind der häufigste Infloreszenzbesiedler.

Im Frühjahr wurden aus den hohlen Halmen Anthomyziden und Chloropiden gezogen. Es waren die Arten: *Anthomyza gracilis* Fall., *Haplegis flavitarsis* Mg. und *Haplegis diadema* Mg.

Allgemeiner bekannt sind die Tiere als Mitbewohner in Lipara-Gallen. Da diese Gallen im Untersuchungsgebiet aber ebenfalls nur lokal vorkommen, bieten sich ihnen die *Archanara*-Halme als Ersatz an.

Im Winter dienen die offenen Halme einer Vielzahl von Tieren als Überwinterungsplatz (vergl. KRÜGER 1976). Speziell in diesen offenen Halmen wurden sehr häufig die Schilfsackspinne *Clubiona phragmitidis*, die Coccinelliden *Anisosticta 19-punctata* (L.) und *Adalia bipunctata* (L.), ferner die Carabiden *Demetrias imperialis* (Germar) und *Odacantha melanura* (L.) gefunden. Alle Tiere sind also mehr oder weniger auf das Vorkommen von *Archanara geminipuncta* angewiesen.

5. Weitere Noctuiden im Untersuchungsgebiet

Bei einer Nachtfangaktion im Juli 1980 flogen folgende weitere Noctuiden ans Licht:

Art	Biologie (nach Forster & Wohlfart 1960 ff.)
<i>Sideridis (Mythimna) conigera</i> Schiff.	
<i>Mythimna straminea</i> Tr.	an feuchten Stellen mit Schilf; lokal sehr häufig eine mehr nördliche Art;
<i>Mythimna impura</i> Hbn.	Raupen an Seggen und Schilf Raupen aus dem Untersuchungsgebiet wurden an Seggen gezogen. (Droste, mündl. Mitteilung)
<i>Mythimna pudorina</i> Schiff.	an Schilf und diversen Sumpfräsern
<i>Apamea monoglypha</i> Hufn.	an Wurzeln von Gräsern
<i>Leucania obsoleta</i> Hbn.	häufig an Ufern und Gewässern mit Schilf. Raupen der Tiere überwinterten im Untersuchungsgebiet in Althalmen und wurden im Frühjahr gezogen.
<i>Ochropleura plecta</i> L.	an Gräsern und verschiedenen krautigen Pflanzen.
<i>Agrotis (Scotia) exclamatoris</i> L.	an Gräserwurzeln

3.2.2 Vegetationspunktbeflussung mit Induktion einer Gallbildung

An Tieren, die dieses Schadbild verursachen wurden im Untersuchungsgebiet 3 Arten gefunden:

Stenotarsonemus phragmitidis (Schedl.) (Acari, Tarsonemidae), eine Laufmilbe, *Lipara rufitarsis* Loew und *Lipara lucens* Mg., beides Halmfliegen (Diptera, Chloropidae).

Ihr Vorkommen im Untersuchungsgebiet soll im folgenden kurz diskutiert werden.

1. *Stenotarsonemus phragmitidis* (Acari, Tarsonemidae)

1.1 Erscheinungsbild

Die ersten Anzeichen eines Befalles der Schilfstengel durch die Laufmilben waren Ende Juni, Anfang Juli zu beobachten. Durch das Saugen der Tiere wird eine Gallbildung an der Sproßspitze induziert.

Die obersten Internodien sind sehr gestaucht, die die Sproßspitze umgebenden Blätter aufgetrieben und ineinander verdreht. Die nach innen gewendeten Epidermiszellen wachsen zu keulenförmigen Haaren aus.

Die Gallen selbst werden ziemlich groß und schwer, so daß sie meist aus den sie umhüllenden Blattscheiden herausknicken. In der Regel wird nach der Gallbildung keine Blüte mehr getrieben. Erfolgt der Befall jedoch später, z. B. um die Juli/ August-Wende, dann kann vereinzelt noch eine Blüte ausgebildet werden, die aber viel kleiner als die normale Blüte ist. (vgl. SKURHAVY et al. 1975; SKURHAVY 1978)

1.2 Verteilung der Tiere im Untersuchungsgebiet

Die auffälligen Gallen der Tiere sind nicht gleichmäßig im Gebiet verteilt. Sie fehlen im Zentralteil des Bestandes, sowie im Übergangsbereich im Norden zu der im-

merfeuchten Seggenwiese. Häufiger findet man die Tiere nur im südlichen Übergangsbereich, wo die Schilfbestände langsam ausdünnen. Auch wird hier der Boden immer trockener.

Nach Auswertung der Fundortdaten läßt sich aber doch ein gewisses Verteilungsmuster feststellen. Als Parameter diente die Anzahl der Halme/m². Tab. 5 zeigt die ermittelten Daten.

Tabelle 5

Prozentuale Verteilung aller gefundenen Spitzengallen von *Stenotarsonemus phragmitidis* in verschiedenen dichten Beständen.

Halme/m ²	Verteilung (%)
10 – 29	8,5
30 – 49	33,5
50 – 69	11,0
70 – 89	12,5
90 – 109	34,5

Bevorzugt werden also einmal Bestände mit einer Halmezahl von 30–49 Halme pro m² und weiter in der Tiefe des Gebietes Bestände mit Halmezahlen von 90–109 Halmen/m².

Das erste Verteilungsmaximum fällt mit dem Vorkommen von *Lipara*-Arten zusammen, in deren Gallen *Stenotarsonemus* auch als Inquilline vorkommen kann. Die Tiere scheinen hier von den *Lipara*-Arten passiv verbreitet zu werden, indem bei der Wanderung und der Eiblage der Dipteren die Laufmilben mit an neue Halme verschleppt werden (vergl. WAITZBAUER 1969). Gründe für das zweite Verteilungsmaximum in Beständen mit 90–109 Halmen pro m² könnten sein, daß die Tiere in dichteren Beständen sich aktiv selbst besser verbreiten können und daß auch hier Eigenschaften der Halme selbst, wie Halmhöhe oder basaler Durchmesser maßgebend sind.

Auch DURSKA (1970), der *Stenotarsonemus* ebenfalls häufig in Beständen mit über 100 Halmen/m² fand, äußert, daß es in dichteren Beständen für die Tiere einfacher ist, aktiv andere Halme zu besiedeln.

2. Tiere der Gattung *Lipara* (Diptera, Chloropidae)

2.1 *Lipara rufitarsis* Loew

2.1.1 Lebensweise

Lipara rufitarsis, auch bekannt unter dem Namen *Calamoncosis minima* Strobl, tritt im Untersuchungsgebiet als selbständiger Gallbildner auf.

Als Gallbildner wurde sie beschrieben von GIRAUD (1863) und BLAIR (1932) (zitiert in WAITZBAUER et al. 1973); BUHR (1965) führt sie mit Einschränkung als Gallbildner an, POKORNY (1970), CHVALA et al (1974), SKURHAVY et al (1975) und SKURHAVY (1978) führen sie wiederum als eigenständige Gallbildner an. Demgegenüber zogen sie WAGNER (1907) und WAITZBAUER (1970) als Inquilline aus *Lipara lucens* Gallen.

Die Tiere können also sowohl als selbständige Gallbildner auftreten oder als Inquillinen leben.

Die gebildete Galle ist ähnlich der von *Lipara lucens*, nur ist sie viel kleiner und die Larven leben in Fraßgängen in den obersten 2 bis 5 gestauchten Internodien (SKURHAVY 1978). Die Galle ist nicht verholzt und es wird keine Puppenkammer gebildet (vergl. DURSKA

1970). Ende März, bis Mitte Mai erfolgt die Verpuppung der in der Galle überwinternden Tiere und anschließend der Schlupf. Zu Beginn des Juni werden dann die Eier abgelegt (vergl. SKURHAVY 1978).

2.1.2 Verbreitung im Untersuchungsgebiet

Lipara rufitarsis kommt nur im südlichen trockneren Bereich des Gebietes vor. Sie besiedelt sowohl vereinzelt stehende Halme, geht aber auch in Bestände mit bis zu 70 Halmen/m². Tab. 6 zeigt die ermittelten Daten.

Tabelle 6

Prozentuale Verteilung aller gefundenen Gallen von *Lipara rufitarsis* in verschiedenen dichten Beständen.

Halme/m ²	Verteilung (%)
– 9	5
10 – 29	48
30 – 49	31
50 – 70	16

Das Hauptvorkommen liegt im Bereich zwischen 10 und 30 Halmen/m². Bei einer Bestandesdichte von mehr als 70 Halmen/m² wurden keine Gallen mehr gefunden. Im Ganzen gesehen deckt sich das Vorkommen von *Lipara rufitarsis* mit dem Vorkommen von *Lipara lucens* Mg.

2.2 *Lipara lucens* Meig.

2.2.1 Lebensweise

Die auffälligsten Schilfgallen werden zweifelsohne von der gut bekannten *Lipara lucens* gebildet. Ihre Imagines schlüpfen Ende Mai. Schon kurz danach erfolgt die Partnersuche, wobei Substratschalleitung eine wichtige Rolle spielt (MOOK u. BRUGGEMANN 1968; CHVALA et al 1974). Nach erfolgter Kopulation beginnt die Eiablage. Die Tiere bevorzugen dabei Halme bestimmter Höhe und Dicke (MOOK 1967). Die Eier werden nahe der Sproßspitze an Stengel und Blätter geheftet. Die daraus schlüpfenden Larven fressen sich in das Innere des Halmes, zerstören den Vegetationskegel und induzieren eine Gallbildung.

Für die Schilfpflanzen ergeben sich folgende Konsequenzen:

- das Längen- und Höhenwachstum wird gestoppt
- es erfolgt eine Verdickung und Stauchung von 10 bis 15 Internodien unterhalb des Vegetationskegels
- eine Verholzung dieser Internodien durch Steinzellenbildung tritt ein
- es ergibt sich daraus die Bildung einer Galle mit bestimmtem Aufbau und morphologischen Kennzeichen

2.2.2 Verbreitung im Untersuchungsgebiet

Wie schon erwähnt deckt sich die Verbreitung von *Lipara lucens* weitgehend mit der von *Lipara rufitarsis*.

Im Gegensatz zu *L. rufitarsis* besiedelt *L. lucens* aber einen höheren Prozentsatz einzelstehender Halme. Die Daten zeigt Tab. 7.

Fast 90% aller *L. lucens* Gallen wurden bis zu einer Bestandesdichte von 50 Halmen/m² gefunden. VOGEL (1978) fand an 5 Untersuchungsstandorten den höchsten %-ualen Befall bei 35 bis 45 Halmen/m² (\bar{x} : 41,6). Die Höhe der befallenen Halme im Untersuchungs-

Tabelle 7

Prozentuale Verteilung aller gefundenen Gallen von *Lipara lucens* in verschiedenen dichten Beständen.

Halme/m ²	Verteilung (%)
– 9	30
10 – 29	31
30 – 49	28
50 – 70	11

biet lag zwischen 80 und 130 cm. Eine bevorzugte Halmhöhe konnte nicht festgestellt werden.

vergl.: WAITZBAUER (1969): Befallsmaximum bei 75 – 100 cm; DURSKA (1970): durchschnittliche Befallshöhe ca. 105 cm; SKURHAVY (1978): durchschnittliche Befallshöhe 130 cm; VOGEL (1978): Befallsmaximum je nach Standort 100 – 150 cm.

Der basale Durchmesser der befallenen Halme schwankte im Untersuchungsgebiet zwischen 3,5 und 6,9 mm. Nach MOOK (1967) ist der basale Durchmesser für den Befall durch *L. lucens* maßgebend. So lagen im Ostflevoland Polder in Holland die bevorzugten Halmbasisdurchmesser bei ca. 4 mm (MOOK 1967), im Ruster Schilfgürtel am Neusiedler See bei 3,8 mm (WAITZBAUER 1969). CHVALA et al (1974) beschreiben eine Präferenz der Eiablage bei Halmbasisdurchmessern zwischen 4 und 6 mm. Im Schweinsberger Bestand ergibt sich ein Mittelwert von $4,6 \pm 0,9$ mm.

Die Unterschiede der Befallswerte, sowohl bei der Halmhöhe als auch beim Halmbasisdurchmesser, müssen wohl im Zusammenhang mit der Qualität und der Wuchsform an den einzelnen Standorten gesehen werden (vergl. WAITZBAUER 1969; VOGEL 1978). Ferner sind die herrschenden Wetterbedingungen im Untersuchungszeitraum nicht zu vernachlässigen, die sowohl einen direkten Einfluß auf die Wirtspflanze ausüben, als auch zu Verschiebungen im Entwicklungszyklus der Tiere führen können.

2.3 Mitbewohner in *Lipara*-Gallen

Lipara-Gallen sind von ihrer Größe und Lage im Bestand her gesehen gut geeignet, anderen Tieren als Aufenthalts- und Entwicklungsort zu dienen. Im Laufe der Untersuchungen wurden aus 75 Gallen folgende Tiere gezogen:

Chloropidae	Anzahl	%
<i>Lipara lucens</i> Mg.	30	11,58
<i>Lipara rufitarsis</i> Leow	20	7,72
<i>Haplegis consimilis</i> Collin (?) (Tiere nicht ausgefärbt)	66	25,48
<i>Haplegis consimilis</i> Collin	89	34,36
<i>Tropidoscincis Zürcheri</i> Duda	42	16,21
Cordyluridae (Scatophagidae)		
<i>Cnemopogon apicalis</i> Meig.	8	3,09
Anthomyzidae		
<i>Anthomyza gracilis</i> Fall.	4	1,54

Erstaunlicherweise wurden keine Parasiten gezogen.

Dennoch ergab eine nachträgliche Untersuchung der Gallen, daß die Mortalität bei den Dipteren-Larven sehr hoch war.

Ein Grund könnten die sehr strengen Fröste im Winter sein, die in dieser Kaltluftsenke, die das Gebiet ist, häufig vorkommen. Selbst im Sommer wurden in Strahlungsnächten Minusgrade gemessen. So blieben z. B. im Jahr 1978 lediglich der Monat Juli mit nur wenigen klaren Nächten mit $0,3^0$ C Minimaltemperatur über der Null-Grad-Grenze.

Auch die vielen unverpuppten Larven in den Gallen sind ein Indikator dafür. Ein weiterer Faktor für die Mortalität der Gallbewohner sind Vögel als Freßfeinde. Eine einmalige Auszählung von 200 m² ergab, daß 45 % der Gallen behackt waren. Vor allem Kohlmeise (*Parus maior*) und Blaumeise (*Parus caeruleus*) konnten im Spätherbst und Winter beim Behacken von Gallen beobachtet werden. Nach HEISER (1975) suchen die Meisen ihr Futter durch sowohl optisch, als auch durch »Resonanz-Hacken«. Teilweise werden nur die Inquillinen, die hauptsächlich zwischen den äußeren Blattbezirken leben, abgepickt. Es wurde aber auch beobachtet, daß die Galle selbst geöffnet wurde. Zwar fanden sich in diesen Gallen meist noch die *Lipara*-Larven, aber die Schutzfunktion der Galle war zerstört. So wurden im Frühjahr öfter aus geöffneten Gallen die Coccinelliden *Adalia bipunctata* und *Anisosticta 19-punctata* gefangen. Hier zeigte sich nach dem Öffnen der Galle, daß die *Lipara*-Larven fehlten, die weiter apikal liegenden Inquillinen-Larven aber noch vorhanden waren.

Es ist also durchaus möglich, daß die Käfer in geöffnete Gallen eindringen und die im Innern verbliebenen Dipteren-Larven und Puppen fressen. Für die Gallbildner selbst, bietet ihre Lebensweise zwei große Vorteile:

1. Ihre Wachstum- und Freßphase findet in physiologisch aktivem Bildungsgewebe mit hohem Nährstoffangebot statt.
2. Die Gallen bilden ein Schutzgehäuse für die empfindlichen Ruhe- und Umbaustadien der Tiere.

Kurzcharakteristik der gezogenen Inquillinen

Anthomyza gracilis Fall. (Diptera, Anthomyzidae)

Die Tiere leben als Saprofagen und Phytophagen in den Gallen. Aus diesen wurden sie schon gezogen von THEOWALD (1961), COLYER u. HAMMOND (1968), WAITZBAUER (1969). Sie sind relativ selten. In Schweinsberg wurden sie ferner als Larven, Puppen und Imagines in ausgefressenen *Archanara*-Halmen gefunden.

Cnemopogon apicalis Meig. (Diptera, Cordyluridae)

Die Larven der Tiere leben wahrscheinlich räuberisch in den Gallen (WAGNER 1907; THEOWALD 1961; WAITZBAUER 1969).

Haplegis consimilis Collin (Diptera, Chloropidae)

Im Untersuchungsgebiet der häufigste Mitbewohner. Die Tiere sind aber wahrscheinlich nur eine Färbemutante von *Haplegis flavitarsis* Mg. (WAITZBAUER, schriftl. Mitteilung).

Tropidoscinius Zürcheri Duda (Diptera, Chloropidae)

Zweithäufigster Mitbewohner. Ist lokal in *Lipara*-Gallen nicht selten zu finden (DUDA 1933 in Lindner). Das Tier wurde auch im übrigen Gebiet häufig gefunden.

3.3 Stengelbewohner

An Stengelbewohnern, sowohl im Hauptstengel, als auch in den Seitentrieben, wurden im Untersuchungs-

gebiet 3 Arten von Cecidomyiden (Gallmücken) gefunden. Es sind die Arten:

Giraudiella inclusa (*Perisia inclusa*) Frauenfeld

Lasioptera flexuosa (*Thomasiella flexuosa*) Wtz.

Lasioptera arundinis (*Thomasiella arundinis*) Schiner

Die Larvalentwicklung der Tiere findet z. T. in induzierten Gallen statt, z. T. ohne sichtbare Gallbildung in den Stengelpartien.

Allgemein bei endophagen Dipterenlarven und speziell bei Cecidomyidenlarven kann man feststellen, daß sowohl Larval- als auch Puppenstadien charakteristische morphologische Merkmale besitzen, die in einem engen Zusammenhang mit dem Ort der Entwicklung innerhalb der Pflanze stehen (vergl. WAITZBAUER 1971 a, WAITZBAUER et al 1973; SYLVEN 1975). Größe und Ausbildung der Spatula sternalis (Brustgräte), Anzahl der Papillen bei Larven (SYLVEN 1975), oder das Vorhandensein oder Fehlen von »Bohrhörrchen«, zweier Chitinhöcker auf dem Scheitelgebiet der Puppen (WAITZBAUER 1971 a) sind solche charakteristischen Merkmale.

3.3.1 Stengelbewohner mit Gallbildung im Hauptalm

Im Untersuchungsgebiet kommt als stengelbewohnender Gallbildner die Cecidomyide *Giraudiella inclusa* vor. Die äußerlich nicht sichtbaren, weizenkorngroßen Gallen der Mücken werden man in den basalen Internodien der Schilfstengel.

Larven und Gallen der Tiere wurden in den Internodien 1 mit 5, mit einem leichten Maximum im Internodium 3 gefunden.

(vergl. SKURHAVY (1978): Befall: Internodium 2 mit 5; Maximum Internod. 4)

Der Halmdurchmesser der befallenen Internodien betrug $6,12 \pm 1,22$ mm. Abb. 18 zeigt die ermittelten Ergebnisse.

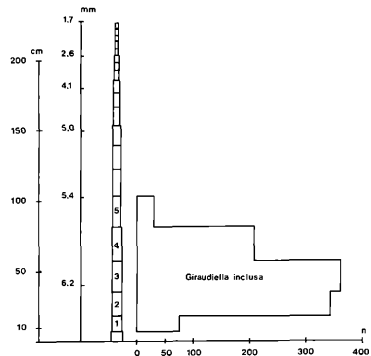


Abbildung 18

Verteilung der Gallen von *Giraudiella inclusa*. Angegeben sind Halmhöhe (cm), Halmdurchmesser (mm), Nummer des Internodiums und Anzahl der gefundenen Gallen.

1. Verbreitung von *Giraudiella inclusa* im Untersuchungsgebiet

Die Tiere zeigen kein typisches Verbreitungsmuster, sie fehlen aber vollkommen am Untersuchungsstandort 5.

Wahrscheinlich, weil an dieser Stelle die Halme zu stark, also auch zu dick sind. Zu bemerken ist auch, daß die Tiere im Zentralteil des Bestandes häufiger vorkommen, zu den Rändern hin werden sie immer seltener. Ansonsten ist der Befall auch von Halm zu Halm unterschiedlich (vergl. WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER 1973). An manchen Halmen sind mehrere Internodien mit Gallen belegt, an anderen nur ein Internodium. Der freie Zugang zum Stengel und der Stengeldurchmesser scheinen dafür maßgebend zu sein.

2. Biologie der Tiere

Die Gallen der Mücken findet man im Inneren der Schilfhalme. Die adulten Tiere schlüpfen daraus um die Maimitte. Nach Paarung und Kopulation legen die Weibchen die Eier an den unteren Rändern der basalen Internodien unter die Kanten der den Halm hier nur teilweise umfassenden Blattscheiden ab (SKURHAVY 1978).

Zwei Orientierungsmöglichkeiten sind dafür gegeben:

1. Eine wichtige Rolle dürfte der Stengeldurchmesser spielen (vergl. WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER 1973).

2. Es muß ein direkter Zugang zum Stengel gegeben sein (vergl. SKURHAVY 1978).

Nach dem Schlüpfen bohren sich die Larven durch die Stengelepidermis in das Parenchym ein (SKURHAVA & SKURHAVY 1973). Die Larven fressen bis Mitte Mai, Ende August. In dem nun erreichten Larvalstadium III wird der Nahrungskonsum abgeschlossen (WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER 1973). Die Larven liegen nun bereits in einem »Pupparium«, welches von der Larvenhaut des II. Stadiums gebildet wird (HENNIG 1948). Auch ist das Gallenwachstum zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen. Um das ausgefressene Zentrum des Gallenkörpers, ebenso wie an der Peripherie, findet man ein breites Steinzellenband. Die Tiere überwintern in dieser Galle und verpuppen sich endgültig im Februar, März des darauffolgenden Jahres. Die Puppe trägt auf dem Scheitel zwei auffallend große Bohrhörnchen. Diese dienen dazu, beim Schlüpfen die Gallenwand und die Epidermis zu durchstoßen (WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER 1973).

2.1 Larvalentwicklung und Pflanzenszyklus

Die Freßphase der Larven von *Giraudiella inclusa* beginnt Mitte bis Ende Mai und endet um die August/September-Wende. Die Tiere ernähren sich von Stengelmaterial.

Betrachtet man im gleichen Zeitraum den Aschegehalt und den Kaloriengehalt der Schilfstengel, so zeigt sich folgendes Bild:

Der Aschegehalt des Halmes sinkt ab Ende Mai stark ab und pendelt bis Ende August zwischen 2,4 % und 6 %. In der Hauptfreßphase bis Ende Juli ist er konstant bei ca. 2,7 %.

Der Kaloriengehalt der Stengel verhält sich genau gegenläufig. Mit der kontinuierlichen Abnahme des Aschegehaltes erfolgt eine stetige Zunahme des Kaloriengehaltes, der Ende Juli mit 4,3 Kcal g TG⁻¹ sein Maximum erreicht.

Das erneute Ansteigen der Aschewerte und das Abfallen der Kalorienwerte zum Herbst hin, hat von der Nahrungsqualität gesehen, keinen Einfluß mehr auf die Tiere. Die Freßphase ist beendet.

Wie schon ausgeführt, sind die basalen Halmabschnitte besonders wichtig für die Nährstoffspeicherung und die

Nährstoffverlagerung. Die Tiere sind also sehr gut mit ihrem Wachstumszyklus in den Pflanzenszyklus eingeklinkt.

3. Parasiten und Räuber

Zuchtversuche aus gesammelten Gallen erbrachten, daß die Tiere zu 40 % von Hymenopteren parasitiert waren. Die Tiere gehören zu den Unterfamilien der Eulophinae, Chalcidinae und Platygasterinae. (Nomenklatur nach SCHMIEDEKNECHT 1930)

Beim Saugen an jungen Gallen wurden öfter *Anthocoris nemorum* (Heteroptera, Anthocoridae) und Nabiden beobachtet.

3.3.2 Stengelbewohner im Hauptalm ohne Gallbildung

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden nur 2 x in Proben die rosarot-orangefarbenen Larven von *Lasioptera flexuosa* (Diptera, Cecidomyiidae) gefunden. Die Tiere leben in großen Anhängungen in den befallenen Internodien. WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER (1973) beschreiben einen Fund von 256 Larven in einem Internodium. Der Durchschnitt lag aber bei 20 Tieren/Internodium. Im Untersuchungsgebiet waren es 45 bzw. 62 Tiere.

Nach innen und nach außen werden von den Tieren keine sichtbaren Gallen gebildet. Das befallene Internodium ist innen schwarz. Die Tiere überwintern als Larven, verpuppen sich im April, Mai und schlüpfen dann nach ca. 4 Wochen. Die Puppen tragen keine Bohrhörnchen (vergl. WAITZBAUER 1971 a; WAITZBAUER, PRUSCHA, PICHLER 1973).

3.3.3 Tiere in den Seitentrieben

Wird bei einem Schilfalm der Vegetationskegel durch die Fraßtätigkeit der Raupen von *Archanara geminipuncta*, *Stenotarsonemus phragmitidis* oder *Lipara*-Arten zerstört oder gestört, so reagiert die Pflanze in der Regel mit der Ausbildung von Seitentrieben.

Seitentriebe aus den nodialen Restmeristemem waren zu beobachten beim Befall von *Archanara*, teilweise bei *Lipara*-Befall und nur einmal bei Befall von *Stenotarsonemus*.

Bei *Archanara*-Befall wurden dabei Seitentriebe am 2. und 4. Knoten angelegt (Ausnahme: 3 x Knoten 1). Meist wurden mehrere Seitentrieb/befallenen Halm gebildet.

Selten, aber gleichmäßig verteilt in den befallenen Beständen, entwickelte sich in den neugebildeten Seitentrieben die Gallmücke *Lasioptera arundinis*. Auffallend aber war, daß pro Pflanze immer nur ein Seitentrieb, und zwar der am letzten, also obersten unversehrten Knoten getriebene, befallen war.

1. Biologie und Entwicklung von *Lasioptera arundinis* (Diptera, Cecidomyiidae)

Die Gallbildungen, die äußerlich nicht sehr auffallend sind, findet man im basalen Teil der Internodien der Seitensprosse. Die vergallten Internodien sind gestauch und verkürzt. Die Wandungen sind stark verdickt, das Innere der Seitensprosse mit einem dunkelbraunen bis schwarzen Pilzmyzel ausgefüllt. Der Pilz gehört zur Gattung *Sporothrix* (SKURHAVY 1975). Die Wandung der Galle ist an einer Seite aufgerissen, aus der auch Pilzmyzel austritt. Der Riß, der später den erwachsenen Tieren als Ausflugsöffnung dient, ist äußerlich gut zu erkennen und manchmal der einzige Hinweis auf das Vorkommen der Tiere.

Die Larven der Mücke leben im Pilzmyzel und überwin-

tern in der Galle. Vor der Verpuppung werden in den Riß der Wandung Ausflügöffnungen mit Hilfe der Brustgräte gemacht (SKURHAVY 1975).

Die Verpuppungsdauer beträgt 13 bis 20 Tage, je nach Wetter auch länger.

Mitte Mai bis Mitte Juni erfolgt der Schlupf. Nach der Paarung legen die Weibchen die Eier unter die basalen, den Seitentrieb umhüllenden Blätter ab. Die Eizahl/Gelege beträgt 30 bis 90 Eier.

Die Junglarven wandern apikal, es erfolgt die Öffnung des Gewebes und die Spaltbildung. Gleichzeitig damit entwickelt sich das Pilzmyzel. Man vermutet, daß die Pilzsporen zusammen mit den Eiern an die Seitentriebe gebracht werden (SHURHAVY 1975).

3.3.4 Mechanismus der Gallbildung

Wie wir gesehen haben, ist es bei der phytophagen Schilffauna ein weitverbreitetes Prinzip, eine Gallbildung zu induzieren.

Zum Mechanismus der Gallbildung bei Pflanzen liegen nur wenige Ergebnisse vor. Die Schwierigkeit der Untersuchung liegt darin, daß es sich immer um ein Zusammenwirken von zwei lebenden Systemen handelt (KLOFT 1960). Untersuchungen an verschiedenen Aphiden-Arten zeigten, daß die Zusammensetzung der Speichelflüssigkeit cecidogene Wirkung haben kann (ANDERS 1957; SCHÄLLER 1960; KLOFT 1960; SCHÄLLER 1963). Zum Beispiel bei der Reblaus fand ANDERS (1961), daß Aminosäuren, die von den Tieren auf der Basis pflanzlicher Proteine synthetisiert werden und über den Speichel der Tiere zurück in die Pflanze gelangen, cecidogene Wirkung haben.

Eine weitere Möglichkeit Pflanzengewebe zu beeinflussen, ist durch die rein mechanische Aktivität der Tiere gegeben (KLOFT 1960). Untersuchungen von STREBLER (1971) (zitiert in SYLVEN 1978) an der Luzernermecke *Contarinia medicaginis* erbrachten, daß ein früher Tod oder ein Entfernen der Larven aus dem Pflanzengewebe ein weiteres Wachstum der Galle stoppt. Die gleichen Beobachtungen wurden von mir bei der Schilfgallmücke *Giraudiella inclusa* gemacht. Entfernt man Junglarven aus dem Halm, oder werden sie abgetötet (z. B. durch *Anthocoris nemorum*) wird die typische »Korngalle« in das Stengelinnere hinein nicht mehr weitergebildet (vergl. auch BUHR 1965). Auch das Zusammenleben mit Pilzen, wie bei *Lasioptera arundinis* gezeigt, kann zur Gallbildung führen.

Vielleicht addieren sich in vielen Fällen die angesprochenen Möglichkeiten. Die genauen Ursachen sind aber bis jetzt noch nicht bekannt.

3.4 Tiere an Blättern und Blattscheiden

3.4.1 Blattfresser

Die auffallendsten Fraßspuren an Blättern hinterließen im Untersuchungsgebiet die Raupen der Grasglücke *Cosmotriche potatoria* (Lepidoptera, Lasiocampidae).

1. Verteilung von *Cosmotriche potatoria* im Untersuchungsgebiet

Die Tiere zeigen kein typisches Verteilungsmuster. Sie sind sowohl in Reinschilfbeständen, als auch in den Übergangsbeständen zu den Seggenwiesen zu finden. In den Übergangsbeständen konnte man beobachten, daß die Jungraupen im Herbst an Seggen fraßen. Auch im Frühjahr findet man die Raupen an frisch keimenden Seggen. Kommen aber die frisch getriebenen Schilfpflanzen in die Phase der ersten Blattentfaltung, dann

wechseln die Tiere auf das Schilf über und bleiben bis zur Verpuppung in den Schilfbeständen. Auch findet man die Tiere an sehr nassen Standorten. Die Raupen selbst besitzen einen dichten Haarpelz, der es ihnen ermöglicht, auf der Wasseroberfläche zu bleiben, wenn sie ins Wasser fallen. Mit gezielten Suchbewegungen (Heben und Pendeln des Vorderkörpers) werden dann Gegenstände gesucht (z. B. Althalle und Blätter), auf die das Tier steigen und aus dem Wasser herauslaufen kann. Auch werden dargebotene Gegenstände, wenn sie ertastet sind, sofort angenommen. Dieses Verhalten im Wasser steht im Gegensatz zu dem von *Archanara*-Rau-pen geschilderten.

2. Biologie

Die Tiere überwintern als Raupen und leben einzeln. Fraßpflanzen sind im allgemeinen verschiedene Gras- und Seggenarten auf Sumpf- und feuchten Waldwiesen. Die fressenden Raupen findet man Ende April bis Anfang Juni. Dann erfolgt die Verpuppung. Die Puppenruhe dauert 3 bis 4 Wochen. Ab August kann man die erwachsenen Tiere finden. Die Eier werden einzeln oder in kleinen Gruppen an die Pflanzen abgelegt (vergl. BERGMANN 1954; FORSTER & WOHLFART (1954/71, JAKOBS, RENNER 1974).

Da die Tiere sehr häufig vorkamen, wurden sie im Freiland näher beobachtet und auch im Labor gezogen.

3. Beobachtungen im Freiland

Die Beobachtungen wurden in einem Reinschilfbestand durchgeführt. Die Halmzahl betrug 75 Halme/m², der Wasserstand lag bei -15 cm. Die Populationsdichte der Tiere betrug 18 Tiere auf 100 m².

3.1 Fraßverhalten

Die Tiere fressen hauptsächlich in den Morgenstunden von 5⁰⁰ bis 9⁰⁰ MEZ. Gefressen wird dabei an frisch entfalten Blättern. Zum Teil werden auch Blätter, die zwar schon angelegt, aber noch in der apikalen »Blattüte« stecken, also noch nicht ganz geschoben sind, ange-fressen. Beim Fressen wird nie ein ganzes Blatt abgefressen, sondern maximal die Hälfte. Das Tier befindet sich nämlich beim Fraß auf dem Blatt, an dem es frißt. Wird zuviel an Blattfläche gefressen, geht die Stabilität des Blattes verloren, die Blätter knicken und die Tiere fallen von der Pflanze. So kann man auch beobachten, daß ältere Larvalstadien an größeren Blättern fressen.

Nach dem Fraßvorgang, je nach Tiergröße bis zu 45 min. Dauer, gehen die Tiere von der Fraßpflanze auf einen verdorrten Halm oder auf alte Schilfblätter. Sie suchen bevorzugt solche Stellen im Bestand auf, die von der Morgensonne beschienen sind. Wanderungen bis zu 3 m im Umkreis der Fraßpflanze werden dabei vorgenommen.

3.2 Erhöhung der Körperoberflächentemperatur

Sitzen die Tiere auf dem Altschilf in der Sonne, so kann man eine Erhöhung der Körperoberflächentemperatur bis auf max. 39⁰ C messen. (Die Messungen wurden mit einem kontaktlosen IR Temperaturfühler (Ultrakust Thermophil T 203) durchgeführt.)

Im Normalfall, wenn die Tiere ungestört sind, verbleiben sie bis zu einer Körperoberflächentemperatur von 32⁰ C bis zu 25 min. in der Sonne, gehen dann aber in den Schatten, bzw. in die Altstreuschicht, wo sie den ganzen Tag verbleiben.

Setzt man die Tiere auf einen Halm, den man voll der Sonnenbestrahlung aussetzt und den das Tier nicht verlassen kann, dann tritt bei einer Körperoberflächentem-

peratur von max. 39⁰ C eine Fluchtreaktion ein. Das Tier rollt sich zusammen, läßt sich fallen und verschwindet in der Altstreu. Bei mehrmaliger Wiederholung dieses Versuches mit dem gleichen Tier genügte beim 5. Versuch schon eine Körperoberflächentemperatur von 34⁰ C um die Fluchtreaktion auszulösen.

3.3 Fluchtreaktion

Neben der Fluchtreaktion bei einer zu hohen Körperoberflächentemperatur tritt Fluchtreaktion auch sofort auf, wenn man die Tiere am Kopf berührt. Berührt man sie leicht am Hinterende, wird erst einmal in der Bewegung innegehalten. Berührt man nochmals, dann läßt sich das Tier fallen. Ebenso verhält sich das Tier bei kurzzeitiger Beschattung.

Einmalige kurzzeitige Beschattung führt zu einem Bewegungsstopp. Nochmalige Beschattung innerhalb von 20 sec. löst Fluchtreaktion aus.

4. Beziehung Tier-Pflanze

Zwei Punkte der Beziehung Tier-Pflanze sind wichtig. Einmal die quantitative Seite, nämlich wieviel das Tier an der Pflanze frißt, zum anderen die qualitative Seite, der Zeitraum des Fraßes im Entwicklungszyklus der Pflanze.

4.1 Quantität des Fraßes

Wie die späteren Laborergebnisse erbrachten, frißt eine Raupe bis zur Verpuppung im Durchschnitt 9 g TG Blattmasse. Rechnet man dies auf Blattfläche um, so ergibt dies 775 cm² Blattfläche. Um den Wert einordnen zu können, der Durchschnittshalm am 19.08 hatte eine Gesamtblattfläche von 733,10 cm².

Bezieht man die gefressene Blattfläche auf die durchschnittliche Blattfläche eines Halmes am 25.06 (also in der Hauptfraßzeit) von 321,35 cm², dann ergibt sich, daß 2,4 Halme total kahl gefressen werden.

Bei einer Populationsstärke von 0,18 Tieren/m² ist dies ein zu vernachlässigender Blattverlust von 139,5 cm² Blattfläche/m².

Der Einfluß der Tiere auf den Bestand ist also sehr gering.

4.2 Qualität der Nahrung

Cosmotrice frißt von April bis Mitte Juli und zwar ausschließlich Blattspreiten. Wie vorher dargestellt, steigt der Aschegehalt sowohl des Einzelblattes, als auch gemittelt über die Gesamtblattmasse, vom Treiben des Blattes bis zum Ende der Vegetationsperiode kontinuierlich an. Der Kaloriengehalt dagegen sinkt.

Cosmotrice frißt also in dem Zeitraum, in welchem der Energiegehalt der Blätter am höchsten ist; sowohl der der neugetriebenen, als auch der der Gesamtblattmasse. Und das Angebot an dieser energiereichen Nahrung ist sehr groß. Wie vorher dargestellt, findet im Juni ein Sprung in der Blattflächenentwicklung statt, es werden viele neue Blätter gebildet.

Angebot an Nahrungsmenge bestünde auch in einem späteren Zeitraum, aber nicht in dieser besonderen Qualität. Die Nahrungsqualität ist ausschlaggebend für das Fressen der Tiere in diesem Zeitraum (vergl. REMMERT 1973).

5. Laborzucht von Cosmotrice potatoria

Die Tiere wurden in Plastikboxen (17 x 11 x 6,5 cm) gehalten. Gefüttert wurde mit tiefgefrorenen Schilblättern, die alle zu einem Termin gesammelt wurden. Damit sollte eine zu starke Schwankung in der Futterqualität vermieden werden (vergl. SCHROEDER u. MAH-

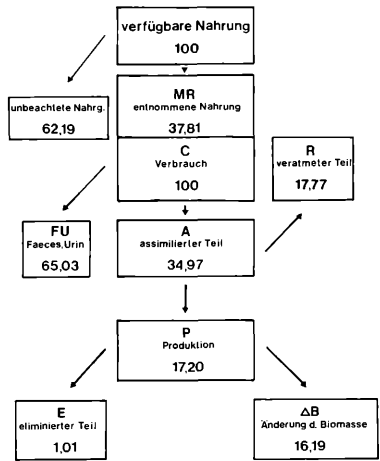
NER 1980). Licht und Temperaturbedingungen waren: L : D = 13 : 11 Stunden; L⁰C : D⁰C = 18⁰ : 6⁰.

Futter wurde im Überschuß gegeben. Futtereingabe, Futterrücknahme, Kot, Häutungsprodukte wurden alle 6 Tage gewogen. Frisch- und Trockengewichte bestimmt.

5.1 Ergebnisse

Alle Ergebnisangaben beziehen sich auf g TG/Tier. Wegen der Puppenruhe wurde eine »gestückelte« Auswertung vorgenommen (siehe Abb. 19, 20, 21).

Produktionsökologische Daten: Larvalentwicklung (%)



Angaben in gTG/Tier

- verfgb. Nahrung: 23,6421
- unbeacht. Nahrung: 14,7037
- MR: 8,9384
- C: 8,9384
- A: 3,1262
- FU: 5,8122
- P: 1,5372
- R: 1,5887
- E: 0,0904
- ΔB: 1,4471

Verhältnissangaben (%)

- A/C: 34,97
- P/C: 17,20
- R/C: 17,77
- P/A: 49,18
- R/A: 50,81

Abbildung 19

Produktionsökologische Daten von Cosmotrice potatoria während der Larvalentwicklung. (Junglarven bis Verpuppung). Die Werte sind in % TG ausgedrückt.

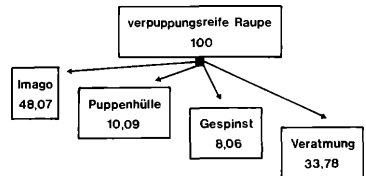


Abbildung 20

Produktionsökologische Daten von Cosmotrice potatoria während der Umwandlungsphase Larve - Puppe - Imago. Angaben in % TG/Tier.

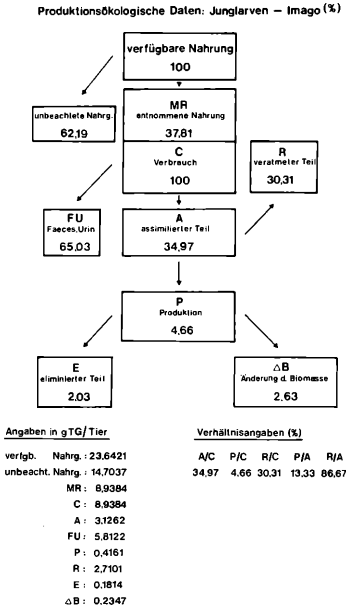


Abbildung 21
 Produktionsökologische Daten von *Cosmotriche potatoria* für die Gesamtentwicklung von der Junglarve bis zur Imago. Die Werte sind in % TG ausgedrückt.

Symbolerklärung für Abbildung 19 – 21
 MR: aus dem System entnommene Nahrung
 C: Konsumierter Teil davon
 F: Faeces
 U: Urin
 A: Assimilierter Teil der Nahrung
 P: Produktion
 R: Veratmeter Teil der Nahrung
 E: Eliminiertes Teil der Nahrung
 ΔB: Änderung der Biomasse
 (Verhältniszahlen – in % angegeben – deuten die ökologische Effizienz an).

Tabelle 8

Vergleich der ermittelten Werte von *Vosmotriche potatoria* mit Literaturwerten. Alle Tiere sind Schmetterlinge.

Tier	A/C	P/C	R/C	P/A	R/A	Autor
Chimabacce fagella	24	11	13	47	53	Schwerdtfeger 1975
Ennomus querciana	32	20	12	60	40	Schwerdtfeger 1975
Hyphantria cunea	29	17	12	57	43	Schwerdtfeger 1975
Hyalophora cercropia		16,4		56,2		Schröder 1971
Platysamia cercropia		16,2		48,0		Schröder 1972
Calocalpe undulata		10 – 11,4		30,1-30,9		Schröder 1976
Danaus plexippus		16		35		Schröder 1976
Euchaetis egele		14,6		42,6		Schröder 1977
32 div. Schmetterlingsarten		9,5–19,0		26–58		Schröder 1980
Cosmotriche potatoria (Lv.)	34,97	17,20	17,77	49,18	50,81	hier mitgeteilte Untersuchungen
Comotriche potatoria (Gesamt)	34,97	4,66	30,31	13,33	86,67	

Es zeigt sich, daß die wechselwarmen Tiere 34,97 % der aufgenommenen Pflanzenmasse assimilieren (Warmblüter: 80–90 % (REMMERT 1980)). 17,20 % der konsumierten Nahrung werden für den Aufbau körpereigener Substanz verwendet. Respiration und Abgabe durch Faeces betragen 82,20 %. Über die Gesamtentwicklung gesehen beträgt die ökologische Effizienz (P/C) nur 4,66 %. Respiration, vor allem in der Umbauphase vor der Larve zum Imago (Abb.20) und Faeces betragen 95,34 %. Insgesamt werden für die Produktion körpereigener Stoffe (P) 4,66 % und für die Änderung der Biomasse (ΔB) gar nur 2,63 % der konsumierten Nahrung verwendet (vergl. REMMERT 1980: 1–10 % der aufgenommenen Nahrung werden für den Aufbau körpereigener Substanz genutzt).

Tab. 8 zeigt Literaturwerte um die ermittelten Ergebnisse einordnen zu können.

3.4.2 Pflanzensauger

In Reinschilfbeständen kamen an Pflanzensaugern in größerer Anzahl 4 Arten der Zikadenfamilie der Delphacidae, je ein Vertreter der Aphidinae (Aphidina) und der Pyemotidae (Acari) vor.

1. Homoptera-Auchenorrhyncha, Delphacidae

Von den drei in der Bundesrepublik an Schilf vorkommenden Delphacidengattungen wurden im Untersuchungsgebiet die Gattung Chloriona und Euides mit den Arten *Chloriona dorsata* Edwards, *Chloriona smaragdula* (Stål), *Chloriona vasconica* Ribaut und *Euides speciosa* (Boheman) gefunden und näher beobachtet.

Die Population von *Chloriona dorsata* im Schilfgebiet des NSG »Schweinsberger Moor« ist bis jetzt neben Funden bei Heringen (Nordhessen) das zweite in der Bundesrepublik bekannte Vorkommen (REMANE, mündl. Mitteilung). Da eine Unterscheidung der *Chloriona*-Weibchen und Larven bis jetzt fast unmöglich ist, wird im weiteren allgemein von der Gattung *Chloriona* gesprochen.

1.1 Die Gattung Chloriona

1. Verteilung im Untersuchungsgebiet

Die Tiere kommen gleichmäßig verteilt an allen Standorten vor. Dabei sind sie im Zentralteil häufiger, nach den Bestandsrändern hin nehmen sie ab. Bevorzugter Aufenthaltsort der Larven und Imagines sind die oberen Halmregionen, wo die Tiere sehr oft noch in der Blatttiefe

der nicht entfaltenen Blätter sitzen. Dementsprechend ist ihre Körperfärbung ein helles Grün.

2. Biologie

Die Tiere legen ihre Eier an der Schilfpflanze ab. Das Gelege wird in den Haarkranz am Blattgrund (Übergang Scheide-Spreite) eingeschoben. Dabei wird mit Hilfe des Legeapparates, der bei den höher entwickelten Delphaciden die Form einer »Stichsäge« angenommen hat, das fleischige Gewebe am Blattgrund aufgeschnitten. Die Eier werden einzeln abgelegt und mit einer Schmiersekretschicht überdeckt (vergl. STRÜBING 1960).

Vereinzelt wurden auch »Eitaschen« (STRÜBING 1960) auf Blattspalten gefunden. Diese Eitaschen scheinen aber nur als Notlösungen angelegt zu werden, wenn alle anderen Ablageplätze schon besetzt sind (STRÜBING 1960). In der Höhenzonierung des Bestandes findet man ein Maximum von Gelegen (alle Funddaten) zwischen 220 und 250 cm (Abb. 22).

Durchschnittlich wurden 6,06 Gelege/Halm mit einer Eizahl von $6,83 \pm 2,41$ Eiern gefunden. Die Parasitierung der Gelege durch Milben betrug 16,66%. An parasitierten Erwachsenen, die alle brachypter waren, wurden 3 Tiere gefunden. Möglicher Parasit kann *Dorylas elephas* Beck (Diptera, Dorylidae) sein, der ebenfalls gefangen wurde.

Die Junglarven L 1 und L 2 findet man Anfang August an frisch getriebenen Schilfblüten saugen. Als Larvalstadien L 2 bis L 4 wird überwintert (vergl. STRÜBING 1960: Überwinterung als L 3). Um die Mai-Juni Wende findet man dann wieder die ersten erwachsenen Tiere, die bis Anfang August zu beobachten sind.

1.2 *Euides speciosa*

1. Verteilung im Untersuchungsgebiet

Euides zeigt das gleiche Verteilungsmuster wie *Chloriona*. Auch sie sind im Zentralteil häufiger. Im Bestand aber unterscheiden sich die Muster.

Euides speciosa saugt bevorzugt in den frühen Morgenstunden an den Blättern, meist an den gleichen Stellen wie *Chloriona*, nämlich an der Blattbasis an der Blattunterseite. Beide sind Phloemsauger.

Tagesüber aber halten sich die Tiere in der Bodenstreu auf, man bekommt sie nur bei Bodensuche. Auch besitzen sie eine typische »Altschilffärbung«.

2. Biologie

Euides speciosa hat den gleichen Eiablagemodus wie *Chloriona*, nur legen die Tiere ihre Gelege in den Halm, bzw. hauptsächlich in die den Halm umschließenden Blattscheiden. Dabei entsteht ein sehr typisches Gelegebild. Das Gelege wird spazierstockförmig bis hufeisenförmig angelegt. Auch hier werden die Eier mit einer Schmiersekretschicht versehen.

Obwohl die Tiere im Bestand ein anderes Stratum als *Chloriona* zum Aufenthalt benutzen (Altstreuenschicht), werden die Gelege doch bevorzugt in der gleichen Höhenzonierung angelegt (Abb. 22).

Ein Grund könnten die mikroklimatischen Gegebenheiten im Bestand sein. Durchschnittlich wurden 1,83 Gelege/Halm mit einer mittleren Eizahl von $19,15 \pm 6,36$ Eiern gefunden. Die Tiere überwintern als L 3 im Gebiet. Beim Saugen an den Gelegen wurden *Anthocoris nemorum*, *Dolichonabis limbatus* und Larven von *Nabis spec.* (Heteroptera, Anthocoridae bzw. Nabidae) beobachtet und abgesammelt.

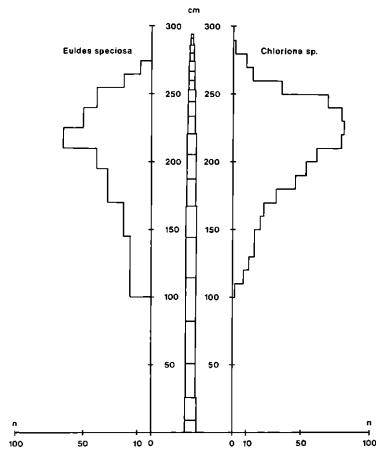


Abbildung 22

Höhenverteilung der Eigelege von *Euides speciosa* und *Chloriona sp.* Aufgetragen sind die Halmhöhe (cm) und Anzahl (n) der gefundenen Gelege.

Alle gefundenen Ergebnisse stimmen gut mit den Daten von STRÜBING überein.

2. *Hyalopterus pruni* Geoffr. (Aphidinae, Aphididae)

Hyalopterus pruni, die mehligke Pflaumenblattlaus, ein Vertreter aus der Familie der Röhrenläuse, ist das zahlenmäßig häufigste Tier im Untersuchungsgebiet.

1. Biologie

Die Schilfpflanze *Phragmites communis* ist für *Hyalopterus pruni* der Sommerwirt. Während die Virgines den ganzen Sommer über auf dem Hauptwirt, der Pflaume, verbleiben und eieliegende Weibchen hervorbringen, müssen die Gynopares und die Männchen von *Phragmites* kommen. Erst dann kann wieder eine geschlechtliche Vermehrung stattfinden. Aus diesen Eiern entsteht dann im nachfolgenden Jahr die neue Ausbreitungsgeneration (JAKOBS/RENNER 1974).

2. Besiedlung des Bestandes

Man kann im Frühjahr und Frühsommer eine Besiedlung des Bestandes durch die Tiere von den Rändern her beobachten. Die ersten geflügelten Tiere finden sich in den randlichen Zonen im Westen und Südwesten des Gebietes, bei vorherrschenden westlichen Winden eine Folge des Ausbreitungsmodus der Tiere. Ihre Verbreitung erfolgt einerseits passiv, mit Windverdriftung, andererseits durch aktiven Flug in bodennahen Schichten (MÜLLER und UNGER 1952). *Hyalopterus pruni* kann zu den »yellow sensitive aphids« gerechnet werden (KENNEDY, BOTH 1961). Besonders von bräunlich gelben Flächenstrukturen werden sie angelockt und versuchen zu landen (MOERICKE 1969). Hier kann man dann die Phase der aktiven Verbreitung ansetzen.

Schwellenwerte der Temperatur, bestimmte Voraussetzungen an Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit müssen gegeben sein (MÜLLER u. UNGER 1952). Um die Besiedlung des Zentralteiles vom Rande her etwas zu verdeutlichen, folgen einige Zahlen aus Gelbschalenfängen des Jahres 1978. Der Standort der Schalen ist im Zentralbereich.

Datum	Anzahl der Blattläuse
26.04.	2
12.05.	3
26.05.	4
14.06.	28
05.07.	136
27.07.	180
28.08.	3 700
20.09.	50 000
11.10.	1 340 (aus NENTWIG 1979)

Gegen Ende September setzte die Rückwanderung der Tiere ein. Aus den Zahlen kann man auch den Lebensmodus eines typischen r-Strategen erkennen.

3. Verteilung im Bestand

Im Bestand selbst, ist über die Zeit gesehen, eine Vertikalwanderung der Tiere zu beobachten. So werden bis Mitte August die mittleren Blätter der dichtesten Blattregion besiedelt, ab Ende August dann auch die obersten Blätter. Gründe könnten die Temperaturverhältnisse im Bestand, aber auch die Transpiration der Blätter sein.

Nach RODEWALD/RUDESCU (1974) transpirieren im Bestand die mittleren Blätter in den Monaten Juli bis August am meisten, während im September und Oktober bei den oberen Blättern das Maximum zu messen ist. Maximale Transpirationswerte während der Vegetationszeit findet man ab Ende Juli bis Mitte August (KROLIKOWSKA 1973).

Untersuchungen an Getreideblattläusen zeigten, daß die Tiere sich am bevorzugtesten an Orten mit einer relativen Feuchte von 34 % bis 77 % aufhielten (RAUTAPÄÄ 1979). Bei *Myzus persicae* fand WOODFORD (1969), daß Umgebungseinflüsse, wie Luftfeuchte, Temperatur und Oberflächeneinflüsse des Substrates eine wichtige Rolle bei der letzten Häutung spielen.

Ferner verlagert sich im Laufe des Schilfwachstums das Maximum der Assimilationsflächen von der Spitzregion (April–Mai) durch die Internodialstreckung mehr und mehr in das mittlere bis untere Drittel der oberen Halmabschnitte (vergl. GEISLHOFER, BURIAN 1970).

Im Juli–August besitzen die Pflanzen auch den höchsten Chlorophyllgehalt (HO 1980). Dieser Punkt ist wichtig für die Verteilung der Tiere auf dem Einzelblatt.

4. Verteilung auf dem Einzelblatt

Auf dem Einzelblatt sind die Tiere nicht gleichmäßig verteilt. Immer wieder findet man Anhäufungen. Geht man zu einer genauen Auswertung über, so zeigt sich, daß die Spitzen- und die Basisregionen der Blätter, im Vergleich zur mittleren Blattregion dünn besiedelt sind. Vielleicht spielt Thigmotaxis eine Rolle. Ein anderer Grund kann die Chlorophyllverteilung im Einzelblatt sein.

Abb. 23 zeigt in der oberen Graphik die Verteilung von Blattläusen auf einem Einzelblatt. Als Vorlage diente eine photographische Aufnahme. Die untere Graphik zeigt den Chlorophyllgehalt eines Einzelblattes, ausgedrückt in μg Chlorophyll/mg Frischgewicht.

Spitze und Basis weisen einen niedrigen Chlorophyllgehalt auf, der mittlere Abschnitt einen relativ gleichbleibend hohen.

Starke Übereinstimmung dazu zeigt das Verteilungsmuster der Blattläuse. Von den insgesamt 728 Tieren saugen nur wenige an der Spitze bzw. der Basis des Blattes. Der Hauptteil der Tiere saugt im mittleren Blattabschnitt. Die Tiere siedeln sich also auch auf dem Einzelblatt an der Stelle an, die von der Nährstoffversorgung für sie die besten Voraussetzungen bietet. Andererseits werden durch die Zerstörung von Gewebe, Stoffentzug und Lichtabschirmung die physiologischen Vorgänge im Blatt stark gestört.

5. Einfluß auf die Pflanze

Untersuchungen über den Einfluß von *Hyalopterus pruni* auf den Hauptwirt, die Pflaume, zeigen, daß die Tiere beträchtliche Schäden anrichten können, so daß man z. T. Bekämpfungsmaßnahmen anwendet (STARÝ 1965, 1969). Welchen Einfluß auf den Nebenwirt haben die Tiere und wie kann man ihn erkennen?

Untersuchungen von PINTERA (1971) erbrachten, daß ein hoher Blattlausbefall an Schilfpflanzen zu einem geringeren Gewicht und zu einer geringeren Höhe der Pflanzen an sonst identischen Standorten führt. Ebenso stellt er Auswirkungen auf das Blühverhalten fest.

Um den Einfluß der Tiere im Untersuchungsgebiet abzuschätzen, wurden Käfigversuche im Freiland durchgeführt. Weiterhin wurde das Blattspreitenwachstum an ausgewählten Standorten beobachtet.

5.1 Käfigversuche

Die Versuche wurden durchgeführt im Zentralteil des Schilfbestandes. Als Vergleichsstandort diente Standort 2. Die im Methodikteil vorgestellten Käfige wurden wie folgt eingesetzt:

Käfig 1 (K 1) wurde blattlausfrei gehalten. Der Käfig wurde am 10.05. aufgestellt und abgedichtet. Eine Öffnung erfolgte erst wieder am 03.09. zum Erntetermin des Standortes 2.

Käfig 2 (K 2) wurde am 10.07. geschlossen, nachdem die ersten Blattläuse eingewandert waren. Es wurden auch noch in der Umgebung Tiere abgesammelt und in den Käfig dazugegeben. Ferner wurde versucht, alle Blattläusräuber aus dem Käfig zu entfernen (hauptsächlich Coccinelliden). Die Auswertung erfolgte ebenfalls am 03.09.

Die gefundenen Werte sind in Tab. 9, umgerechnet auf eine Einzelpflanze, zu sehen.

Im Vergleich zum »natürlichen« Standort ergibt sich in K 2 ein Minus von 34,42 % bezüglich des TG/Halm, 13,30 % bezüglich der Halmhöhe und 10,5 % bezüglich der Blattzahl.

Verteilungsmuster der Blattläuse auf dem Einzelblatt

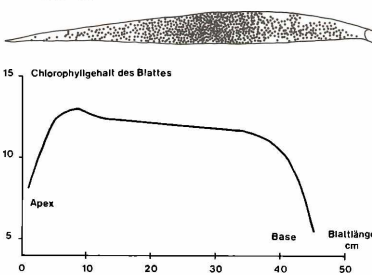


Abbildung 23

Verteilungsmuster von Blattläusen auf einem Einzelschilfblatt. Darunter: Chlorophyllgehalt (in μg Chlorophyll/mg Frischgewicht) eines Einzelschilfblattes. Chlorophyllwerte nach SZCZEPANSKI (1973).

Tabelle 9

Auswertung der Käfigausschlußversuche mit Blattläusen. Angegeben sind das TG/Halm, die Halmhöhe, die Blattzahl und Blütenbildung.

	g TG/Halm	Höhe	Blattzahl	Blüte
Vergleichsstandort 2	16,10 100 %	211,39 ± 13,51 100 %	14,00 ± 1,26 100 %	ja
K 1 (ohne Blattläuse)	22,45 + 39,44 %	246,44 ± 42,90 + 6,4 %	15,86 ± 1,29 + 13,29 %	nein
K 2 (mit Blattläusen)	10,72 - 34,42 %	183,28 ± 13,35 - 13,30 %	12,53 ± 1,46 - 10,50 %	nein

Alle Blätter waren zum Zeitpunkt der Auswertung bereits tot, d. h. nicht mehr grün und somit funktionsunfähig. Auch unterblieb die Blütenbildung. In K 1 (ohne Blattläuse) ergab sich gegenüber dem Vergleichsstandort ein Plus von 39,44 % bezüglich des TG/Halm, 6,4 % bezüglich der Halmhöhe und 13,29 % bezüglich der Blattzahl. Auch hier unterblieb die Blütenbildung. Am Vergleichsstandort erfolgte Blütenbildung.

Man muß dazu sagen, daß zweifelsohne vorhandene Änderungen des Mikroklimas durch die Käfige nicht erfasst worden sind und somit ihr Anteil an den Veränderungen eine unbekannte Größe darstellt.

Als Ergebnis bleibt aber, daß nur am naturbelassenen Standort eine Blütenbildung erfolgte. Auch hier waren Blattläuse an den Pflanzen. Ihnen standen aber eine Vielzahl von Räubern und Parasiten gegenüber.

Trotzdem kann man meiner Meinung nach die These wagen, daß die Pflanzen an einen bestimmten Blattlausbefall adaptiert sind, daß dieser Befall sogar vorhanden sein muß. Erst dann vollziehen sie ihren normalen Ent-

wicklungszyklus, zu dem auch eine Blütenbildung gehört. Bei Massenbefall wurde der Zyklus gestört, bei vollkommenem Fehlen der Tiere aber auch. Weitere Untersuchungen müßten nachfolgen.

5.2 Einfluß auf das Blattspreitenwachstum

Als weiterer Anhaltspunkt, um den Einfluß von *Hyalopterus pruni* abschätzen zu können, wurde der Verlauf des Blattspreitenwachstums verfolgt. An voll entwickelten und entfalteten Blättern wurde die Länge der Blattspreiten vermessen. Waren 50 % der Blattspitze abgestorben, wurde das Blatt als nicht mehr funktionsfähig angesehen.

Abb. 24 zeigt den Verlauf des Blattspreitenwachstums an einem randlich gelegenen Standort, der nur ganz vereinzelt mit Blattläusen besetzt war. Eingezeichnet sind die Monate der Vegetationsperiode und die Länge der Blattspreiten der Einzelblätter Nr. 1 bis 19 über die Zeit. Man sieht die »normalen« Verhältnisse.

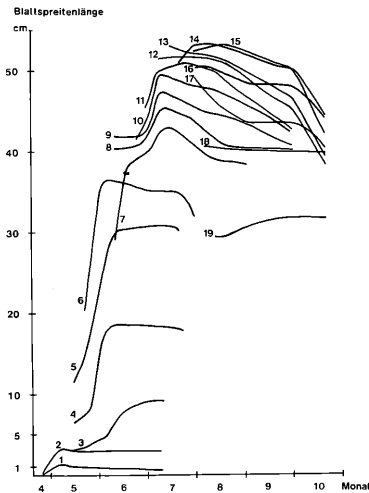


Abbildung 24

Verlauf des Blattspreitenwachstums an einem von Blattläusen dünn besiedelten Standort.

Aufgetragen sind die Längen der Blattspreiten (in cm) der Einzelblätter (1 - 19) von Schilfpflanzen in den Monaten April bis Oktober 1980.

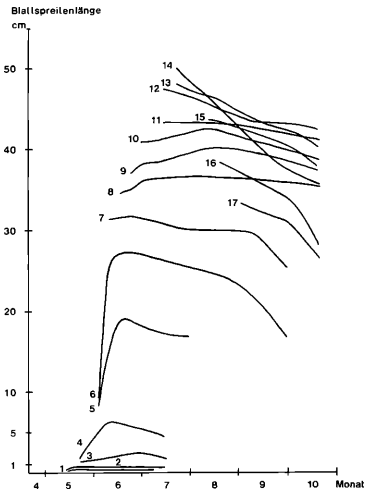


Abbildung 25

Verlauf des Blattspreitenwachstums an einem Standort mit hohem Blattlausbefall.

Aufgetragen sind die Längen der Blattspreiten (in cm) der Einzelblätter (1 - 17) von Schilfpflanzen in den Monaten April bis Oktober 1980.

Ein Blatt wird entfaltet, die Blattspreite verlängert sich noch, wächst noch und vergrößert somit die Blattspreitenlänge. Beginnt der Prozeß des Absterbens, vergilbt die Blattspreite von der Spitze her und verkürzt sich, einmal durch Schrumpfung der Gewebe, zum andern durch Abbrechen der Spitzen.

Abb. 25 zeigt demgegenüber die Blattspreitenwachstumskurve an einem Standort mit hohem Blattlausbefall.

Die Blätter 1 bis 10 zeigen noch halbwegs den »normalen« Spreitenwachstumsverlauf. Ab Mitte Juli setzt die Besiedlung mit Blattläusen ein. Dementsprechend zeigen die Blätter 11 bis 17 nicht mehr die Spreitenwachstumsphase nach der Blattentfaltung, sondern es tritt sofort eine Blattspreitenverkürzung ein, d. h. der Absterbeprozess beginnt.

Daß das Saugen der Tiere einen großen Einfluß auf den Salz- und Mineralhaushalt der Blätter und damit auf ihre physiologische Aktivität ausübt, zeigen SZCZEPANSKA, SZCZEPANSKI (1973).

So verlieren von Blattläusen befallene Schilfblätter 2–3,5 x mehr Kalium, 3 x mehr Ammoniumnitrat, ca. 50 x mehr Phosphat und 2–4 x mehr organische Verbindungen als unbefallene Blätter. Rechnet man die Verluste der Pflanze für die Produktion von Honigtau, Faeces und Exuvien noch dazu, dann macht sich der Gesamtverlust im Nährstoffbudget der Pflanzen deutlich bemerkbar (SZCZEPANSKA, SZCZEPANSKI 1973).

6. Blattlausparasiten und Blattlausräuber

Zur Zeit des Blattlausvorkommens wurden an Parasiten gefunden:

Hymenoptera:	Pteromalidae Aphidiidae	<i>Asafes vulgaris</i> ; sehr häufig <i>Praon volucre</i> (Haliday)
ferner Vertreter der Cynipidae und Cerophrontidae. An Räubern wurden gefunden:		
Coleoptera	Cantharidae Carabidae Coccinellidae	<i>Rhagonycha testacea</i> L. <i>Cantharis palludosa</i> Fall. <i>Cantharis fulvicollis</i> F. <i>Demetrias imperialis</i> <i>Odacantha melanura</i> <i>Malthinus glabellus</i> <i>Anatis ocellata</i> L. <i>Anisosticta 19 – punctata</i> L. <i>Adalia bipunctata</i> L. <i>Adalia decempunctata</i> L. <i>Propylaea 14 – punctata</i> L. <i>Chilocorus renipustulatus</i> Scriba <i>Syrphus ribesii</i> L. <i>Melanostoma scalare</i> Fabr. <i>Epistrophe balteata</i>
Diptera	Syrphidae (Larven):	

Den augenscheinlichsten Einfluß auf die Blattlauskolonien hatten die Syrphidenlarven. Manchmal waren richtige Fraßspuren durch die Kolonien gezogen. Die blinden Larven pendeln mit ihrem Vorderkörper um sich, um Beute zu ertasten. Erstasten sie eine Blattlaus, dann wird sie mit dem Mundhaken ergriffen, hochgerissen und ausgesaugt. Eiablage der Imagines konnte nicht beobachtet werden.

SANDERS (1979, 1980) berichtet von Laborversuchen mit *Syrphus corollae*. Dabei bevorzugten die Tiere größere Blattlauskolonien zur Eiablage. Auch wurden senkrechtstehende Kolonien im Vergleich zu waagrecht liegenden bevorzugt aufgesucht. Über das Verhalten der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten ist mir nichts bekannt. Logisch müßte es sein, daß diese

Tiere waagrecht liegende Kolonien zur Eiablage vorziehen.

In einer naturbelassenen Kultur besteht immer ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Räubern und Parasiten. An Syrphidenparasiten wurden *Diplazon tetragonus* und *Homotropus signatus* (beide Hymenoptera, Ichneumonidae) gefangen. Sehr interessant ist dabei die physiologische Interaktion zwischen dem Wirt und dem Parasiten im Innern des Wirtes.

So wird bei *Syrphus ribesii* eine gelantineartige Kapsel um den Parasiten gebildet. Auf der anderen Seite produzieren die Eier von *Diplazon* toxische Stoffe, die die Abwehrreaktion des Wirtes hemmen (SCHNEIDER 1969). Auch Coccinellidenlarven sollen teilweise Syrphidenlarven fressen (KRÜGER 1926). Von mir wurde dies nicht beobachtet.

3. *Siteroptes graminum* Reuter (Acari, Pyemotidae)

Im südlichen Übergangsbereich tauchten lokal in großer Anzahl ab Ende Juli die Tiere dieser Milbenfamilie auf.

WAITZBAUER (1969) beschreibt sie als Gallenmitbewohner von *Lipara lucens*. Nach BROHMER (1977) verursachen die Tiere ansonsten Weißfährigkeit bei Gräsern. An den Schilfpflanzen zeigte sich ein anderes Schadbild.

Die Tiere waren hauptsächlich im Übergangsbereich Blattscheide zu Blattspreite zu finden. An den Saugstellen stirbt das Pflanzengewebe rasch ab und wird weißlich

bis hellbraun. Dann folgt meist ein kreisförmiger Rand, in welchem sich das Gewebe dunkelbraun verfärbt und aufplatzt. Von diesem Kreis weiter nach außen kann man eine fortschreitende langsame Verfärbung des Pflanzengewebes mit den verschiedensten Brauntönen feststellen.

KRANTZ und LINDQUIST (1979) weisen darauf hin, daß *Siteroptes*-Arten Verbreiter von pflanzenpathogenen Pilzen sind. So wurden *Siteroptes*-Arten schon ausschließlich auf Pilzen gezogen, so daß man annimmt, daß sich die Tiere in erster Linie von den Myzelen der Pilze ernähren, mit denen sie die Pflanzen infiziert haben.

Auch hier müßten sich weitere Untersuchungen anschließen.

3.4.3 Minierer

Der Vollständigkeit halber sollen in diesem Kapitel die Tiere aufgezählt werden, die in Blattspreiten oder Blattscheiden minieren oder auch zwischen den Blättern und zwischen Blattscheide und Halm leben.

Es sind dies im Untersuchungsgebiet Vertreter einer Milbenfamilie, Larven von Agromyziden, Anthomyziden, Opomyziden und Chloropiden. Sie alle wurden im Untersuchungsgebiet z. T. sehr häufig von den Pflanzen abgesammelt.

1. *Tetrapodili* (Acari); *Gallmilben*

Die Art wurde nicht näher bestimmt.

Die Tiere fressen in den Blattspreiten und bilden Minen. Dabei klappt das Blattgewebe auf, die Randzellen der Minen werden meist blasig. Sowohl Längs- als auch Queraß kommt vor. Queraß bevorzugt an den Stellen des Blattes, wo bei der Blattentwicklung Falten oder bei großen Blättern Knickstellen gebildet wurden.

Die Miniertätigkeit kann im Extremfall zum Verlust eines Blattes führen.

2. *Diptera*

Agromyzidae: *Poemyza lateralis* Macquart

Die Mine ist zu erkennen an einem langgestreckten, oberseitig weißen Fleck auf dem Schilfblatt. Die vertrocknete Epidermis löst sich später in der Nähe der in der Mine verbleibenden Tönnchenpuppe ab, wodurch eine Öffnung für die später schlüpfende Imago präformiert wird (LINDNER 1933).

Anthomyzidae: *Anthomyza gracilis* Fall.

Gefunden auch als Lipara-Gallen-Mitbewohner, ferner aus Archanara-Halmen gezogen. Ansonsten leben die Larven in den Gipfelblättern der Pflanze.

Opomyzidae: *Opomyza florum* Fabr.

Larven der Tiere minierend zwischen Blattscheiden und Halm gefunden. Puppen an der gleichen Stelle.

Chloropidae: *Tropidoscinis zürcheri* Duda

Nur Imagines gefunden; auch Lipara-Gallen-Mitbewohner.

<i>Eribolus hungaricus</i> Becker	nur Imagines
<i>Elachiptera cornuta</i> Fall.	selten
<i>Elachiptera scrobiculata</i> Strobl	selten
<i>Elachiptera tuberculifera</i> Corti	selten
<i>Calamoncosis aprica</i> Meig.	häufig
<i>Oscinella frit</i> L.	sehr häufig
<i>Chlorops pumilionis</i> Bjerkander	selten
<i>Haplegis diadema</i> Mg.	häufig
<i>Haplegis flavitaris</i> Mg.	häufig
<i>Haplegis nigrataris</i> Mg.	sehr häufig

Um auch hier das ausgewogene Verhältnis von Beute und Räubern zu demonstrieren, die Räuber und Parasiten speziell von kleinen Dipterenlarven, die im Untersuchungsgebiet gesammelt wurden:

Diptera

Empididae	<i>Bicellaria intermedia</i> Lundbeck <i>Cleptodromia cursitans</i> Fabricius <i>Ocydromia melanopleura</i> Loew <i>Tachypeza fuscipennis</i> Fall.
Dolichopodidae	<i>Dolichopus flavipes</i> Stann. <i>Dolichopus clavipes</i> Hal. <i>Medetera</i> spec.

Hymenoptera

Braconidae	<i>Aspilota</i> spec. <i>Pentapleura</i> spec.
------------	---

3.5 Weitere gefundene parasitierende Hymenopteren

Braconidae	<i>Apanteles leucaniae</i> Wilkinson (gregärer Parasit von Eulenraupen)
Alisiinae	<i>Chorebus</i> spec. (Parasit von Agromyziden) <i>Phaenocarpa ruficeps</i> (Nees) (Fliegenparasit, u. a. Anthomyiidae)
Opinae	<i>Biosteres carbonarius</i> (Nees) (Parasit v. <i>Pegomya</i> Arten)
Euphorinae	<i>Meteorus gyrator</i> (Thunberg) (Noctuidenparasit)
Ichneumonidae	<i>Isoplectis maculata</i> (F.) (Polyphager Puppenparasit) <i>Bathytrix pellucidator</i> (Grav.) <i>Homotherus locutor</i> (Thbg.) <i>Habronyx nigricornis</i> (Wesm.) (Schmetterlingsparasit) <i>Gambrus cornifex</i> (Grav.) (polyphager Parasit) <i>Netelia</i> spec. (Ektoparasit a. Schmetterlingsraupen) <i>Campoletis</i> spec. (Microlepidopteren Parasit)
Microleptinae	gen. spec. <i>Plectiscidae</i> spec. (Fungiphoriden Parasit)
Orthocentrinae	<i>Stenomacrus exserens</i> Ths. <i>Stenomacrus affinites</i> Aub. <i>Stenomacrus pexatus</i> Holm.
Hemitelinae	<i>Aclastus</i> spec. <i>Sulcarius nigricornis</i> (Thomson) <i>Platyrhabdus monodon</i> (Thomson) <i>Phygadeuon subtilis</i> (Gravenhorst) <i>Tranosemella praerogator</i> (Linnaeus) <i>Theroscopus</i> spec. <i>Stilpnus</i> spec. <i>Isadelphus</i> spec.

3.6 Infloreszenbesiedler

An den Infloreszenzen der Pflanzen wurden im Spätsommer und Herbst folgende Tiere zum Teil sehr häufig abgesammelt:

Thysanoptera

<i>Chirothrips manicatus</i> Haliday
<i>Haplothrips aculeatus</i> Fabricius

Coleoptera

Cantharidae	<i>Anthocomus coccineus</i> (Schall.)
-------------	---------------------------------------

Homoptera

Delphacidae	<i>Chloriona</i> spec.; L 1 und L 2
-------------	-------------------------------------

Wie erwähnt, wurden die Larven von *Haplothrips aculeatus* häufig in ausgefressenen Archanara Halmen gefunden. Die Tiere scheinen also im schon einmal aufgeschlossenen Pflanzenmaterial (= Kot der Schmetterlinge) ihre Larvalentwicklung durchzumachen und wechseln dann als Imago auf die frisch getriebenen Blüten.

Ähnlich verhalten sich die Delphaciden. Nach dem Schlüpfen finden auch sie sich mit ihren ersten Larvalstadien an den frischen Blüten.

Die Blüte ist zum Zeitpunkt der letzten Häutung (bei Thysanoptera), bzw. des Schlupfes (bei Delphacidae), das Organ an der Pflanze, welches ganz neu gebildet wird. Die Blüte besitzt einen hohen Wassergehalt, einen niedrigen Aschengehalt und einen Kaloriengehalt von ca. 4,2 Kcal g TG⁻¹.

Tabelle 10

Wasser- und Aschegehalt der Infloreszens.

Datum	H ₂ O Gehalt %	Aschegehalt % TG
30.07.	81,76	—
05.08.	76,64	1,40
12.08.	69,99	3,28
19.08.	67,82	—
26.08.	65,49	7,96

Ein ausgesprochenes »Herbsttier« ist *Anthocomus coccineus*. Von Mitte August bis Ende September war er regelmäßiger Blütenbesiedler.

3.7 Räumliche und zeitliche Verteilung der Tiere

Wichtig für die Verteilung der Tiere in Raum und Zeit ist ihre Lebensstrategie. Leben sie als Generalisten oder als Spezialisten.

Generalisten besitzen eine breite ökologische Einnischung, die im allgemeinen eine Unabhängigkeit von einer einzigen Wirtspopulation bietet. Spezialisten dagegen besiedeln eine eng begrenzte ökologische Nische. Sie sind auch in ihrer Reproduktion wirtsabhängig. Der Vorteil dieser Lebensweise ist eine Verminderung der interspezifischen Konkurrenz (vergl. LABEYRIDE 1978).

Es sind dies also verschiedene Strategien, die das gleiche Ziel haben: Die Erhaltung einer hohen Effizienz in einem variablen Milieu (HALBACH 1979). Betrachten wir die Spezialisten der Schilfflaura.

1. Spezialisten

Der Schmetterling *Archanara geminipuncta* braucht, wie gezeigt, eine ganz bestimmte Bestandesstruktur um sich entwickeln zu können. Er frißt in den apikalen Teilen der Pflanze im Halminnern und verpuppt sich in den basalen Internodien. Trotzdem kann er sich mit mehreren anderen Arten überschneiden.

Wie wir gesehen haben, legen die Delphaciden *Euides speciosa* und *Chloriona* ihre Gelege in den apikalen Halmbezirken an. Sie bevorzugen zwar eine bestimmte Höhenzone, aber ab 1 m Höhe kann man ihre Gelege finden. *Euides* legt an Blattscheiden, *Chloriona* am Übergang Scheide-Spreite ab. Durch die Fraßtätigkeit der Schmetterlingsraupen im Innern der Halme sterben diese Pflanzenteile ab. Sie vertrocknen und schrumpfen. Aber auf diese Verhältnisse sind die Gelege vorbereitet. Um jedes Ei der Gelege wird eine Schmiersekretschicht gegeben. Beim Vertrocknen der Pflanzengewebe bilden diese wachstüchtigen Substanzen einen Feuchtigkeitsschutz. Um beim Schrumpfen der Gewebe keinen Druck auf die Eier entstehen zu lassen, legt *Euides* spazierstockförmige bis hufeisenförmige Gelege an. Die senkrecht verlaufenden Gewebestrukturen der Blattscheide

werden durchtrennt, so daß bei einer Schrumpfung kein Druck, sondern eher ein Zug auf die Eier ausgeübt wird. Dies hat sogar den Vorteil, daß die Eikappen, die eine Ringnaht tragen, etwas aus dem Gewebe herausgeschoben werden und beim Schlüpfen der Larven leichter abgesprengt werden können.

Chloriona legt ihre Gelege mit den Gewebestrukturen an, die Eier erhalten also auch keinen Druck, sondern ebenfalls Zug. Der Eiaufbau ist der gleiche wie bei *Euides*, so daß auch hier die Eikappen etwas herausgezogen werden.

Sowohl zur Eiablage als auch zum Fressen besiedeln beide Arten das gleiche Stratum, halten sich aber ansonsten in getrennten Strata auf. Trotzdem kann man hier nicht von einer tageszeitlichen ökologischen Nischenbildung sprechen. Der Tagesaufenthalt in getrennten Strata führt aber zu einer Erhöhung der Diversität im System (vergl. REMMERT 1976).

Beim Verpuppen kann sich *Archanara* mit *Giraudiella inclusa* überschneiden. Auch hier entsteht keine Konkurrenz.

Archanara verpuppt sich um die Juli-August-Wende. Zu diesem Zeitpunkt haben die *Giraudiella*-Larven ihre Freßphase beendet und die Galle ist morphologisch voll ausgebildet. Zum zweiten bevorzugt *Giraudiella* eine andere Halmdecke als *Archanara*.

Betrachten wir die Gallbildner:

Lipara lucens und *Lipara rufitarsis* kommen beide in den gleichen Beständen vor. *L. rufitarsis* kann sowohl als selbständiger Gallbildner auftreten, als auch als Inquilin von *Lipara lucens* leben.

L. lucens ist meiner Meinung nach das dominierende Tier. Die Tiere bevorzugen bestimmte Halme und legen diese mit Eiern. Ist die Populationsstärke von *L. lucens* so groß, daß alle in Frage kommenden Halme von ihr belegt werden, dann lebt *L. rufitarsis* als Inquilin. Hat *L. lucens* eine geringere Populationsstärke, dann tritt *L. rufitarsis* als eigenständiger Gallbildner auf. *Stenotarsonemus* zeigt im Verbreitungsmuster zwei Maxima. Einmal wird das Tier als Gallenmitbewohner von *Lipara*-Arten passiv mit verbreitet, ein andermal, in dichteren Beständen, erfolgt aktive Verbreitung.

Die Gallmücke *Giraudiella inclusa* ist in ihrer Larvalfreßphase in den Entwicklungszyklus der Pflanze eingeklinkt.

Thomasiella arundinis kann nur dann vorkommen, wenn andere Tiere ein Höhenwachstum der Pflanzen unterbinden und das Schilf Seitentriebe bildet. Aktiv in den Wachstums- und Nährstoffzyklus der Pflanze klinkt sich *Cosmotriche* ein, indem sie, wenigstens zeitweise, von der Segge auf das Schilf überwechselt. Hier ist die Nahrungsqualität für das Vorkommen maßgebend. Zeitlich kann das Tier am gleichen Halm mit *Giraudiella* zusammenkommen, beide Arten sind aber räumlich getrennt. Dieses eigentlich polyphage Tier zeigt uns den Übergang zu den Generalisten.

2. Generalisten

Ein gemeinsames Merkmal dieser Tiere ist es, daß sie nur »außen« am Schilf fressen, und nur zeitlich die Schilfpflanze als Wirtspflanze besiedeln. Die Bläbühner und Nagetiere sind zeitlich gesehen die ersten Tiere. Sie fressen kurzzeitig, behindern keine anderen Tiere und werden auch nicht behindert.

Spezialist und Generalist treffen sich, wenn Gallmilben mit Zikadengelegen in Berührung kommen. Hier schützen ebenfalls die wachstüchtigen Substanzen des Schmier-

sekretes (durch Verkleben der Mundwerkzeuge) das Gelege. Blattläuse besiedeln den Bestand von den Rändern her, wenn sie den Zentralteil erreichen, ist die Entwicklung der übrigen Tiere meist schon abgeschlossen, zumindest aber in einer Phase, wo sie der Einfluß der Blattläuse nicht mehr behindert.

Die große Anzahl der Agromyziden, Anthomyziden, Opomyziden und Chloropiden lebt z. T. eigenständig, z. T. saprophytisch oder als Inquilline. Überhaupt war zu beobachten, daß die Artenvielfalt von den Zentralteilen des Bestandes zu den Rändern hin abnimmt, die Individuenzahlen einzelner Arten aber zunehmen.

Ursache hierfür können die mikroklimatischen Bedingungen im geschlossenen Schilfbestand sein. Dieser Problembereich soll im nächsten Kapitel diskutiert werden.

IV. Das Mikroklima in Schilfbeständen und sein Einfluß auf das Verteilungsmuster der Tiere

1. Einführung

Zu den äußeren Parametern, die das Wettergeschehen und damit das Klima beeinflussen, zählen die kurzwellige Einstrahlung, die Vektorkomponenten des Windes und die Luftfeuchte. Diese Parameter unterliegen entsprechend unserem Klimagroßraum einem Jahres- und Tagesgang.

Durch einen geschlossenen Bestand werden diese Parameter modifiziert und man spricht dann von Bestandesklimaten. Bestandesklimaten rechnet man zu den Mikroklimaten.

Im folgenden Kapitel sollen die Parameter des Mikroklimas von Schilfbeständen näher diskutiert werden.

2. Kurzwellige Einstrahlung

Betrachtet man die Maximaleinstrahlung am Grunde eines Schilfbestandes über die Vegetationsperiode hinweg, so ergeben sich große Differenzen. Wichtig sind die Blattentwicklung der Pflanzen, das Höchstwachstum und der Blattabwurf.

Im April finden wir am Bestandesgrund die Meximal-einstellung, da nur die Althalme die Einstrahlung behindern.

Im Juli haben wir in den Morgen- und Abendstunden eine geringe Einstrahlung am Boden, in den Mittagsstunden bei höchstem Sonnenstand eine hohe Einstrahlung.

Im August finden wir Verhältnisse vor, die sich folgendermaßen beschreiben lassen:

Von 100 % Einstrahlung, die auf den Bestand auftreffen, werden 16 % reflektiert, 44 % im Bestand absorbiert und 40 % erreichen den Bestandesgrund (DOBESCH 1976).

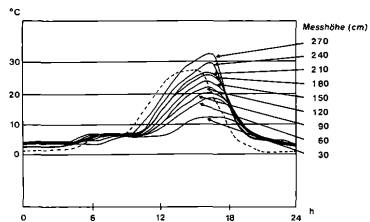


Abbildung 26
Tagesverlauf der Temperatur in einem Schilfbestand in verschiedenen Höhen.
---- = meteorologische Temperatur in 2 m Höhe.

44 % der einfallenden Strahlung stehen dem Schilfkörper zur Umwandlung in andere Energieformen zur Verfügung. In diesem Bereich liegen auch die Werte, die WILLER (1949) bei Lichtklimauntersuchungen in Schilfbeständen gefunden hat. Die Strahlungsnutzung für die Photosynthese bei Schilf schwankt nach SIEGHARDT (1973) zwischen 1,5 % und 5 %. Die restliche einfallende Strahlung wird hauptsächlich in Wärmeenergie umgewandelt, dabei hauptsächlich in den Bereichen des Bestandes, wo durch die Anordnung der Blätter eine Verdichtung eintritt und somit viel Strahlung absorbiert werden kann.

Das Ergebnis ist eine Temperaturschichtung im Bestand.

3. Temperaturverhältnisse im Schilfbestand

Im Bezug auf die Temperaturverhältnisse in einem geschlossenen Schilfbestand sind zwei Phänomene zu beobachten.

Zum einen eine ausgeprägte Temperaturschichtung, die, im Ganzen gesehen, in der hohen Strahlungsabsorption des Schilfkörpers begründet ist. Im Detail aber auf verschiedenen Ebenen verschieden stark vorhanden ist. So finden wir die höchsten Temperaturen im Bestand in den Regionen, in denen sich die Hauptblattmasse befindet und die zur Hauptwärmeumsatzschicht wird. Zum Bestandesgrund hin wird die Strahlung immer stärker gefiltert, der Wärmeumsatz gemildert, eine Abschwä-

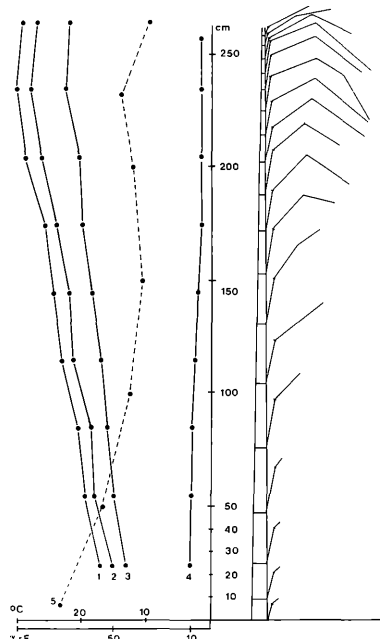


Abbildung 27
Temperatur- und Feuchteverteilung in einem Schilfbestand.
1: Meßwert 12.10.1980 15.20^h
2: Tagesamplitude 12.10.1980
3: Tagesamplitude 13.10.1980
4: Meßwert 12.10.1980 24.00^h
5: Relative Feuchte 12.10.1980 15.20^h

chung der Maximaltemperatur und Tagesamplituden ist die Folge (vergl. Abb. 26 und 27).

Abb. 26 gibt den Tagesverlauf der Temperatur in verschiedenen Bestandeshöhen wieder. Die gestrichelte Linie zeigt den Verlauf der meteorologischen Lufttemperatur in 2 m Höhe.

Abb. 27 zeigt punktuelle Meßergebnisse der Schreiber. Deutlich ist zu sehen, daß innerhalb des Bestandes die höchsten Temperaturen in dem Bereich liegen, in dem sich die Hauptblattmasse befindet. Ebenso sind in diesem Bereich die höchsten Tagesamplituden zu messen. Der zweite wichtige Punkt ist die Inversion der Temperaturen während der Nacht.

Voll entwickeltes Schilf vermindert in klaren Nächten wesentlich die Ausstrahlung, so daß in den Nachtstunden der Schilfbestand wärmer bleibt als die Luft darüber (Punkt 4 in Abb. 27).

Bei der Voraussetzung, daß kein Wind herrscht, findet tagsüber nur in den oberen Schilfbereichen ein Austausch mit der dem Schilfbestand aufliegenden Luft statt. Nachts setzt sich dieser Austausch mit der atmosphärischen Luft auch in tiefere Schichten durch. Oberhalb des Schilfs findet man eine Labilisierung der Luftschicht während der Einstrahlung und eine Stabilisierung während der Nachtstunden (DOBESCH 1976).

4. Wind

Vielleicht der wichtigste Faktor für die Ausbildung eines Mikroklimas in einem Schilfbestand ist der Wind. Die Windgeschwindigkeit und damit die vertikale und horizontale Durchmischung der Luftmassen wird im Innern eines Bestandes von der Höhe und Dichte des Schilfs, von der Entfernung vom Bestandesrand und von der Windstärke beeinflusst.

Abb. 28 zeigt die Veränderung der Windgeschwindigkeit in % der Ausgangswindstärke in der Horizontalen. Bei einer Bestandesdichte von 50 Halmen pro m² mit ei-

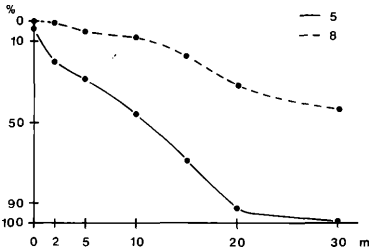


Abbildung 28

Prozentuale Abnahme der Windgeschwindigkeit in der Horizontalen in Entfernung vom Bestandesrand. Meßhöhe 3 m. (Gezeichnet nach Werten von RUDESCU 1965, aus RODEWALD/RUDESCU 1974).

ner Höhe von 3 m ist bei Windstärke 5, nach 30 m Entfernung vom Bestandesrand die Windgeschwindigkeit vollkommen auf 0 vermindert. Es ist also nötig, daß der Schilfbestand je nach Dichte und Höhe eine gewisse Tiefe besitzt, um die Windgeschwindigkeit so herabzusetzen, daß absolute Windstille herrscht. Nach RODEWALD/RUDESCU (1974) muß die Tiefe 10 bis 60 m betragen. Erst dann kann sich ein bestandespezifisches Mikroklima ausbilden.

5. Luftfeuchtigkeit

In der Literatur werden Schilfbestände in bezug auf ihren Feuchtigkeitsgehalt und ihre Feuchtigkeitsabgabe an die Luft fast immer mit einer freien Wasserfläche verglichen. Dabei ergibt sich, daß die Transpiration des Schilfes höher liegt als die Verdunstung einer freien Wasserfläche.

KINDL (1953) maß Werte, die das siebenfache einer freien Wasserfläche erreichten. An sonnigen Tagen transpirierte das Schilf bis zu 16 mm H₂O/m². Betrachtet man die Werte von TUSCHL (1970), RYNCHOVSKA (1972), KVET (1973), VASA (1974) und SMID (1975) für Einzelblätter, so ist trotz der großen Streuung doch zu sagen, daß an sonnigen Tagen die Verdunstung in einem Schilfbestand weit über der einer gleich großen freien Wasserfläche liegt.

Dies ist auch einleuchtend, wenn man sich die Anatomie eines Schilfblattes vor Augen führt.

Die große Anzahl der Spaltöffnungen auf der Ober- und Unterseite sowie die relativ dünne Kutikula führen zu einer starken Wasserabgabe. Die Wasser- und Nährstoffzirkulation sind überwiegend durch die Transpiration bedingt (vergl. HÜRLIMANN 1951).

Wiederum im Detail gesehen ist die Transpiration in den einzelnen Zonen der Blattverteilung unterschiedlich.

In dichten Beständen findet man nach Angaben von KINDL (1953) eine gegenseitige Behinderung der Transpiration und somit eine höhere Luftfeuchtigkeit als in lichten Beständen. Der kräftige Wuchs hemmt die Durchsonnung und bremst den Wind.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Luftfeuchtigkeit in Schilfbeständen ist sehr hoch und zwar mit einem Gradienten, der aussagt, daß in der bodennahen Schicht die höchsten Werte zu messen sind und erst ab 2 m Höhe bis in die Rispenregion eine Angleichung an die Luftfeuchtigkeit der darüber liegenden Luftschichten erfolgt (WILLER 1949). Ein zweites, kleineres Maximum bildet sich dabei im Bereich der Hauptblattmasse (Kurve 5 in Abbildung 27).

6. Bestandesklima

Als Zusammenfassung des Kapitels soll darauf hingewiesen werden, daß ein großer zusammenhängender Schilfbestand, wie wir ihn im Schweinsberger Moor finden, in der Lage ist, ein standortspezifisches Klima zu bilden. Dieses standortspezifische Klima ist wiederum ein wesentlicher Standortfaktor für die ortsgewundene Pflanze.

Im Bestand selbst bildet sich ein »tropisches« Mikroklima, das auf die Verteilung und Entwicklung der Tiere, die solche Bestände besiedeln, einen entscheidenden Einfluß mit ausübt.

7. Das Verteilungsmuster der Tiere

Nach der Vorstellung der bestandesklimabildenden Faktoren soll nun einmal die Verteilung der Tiere unter diesem speziellen Aspekt beleuchtet werden.

Vergleicht man die Verteilung der Eigelege von *Euides speciosa* und *Chloriona spec.* (Abb. 22) mit der Temperatur- und Luftfeuchteschichtung im Bestand, so lassen sich folgende Aussagen machen:

Die Gelege von *Euides* und *Chloriona* werden bevorzugt in den Bereichen der Halme angelegt, in welchen man die größten Temperaturamplituden und die höchsten Wärmewerte messen kann.

Die Temperatur wirkt auf chemische Prozesse im Sinne der Van't Hoff'schen Gesetze. Ferner wirken sich

Wechseltemperaturen positiv auf die Entwicklung wechselwarmer Organismen aus (vergl. REMMERT 1980). Da Gelege ortsgelunden sind, ist es biologisch sinnvoll, sie dort anzulegen, wo sie sich der Wahrscheinlichkeit nach möglichst schnell aus einer »unbeweglichen Phase« in eine »bewegliche Phase« entwickeln. Dies wären die ersten Larvalstadien. Ferner ist durch die Verdunstung der Blätter eine bestimmte Kombination von Wärme und Feuchte gegeben, die zu einer positiven Entwicklung erforderlich ist.

Laborversuche, die die Freilandbefunde zur Grundlage haben, müßten sich jetzt anschließen.

Auch das Maximum der Blattläuse findet sich in diesem Bereich; einmal weil viel produktive und aktive Blattfläche zum Saugen zur Verfügung steht, zum andern weil hier die Wärme-Feuchte-Verhältnisse für die hohe Entwicklungs- und Reproduktionsrate der Tiere vorhanden sind.

Wind, Temperatur und Luftfeuchte sind wichtige Parameter für das Vorkommen der Puppen von *Archanara geminipuncta* und der Larven und Gallen von *Giraudiella inclusa* in den basalen Regionen der Schilfhalme.

Die Windgeschwindigkeit im Bestand ist in ca. 1 m Höhe weitgehend Null. *Archanara* Puppen wurden bis ca. 1,50 m Höhe gefunden. Daß Windbewegungen indirekt einen modifizierenden Einfluß haben können, zeigt die Tatsache, daß ständig schwache Windeinwirkung die Entwicklung von Raupen verschiedener Schmetterlingsarten verlangsamt, weil der Betriebsstoffwechsel auf Kosten des Baustoffwechsels erhöht wird (TISCHLER 1979). Die Gallen von *Giraudiella inclusa* findet man ebenfalls in diesem Höhenbereich. Die Tiere überwintern als Larven, verpuppen sich im Frühjahr und schlüpfen um die Maimitte.

Wie vorher ausgeführt, findet man im April die Maximaleinstrahlung in einem Schilfbestand an der Bodenoberfläche. Die Gallen der Tiere liegen dann im Bereich des Hauptwärmeumsatzes. Sie kommen schon relativ früh im Jahr in den Genuß höherer Temperaturen, die sich günstig in der Umbauphase von der Larve zur Puppe und zum Imago auswirken. Die hohe Luftfeuchte über dem Boden verhindert zum andern ein Austrocknen der Halmbasen, so daß die Tiere die Gallenwand relativ leicht durchstoßen können.

Der Wärmeumsatz an der Bodenoberfläche ist auch nötig für die Tiere, die im Bestandesabfall und in den oberen Bodenschichten leben und sich entwickeln. Dauernd hohe Feuchtigkeit ist hier gewährleistet.

So wurden in den Monaten April bis Juli an saprophytischen Dipteren, deren Larven im Bestandesabfall oder in Tieren im Bestandesabfall leben, folgende Arten gesammelt:

Ephydriidae: *Napaea nebecula* Beck; *Napaea quadripunctata* Meig.; *Caenia palustris* Fall.; *Notiphila guttiventris* Fall.; *Scatella quadrata* Fall.; *Scatella stagnalis* Fall.

Lauxaniidae: *Sapromyza* spec.

Milichiidae: *Meoneura obscura* Fall.

Musidoridae: *Musidora lutea* Panz.

Scatopsidae: *Scatopse brevicornis* Meig.

Sciomyzidae: *Pherbina vittigera* Schin.; *Antichaeta analis* Meig.; *Sepeton spinipes* Scob.; *Satella sphondylii* Schrank.

Sepsidae: *Sepsis violacea* Meig.

Sphaeroceridae: *Limosina crassimanis* Halid.; *Limosina Racovitzai* Bezzi; *Cromomyia glacialis* Meig.

Psychodidae: *Peripsychoda auriculata* Curtis; *Satchelliella trivialis* Eaton (bivoltin); *Tonnoiriella* spec. aff. nigricauda; *Tonnoiriella nigricauda* Tonnoir; *Clytocerus ocellaris* Meig.; *Ulomyia cognata* Eaton.

Wärme und besonders Luftfeuchte sind auch für die übrigen Gallbildner sehr wichtig.

Lipara und *Stenotarsonemus* Gallen »tauchen« in den Bestand ein. So sind sie einerseits heftigen Windbewegungen und direkter Einstrahlung entzogen, andererseits in Bereichen höherer Luftfeuchte. Im Innern der Gallen selbst entsteht ein spezifisches Gallenmikroklima.

Temperaturschwankungen werden gedämpft und verzögert an die Bewohner weitergegeben. Die Gallen bilden somit einen Schutz vor Überhitzung, halten aber permanent eine hohe Luftfeuchte im Innern (vergl. BECKER 1950). Und beim Schlüpfen der Tiere im Frühjahr muß die Galle relativ feucht sein. Ein Vertrocknen bedeutet, daß die Fraßgänge, die auch als Weg zum Verlassen der Galle dienen, schrumpfen und die Tiere die Galle nicht verlassen können. So erhielt VOGEL (1978) die besten Zuchtergebnisse aus *Lipara* Gallen, die bei einer mittleren Luftfeuchte von 60 % gehalten wurden. Vielleicht rührt daher die Strategie, ein weiteres Höhenwachstum zu verhindern, nämlich geschützt im Bereich höherer Temperaturen im Frühjahr zu sein, dennoch aber das Luftfeuchtemaximum am Bestandesgrund noch mit zu nutzen?

Auch die Gallen von *Thomasiella arundinis* liegen in diesem Kompromißbereich: einmal der direkten Strahlung entzogen, aber doch noch im Genuß der Wärme, zum andern in einer Schicht mit noch hoher Luftfeuchte.

IV. »Schädigung« des Bestandes durch die Tiere

Im Schilfbestand des Schweinsberger Moores ist ca. jeder zweite Halm von Tieren befallen. Die Gesamtaufnahme an organischer Substanz durch die Tiere kann lokal bis zu 60 % der oberirdischen jährlichen Produktion betragen (*Archanara geminipuncta*).

Der Befall erfolgt durch sehr charakteristische Spezialisten, wie *Archanara geminipuncta*, *Hyalopterus pruni*, *Lipara*-Arten, *Euides speciosa*, *Chloriona*-Arten, *Giraudiella inclusa*, *Thomasiella arundinis* und durch eine große Anzahl von Generalisten, wie *Cosmotriche potatoria*, Gallmilben, Blattläuse, Agromyziden, Anthomyziden, Opomyziden, Chloropiden, Blähhühner und Nagetiere.

Spezialisten wie Generalisten steht ein großes Heer von z. T. recht spezifischen, z. T. weniger spezifischen Räubern und Parasiten gegenüber.

Der Effekt dieser Räuber auf die Pflanzenfresser ist bislang schwer abzuschätzen. Quantitative Daten ließen sich an folgenden Arten geben: *Chloriona*-Gelege waren zu 16,66 % parasitiert, *Giraudiella inclusa* war zu 40 % und *Archanara geminipuncta* zu 24 % parasitiert. 45 % der untersuchten *Lipara*-Gallen waren behackt und beschädigt.

Schilf wird von einer Vielzahl von Tieren befallen. Dennoch beträgt die oberirdische Primärproduktion durchschnittlich 120 Doppelzentner/Hektar und Jahr. Dazu muß noch der Verlust durch »Schädlinge« gerechnet werden. Ein Weizenfeld erbringt ca. 80 Doppelzentner Körner/Hektar und Jahr. Rechnet man Stroh und Wurzeln dazu, so kommt man ebenfalls auf ca. 120 Doppelzentner. Dies sind 40 % des theoretisch jährlichen Höchstbetrages an Primärproduktion von 300 Doppelzentnern/Hektar in unseren Breiten (Wert nach de

WITT, aus REMMERT 1980). Bei einer vom Menschen geschaffenen Grasmonokultur ist ein »Schädlingbefall« aber viel auffälliger. Allerdings fehlen darüber weitgehend Daten. Gehen wir jedoch davon aus, daß künstliche Monokulturen sehr viel stärker geschädigt werden, als die natürliche einartige Schilffläche, so haben wir zu fragen, ob dies

1. an einem differentiellen Tierbesatz liegen kann oder
2. ob bestimmte Organe geschädigt werden oder
3. ob andere Unterschiede da sind.

Zu 1.: Eine künstliche Monokultur ist so angelegt, daß das Verhältnis Produktivität/nutzbare Biomasse maximiert wird. So finden wir bei einem Weizenfeld über 90 % der jährlichen Primärproduktion oberirdisch, während bei der Schilfpflanze bis zu 2/3 der Primärproduktion unterirdisch angelegt werden können. Hohe Produktion an Fortpflanzungsorganen auf der einen Seite, Kurzlebigkeit und geringe Resistenz gegenüber Konkurrenz auf der anderen Seite, sind das Ergebnis. Die Heterogenität der Struktur einer natürlichen Monokultur wird beseitigt. Die »Schädlinge«, die diese Kulturpflanzen nun besiedeln, werden vom natürlichen R-Bereich in den K-Bereich verschoben. Die Tiere, die keine eigenen Mechanismen zur Populationsbegrenzung entwickelt hatten, sehen sich plötzlich einer fast unerschöpflichen und immer vorhandenen Nahrungsquelle gegenüber (REMMERT 1980). Ihre Häufigkeit wird nicht mehr durch biotische Faktoren begrenzt (van EMDEN u. WILLIAMS 1974). So fehlen vor allem in zeitlich eng begrenzten Habitaten die K-Parasiten (EHLER u. MILLER 1978). Ein Gleichgewichtszustand zwischen Beute und Parasiten wird nicht erreicht (MILLER 1980). In klimatisch günstigen Jahren kann es deshalb leicht zu Massenvermehrungen kommen, die im Extremfall die Vernichtung der ganzen Kultur zur Folge haben.

Zu 2.: Im Prinzip können an oberirdischen Pflanzorganen in beiden Kulturen die Halme, Blätter und Fruchtstände befallen werden. Nur sind unsere Kulturgetreidepflanzen züchterisch dahingehend verändert worden, daß nur der Körnerertrag die Maxime ist. Die Relation der einzelnen Pflanzenorgane zueinander, die bei den Wildformen noch gegeben ist, ist so verschoben, daß jeglicher Befall durch Tiere eine direkte Auswirkung auf den Körnerertrag mit sich bringt. Ein Befall der Halme durch Gallmücken kann zum Halmbruch führen und somit die Ernte vernichten. Starker Befall durch Blattläuse führt zu Einschränkungen in der Assimilationsleistung und zu einem geringeren Fruchtertrag. Ein Befall der Fruchtstände kann Körnerbildung verhindern.

Auch in der natürlichen Schilffmonokultur finden wir bei Tierbefall eine Minderung der oberirdischen Produktion oder Verhinderung der Blütenbildung. Im Ganzen gesehen sind die Verluste aber geringer, da die Kultur nicht auf die dominante Ausprägung eines Pflanzenorgans ausgerichtet ist.

Zu 3.: Schilf ist eine vieljährige Pflanze und im Prinzip stehen alle Schilfpflanzen eines Bestandes unterirdisch miteinander in Verbindung. Die Individuentrennung ist also aufgehoben (wie das bei anderen natürlichen einartigen Beständen auch der Fall ist – etwa bei der Rotbuche). Die Schädigung einer Pflanze wird dann durch die Nachbarpflanze ausgeglichen. Möglicherweise trägt dies zu der enormen Stabilität sowohl der Rotbuchenwälder wie der Schilfwälder entscheidend bei. Dabei kann auch eine Rolle spielen, daß die Wurzeln des Schilfes im sauerstoffarmen bzw. sauerstofffreien Milieu wachsen, was

sie gegenüber Schädigung durch Tiere nahezu unangreifbar macht. Damit haben die Pflanzen sehr viel stärkere Chancen bei Schädlingsangriff als die einjährigen Pflanzen unserer Getreidefelder. Stabilisierend kann auch die genetische Variabilität der einzelnen Klone im Schilfbestand wirken. Durch diese Variabilität wird Heterogenität geschaffen. So zeigen BYERS u. SHERWOOD (1979), daß der Befall verschiedener Klone von *Phalaris arundinacea* durch *Oscinella frit* von der Pflanzendichte und vom Alkaloidgehalt der Pflanzen reguliert wird. Auch HAMILTON, MUNRO u. ROWE (1978, 1979) kommen zu dem Ergebnis, daß *Oscinella frit* bei Haferpflanzen sowohl auf visuelle Reize als auch auf chemische Pflanzenstoffe reagiert.

LOSZINSKI (1968) beschreibt Massenvermehrungen von *Archanara geminipuncta* in Schilfbeständen am Unterlauf des Dnjepr. Er bezeichnet die Schilfbestände als physiologisch schwach. Vielleicht gehört es zu einer natürlich gewachsenen Kultur, daß »physiologisch schwache« Klone punktuell vorhanden sind und sich ein potentieller Schädling hier sammelt.

HARPER (1977) gibt verschiedene Beispiele an, daß geschlossene Monokulturen aus Klonen bestehen können. Der Befall dieser nun genetisch verschiedenen Individuen einer Art durch Tiere war unterschiedlich hoch.

Wir haben es also mit einem doppelten Netz zu tun:

1. Mit dem engen Zusammenhang des Bestandes und
2. mit der genetischen Variabilität innerhalb des Bestandes.

Beide Netze überlagern und vereinigen sich. Erst dadurch ergibt sich die Strukturiertheit des mehrjährigen Lebensraumes Schilffmonokultur. Diese Strukturiertheit wiederum schafft Abhängigkeiten, die keine Art zu einer Massenvermehrung kommen lassen.

V. Zusammenfassung

Die Arbeit wurde durchgeführt in einem natürlichen Schilfbestand von 20 ha Größe, im Naturschutzgebiet »Schweinsberger Moor«, einem Niedermoor in der Nähe von Marburg.

Im Wachstums- und Produktionszyklus der untersuchten Teilbestände treten Schwankungen auf, die ihren Grund in einer Kapazitätsgrenze der Bestände haben. Die Anzahl der jährlich neugetriebenen Schilfhalme und damit die Produktion hängt ab von der maximalen Gesamthalmkapazität eines Bestandes. Geschnittene Bestände erbringen dann erst höhere Produktionen, wenn sie regelmäßig geschnitten werden und sich der Bestand an diese Verhältnisse adaptieren kann. Als Verhältnis von unterirdischer zu oberirdischer Biomasse wurde der Quotient von 3,01 bzw. 2,93 ermittelt. Der dominierende Einfluß der in der Vegetationszeit herrschenden Witterungsbedingungen wird sichtbar. Licht und Temperatur sind Minimumfaktoren.

Die unterschiedlichen Ansprüche der Schilfbestände besiedelnden Tiere gegenüber ihrer Wirtspflanze und der Struktur des Bestandes spiegeln sich wieder im Verteilungsmuster der Tiere im Untersuchungsgebiet. Auch zeigt das Vorkommen der Tiere in Raum und Zeit eine enge Vernetzung mit dem Wachstumszyklus der Wirtspflanze. Der Zeitpunkt des Befalls einzelner Pflanzenorgane wird bestimmt durch die Nahrungsqualität. Alle phytophagen Tiere der Schilffauna leben von ein- und derselben Pflanze. Trotzdem ist ihre »Schadwirkung« über den Gesamtbestand gesehen nicht auffallend. Eine enge Räuber – Beute-Beziehung, die Strukturiertheit

des Bestandes und gegenseitige Abhängigkeiten lassen kein Tier zu einer Massenvermehrung kommen.

Ein großer zusammenhängender Schilfbestand, wie der des Untersuchungsgebietes ist in der Lage, ein standortspezifisches Klima zu bilden. Temperatur – Feuchte-Verhältnisse spielen eine wichtige Rolle für den Ort der Eiablage und die Plazierung von Gallen. Auch die sich im Bestandesabfall entwickelnden Tiere sind vom Licht- und Wärmeklimazyklus der Bestände abhängig.

Summary

The study was conducted in the reed belt extending to 20 hectares (1 ha = 10.000 sqm) of the »Schweinsberg Moor« Nature Preservation Area, a fen area situated close to Marburg (Hesse).

Considerable fluctuations were discovered to arise in the development and production cycle of the various portions of growth examined, reasons for which may be attributed to the limited capacity of the existing stocks. The annual number of newly developed reed stalks, and thus production itself, is dependent of the maximum overall stalk capacity within a stock. The cutting of stocks only leads to increased production if this takes place regularly and if the stock or stand is able to adapt to these conditions. The underground/upperground ration of biomass was recorded as being 3.01 res. 2.93. The dominating influence of the climatic conditions prevailing during the vegetation period becomes apparent, light and temperature being minimum factors.

The varying demands made by animals settling in the reed stand on their host plant and the structural make-up of the existing stand is reflected in the pattern of distribution revealed by the animals within the area under observation. In addition, the presence of the animals in relationship to space and duration points to a close liaison with the growth cycle and the host plant. The point of time when individual plant organs are attacked is dependent on the quality of the nutrition. All phytophagous animals feeding on reed fauna are dependent on one and the same plant. In spite of this, however, the damage they cause, when taking into account the overall stand, is inconspicuous. Close prey/predator relationship, the structural make-up of the stand and aspects of mutual interdependence prevent mass reproduction of any single species.

A large-scale contiguous reed bed such as that examined permits the formation of a specific micro-climate. Temperature and humidity conditions play an important part with regard to the egg-laying sites and gall placing. Even those species developing in plant litter are dependent on the light and temperature cycle of the stands.

VI. Schlußbemerkung: Naturschutzbezogene Aspekte der Arbeit.

Mancher Leser wird sich nach dem Sinn und dem Zweck einer solchen Arbeit bezüglich ihrer Aussagekraft für den Naturschutz fragen. Abgesehen von der Erfassung verschiedenster Wirbelloser, Erkenntnisse über ihre Biologie und der Verzahnung der einzelnen Arten untereinander, sollen zwei Aspekte näher vorgestellt werden.

1. Größe des Gebietes

Der im Detail untersuchte Schilfbestand hatte eine Größe von ca. 20 Hektar. Schon in dieser Größenordnung konnte man sämtliche »Lebensstadien« der Schilfmonokultur vorfinden. Bestände in der Neuanlage, Bestände in ihrer vollsten Wuchsleistung und mit höchster Pro-

duktion und Bestände im Absterben und Vergehen. Innerhalb eines einzigen geschlossenen Gebietes ist die gesamte Lebensspannbreite des Biotopes Schilfmonokultur vorhanden. Es entstehen die unterschiedlichsten Strukturen, es werden eine Vielzahl von Nischen geschaffen und dies ermöglicht einer großen Artenzahl von Tieren, die alle unterschiedliche Lebensraumansprüche besitzen, die Existenz. Es können große Populationen aufgebaut werden, die Druck ausüben, die zur Auswanderung einzelner Arten veranlassen und die letztendlich das Arteninventar zur Besiedlung neuangelegter oder schon bestehender Feuchtgebiete zur Verfügung stellen. Damit soll auch folgendes gesagt werden: Ein großes Schutzgebiet alleine und dazu noch isoliert, nutzt wenig. Zwischen den großen Schutzgebieten müssen Verbindungen vorhanden sein. Erst dann kann ein großes Schutzgebiet sowohl die Aufgabe als Ausbreitungszentrum als auch die Aufgabe als Rückzugraum erfüllen. Ein über 40 ha großes Feuchtgebiet darf nicht als Argument dienen, in der Umgebung von 20 km um dieses Feuchtgebiet herum alle übrigen kleineren Feuchtgebiete trockenzuliegen. Ganz im Gegenteil, man muß auch diese kleineren Gebiete voll funktionsfähig erhalten, damit das große Schutzgebiet erst seinen biologischen Sinn erhält.

2. Biologischer Unterbau der Naturschutzarbeit

Naturschutz ist ohne biologischen Unterbau nicht durchführbar. Landschaftsplanung am grünen Tisch und biologische Arbeit vor Ort können nicht auf einen Nenner gebracht werden, wenn der gemeinsame Unterbau fehlt, nämlich eine solide Ausbildung in Biologie: dabei angefangen bei der Biochemie, Genetik, Physiologie, bis hin zur Populationsbiologie im Freiland. Dann erst erwirbt man die Fähigkeit, Veränderungen festzustellen, auch Veränderungen, die durch im System lebende Tiere hervorgerufen werden. Man erkennt, wann Sukzessionen in einem Lebensraum einsetzen und wohin sie führen können. Dies ist ein ganz wichtiger Punkt, beispielsweise bei speziellen Artenschutzprogrammen, oder bei der Entscheidung planend und konservierend in Schutzgebieten einzugreifen, oder Gebiete in der freien Sukzession zu belassen. Ökologie, die Haushaltslehre der Natur, ist eine strenge Naturwissenschaft, nicht ein Modeausdruck, hinter dem man alles oder auch gar nichts verbergen kann. Schnelles Handeln und schnelle Lösungen erwiesen sich in der Vergangenheit oft als Fehlschläge, weil ganz einfach die Biologie fehlte, dafür aber waren sie leicht durchsetzbar und paßten gut ins politische Bild.

Im Schweinsberger Moor wurden keine schnellen Lösungen gefunden, sondern nach sachlichen Gesprächen zwischen Biologen, allen am Naturschutz beteiligten Interessengruppen, Verbänden und Institutionen wurde erreicht, daß das Gebiet mit seiner überregionalen Bedeutung in seiner Gesamtheit, mit seiner unendlichen Vielfaltigkeit, erhalten bleibt. Dies ist eigentlich der wichtigste naturschutzbezogene Aspekt der Arbeit, einen kleinen Beitrag zu leisten, daß der Gesamtlebensraum Niedermoor erhalten geblieben ist.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. H. Remmert danke ich recht herzlich für die Überlassung des Themas und die langjährige sehr gute Betreuung und Zusammenarbeit. Vielen Dank auch für den großen Freiraum, der mir bei der Durchführung der Arbeit gewährt wurde.

Bei der Bestimmungsarbeit unterstützten mich folgende Damen und Herren:

M. Asche (Marburg), Dr. Aubert (Paris), Dr. Fürsch (Ruderting), Dr. Haeselbarth (München), Dr. Horstmann (Würzburg), Prof. Remane (Marburg), Dr. Tamm (Frankfurt), Prof. Topp (Bayreuth), Dr. Wagner (Schlitz), Dr. Waitzbauer (Wien), H. Wendt (Ostberlin), Dr. Wittmer (Basel) und Dr. zur Strassen (Frankfurt). Herrn Hinz (Einbeck) möchte ich danken, daß er mir unveröffentlichte Forschungsergebnisse für die Arbeit überlassen hat.

Allen Genannten ein herzliches Dankeschön. Ohne ihre Hilfe würde mancher wichtige Mosaikstein fehlen.

Literaturverzeichnis

ANDERS, F. (1957):

Über die gallenerregenden Agenzien der Reblaus (*Vitaeus* (Phylloxera) *vitifolii* SHIMER). *Vitis* 1, 121-124

BECKER, H. (1950):

Untersuchungen über das Mikroklima einiger Blattgallen. *Anz. f. Schädlingskde.*, XXIII, 9, 129-131

BERG, A. R. (1972):

Grass Reproduction. In: Younger, V. B.; McKell, C. M. (eds): *The Biology and Utilisation of Grasses*. Academic Press, New York and London, 334-347

BERGMANN, A. (1954):

Die Großschmetterlinge Mitteleuropas. Urania Verlag GmbH, Jena

BERNATOWICZ, ST. and PIECZYNSKA, E. (1965):

Organic matter production of macrophytes in the lake Taltowisko (Mazurian Lakeland). *Ekologia Polska*, Ser. A., 13, 113-124

BJÖRK, S. (1967):

Ecologic investigations of *Phragmites communis*. *Folia Limnologica Scandinavica* 14, 1-247

BORNKAMM, R.; RAGHI-ARTI, F. (1978):

Wachstum und Inhaltsstoffe von Schilf bei abgestuften Gaben von Stickstoff, Phosphor und Bor. *Verh. Ges. f. Ökol.*, 7. Jahresvers. Kiel 1977; Göttingen 1978, 3661-3667

BRAUNS, A. (1954):

Terricole Dipterenlarven. »Musterschmid«, Wissenschaftlicher Verlag, Göttingen, Frankfurt, Berlin.

BROHMER, P. (1977):

Fauna von Deutschland, Heidelberg

BURIAN, K. (1969):

Die photosynthetische Aktivität eines *Phragmites communis*-Bestandes am Neusiedler See. *Sber. Öster. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl.*, 178, 43-62

BURIAN, K. (1971):

Primary production, carbon dioxide exchange and transpiration in *Phragmites communis* on the lake Neusiedler See. *Hidrobiologia Bucuresti* 12, 203-218

BURIAN, K. (1973):

Phragmites communis Trin. im Röhricht des Neusiedler Sees. Wachstum, Produktion und Wasserverbrauch. In: Ellenberg, H.: *Ökosystemforschung*. 61-77, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York.

BYERS, R. A. and SHERWOOD, T. A. (1979):

Differential reaction of clones of *Phalaris arundinacea* to *Oscinella* fruit. *Environ. Entomol.* 8, 408-411

CHINERY, M. (1976):

Insekten Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

CHVALA, M.; DOSKOCIL, J.; MOOK, J. H. & PO-

KORNY, V. (1974):

The genus *Lipara* Meigen (Diptera, Chloropidae), systematics, morphology, behaviour and ecology. *Tijdschrift voor Entomologie* 117, 1, 1-25

COLYER, C. N. and HAMMOND (1968):

Flies of the British Isles. Frederick Warne und CO. LTD. London, New York

DOBESCH, H. (1975):

Das Bestandesklima im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. *Verhdlg. Ges. f. Ökologie*, Wien, 173-176

DOBESCH, H. (1976):

Der Rauheitsparameter und die Dicke der Verdrängungsschicht für Wind über verschiedenen natürlichen Unterlagen. *Arch. Met. Biokl.*, Ser. A, 25, 125-130

DÖHLE, H. J. and STUBBE, M. (1981):

Zur Reproduktionsbiologie einiger Kleinnagerarten (Rodentia: Arvicolidae, Muridae) in der DDR. *Zool. Jb. Syst.* 108, 117-138

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

DROSTE, M. (1982):

Ökologische Untersuchungen sehr flacher Gewässer eines Niedermoeres. Inaugural-Dissertation, Philipps Universität Marburg, 1-166

DROSTE, H.; NENTWIG, W.; VOGEL, M. (1980):

Faunistisch-ökologische Untersuchungen in einem Niedermoor (Schweinsberger Moor). *Marburger Entomologische Publikationen* Bd. 3, 1-58

DURSKA, B. (1970):

Changes in the reed (*Phragmites communis* Trin.) condition caused by disease of fungal and animal origin. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 17 (30) (3), 373-396

DYKYJOVA, D. (1969):

Kontaktogramme als Hilfsmethode für vergleichende Biometrie, Allometrie und Produktionsanalysen von *Phragmites* Ökotypen. *Rev. Roum. Biol.-Zoologie*, Tome 14, 2, 107-119

DYKYJOVA, D.; HEJNY, S.; KVET, J. (1973):

Proposal for international investigations of production by stands of reed (*Phragmites communis*). *Folia Geobot. Phytotax.* 8, 435-442

DYKYJOVA, D.; HRADECKA, A. (1973):

Productivity of reed belt stands in relation to the ecotype, microclimate and trophic conditions of the habitat. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20, 1, 111-119

- DYKYJOVA, D., PAZOURKOVA, Z. (1979):
A diploid form of *Phragmites communis*, as a possible result of cytogenetical response to ecological stress. *Folia Geobot. Phytotax.* 14, 113-120
- EHLER, L. E. & MILLER, J. C. (1978):
Biological control in temporary agroecosystems. *Entomophaga* 23 (3), 207-212
- ELLENBERG, H. (1978):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- EMDEN VAN, H. F., WILLIAMS, G. F. (1974):
Insect stability and diversity in agroecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 19, 455-475
- ERDÖS, J. (1957):
Beobachtungen über die Insektencönose des Schilfs. *Ta- gungsber. d. Deutschen Akad. d. Landwirtschaftswiss.* 11, 171-177
- FORSTER, W. & WOHLFAHRT, TH. A. (1960 ff.):
Die Schmetterlinge Mitteleuropas
- FRAZER, B. D. and GILBERT, N. (1976):
Coccinellids and aphids: a quantitative study of the impact of adult ladybirds (Coleoptera, Coccinellidae) preying of field populations of pea aphids (Homoptera, Aphididae). *J. Entomol. Soc. B. C.* 73, 33-56
- FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. (1965 ff.):
Die Käfer Mitteleuropas. Krefeld
- FROMEL, R. (1980):
Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für die Vögel. *Die Vogelwarte* 30 (3), 218-255.
- GEIGER, R. (1961):
Das Klima der bodennahen Luftschichten. *Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig*
- GEISSELHOFER, M. und BURIAN, K. (1970):
Biometrische Untersuchungen im geschlossenen Schilfbestand des Neusiedler Sees. *Oikos* 21, 248-254
- GERLACZYNSKA, B. (1973):
Distribution and biomass of macrophytes in lake Dgal Maly. *Ekologia Polska* 21 (48), Ser. A., 743-752
- GORHAM, E.; PEARSALL, W. H. (1956):
Shoot production in *Phragmites communis* in relation to habitat. *Oikos* 7, 206-214
- HALBACH, U. (1979):
Die ökologische Nische und abgeleitete Konzepte. *Abh. a. d. Gebiet d. Vogelkde.* 6, 53-65
- HAMILTON, R. J.; MUNRO, J. and ROEVE, J. M. (1978):
Continuous rearing of *Oscinella frit* L. and the interaction of *Oscinella frit* with *Avena sativa*. *Ent. exp. & appl.* 24, 182-186
- HAMILTON, R. J.; MUNRO, J. and ROEVE, J. M. (1979):
The identification of chemicals involved in the interaction of *Oscinella frit* with *Avena sativa*. *Ent. exp. & appl.* 25, 328-341
- HARPER, J. L. (1977):
Population Biology of Plants. Academic Press, London – New York – San Francisco
- HASLAM, S. M. (1970a):
Variation of population types in *Phragmites communis* Trin. *Ann. Bot.* 34, 147-158
- HASLAM, S. M. (1970b):
The development of the annual population in *Phragmites communis* Trin. *Ann. Bot.* 34, 571-591
- HASLAM, S. M. (1970c):
The performance of *Phragmites communis* Trin. in relation to water-supply. *Ann. Bot. NS* 34, 867-877
- HASLAM, S. M. (1971):
Shoot high and density in *Phragmites* stands. *Hydrobiologia Bucuresti* 12, 113-119
- HASLAM, S. M. (1973):
Some aspects of the life history and autecology of *Phragmites communis* Trin. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20, 79-100
- HASLAM, S. M. (1978):
River plants. Cambridge University Press
- HEISER, F. (1975):
Zur akustischen Orientierung nahrungssuchender Blau- meisen (*Parus caeruleus*). *Vogelwelt* 96, 184-185
- HENNIG, W. (1948-1952):
Die Larvenformen der Dipteren. Akademie Verlag Berlin
- HERING, E. M. (1957):
Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa. *Uitgeverij Dr. W. Junk -s- Gravenhage*
- HO, Y. B. (1979):
Shoot development and production studies of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel in Scottish lochs. *Hydrobiologia* 64, 3, 215-222
- HO, Y. B. (1980):
Development of foliage structure in *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel in stands in Scottish lochs. *Hydrobiologia* 70, 159-164
- HOLISOVA, V. (1975):
The food eaten by rodents in reedswamps of Nesyt fishpond. *Zoologicke listy Bono* 24, 223-237
- HÜBL, E. (1966):
Stoffproduktion von *Phragmites communis* im Schilfgürtel des Neusiedler Sees (Ergebnisse nach der Erntemethode). *Sitz. Ber. d. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. Abt. I* 14, 271-278
- HÜRLIMANN, H. (1951):
Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen. *Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz, Heft* 30

- IMHOF, G. (1966):
Ökologische Gliederung des Schilfgürtels am Neusiedler See und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 175, 219-235
- IMHOF, G. (1972):
Quantitative Aufsammlungen schlüpfender Fluginsekten in einem semiterrestrischen Lebensraum mittels flächenbezogener Eklektoren. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 65, 120-123
- JAKOBS, W., RENNER, M. (1974):
Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. G. Fischer Verlag, Stuttgart
- KÄSTNER, A. (1973):
Lehrbuch der Speziellen Zoologie; Bd. I: Wirbellose G. Fischer Verlag, Stuttgart
- 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, 1-21
- KINDL, J. (1953):
Zum Wasserhaushalt des Phragmitetum communis und des Glycerietum aquaticae. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 66, 246-263
- KLAUSNITZER, B. (1969):
Zur Unterscheidung der Eier mitteleuropäischer Coccinelliden. Acta entom. bohemosl. 66, 3, 146-149
- KLAUSNITZER, B. (1970):
Zur Larvalsystematik der mitteleuropäischen Coccinellidae (Coleoptera). Entomol. Abh. Staatl. Museum Tierkde. Dresden 38, 2, 1-110
- KLÖTZLI, F. (1969):
Über die Ursachen des Schilfsterebens. Naturschutz, Oberschwaben – Bodensee – Hegau 10, 7-9
- KLÖTZLI, F. (1971):
Biogenous influence on aquatic macrophytes, especially Phragmites communis. Hydrobiologia 12, 107-111
- KLÖTZLI, F. and ZÜST, S. (1973):
Nitrogen regime in reed beds. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 131-136
- KLÖTZLI, F. & ZÜST, S. (1973):
Conservation of reed beds in Switzerland. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 229-235
- KLOFT, W. (1960):
Wechselwirkungen zwischen pflanzenaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengewebe. Z. f. angew. Entomol. 46, 42-70
- KRANTZ, G. W., LINDQUIST, E. E. (1979):
Evolution of phytophagus mites. (Acari) Ann. Rev. Entomol. 24, 121-158
- KRAUSS, M. (1979):
Zur Nahrungsökologie des Bläbuhns Fulica atra auf den Berliner Havelseen und der Einfluß von Bläbuhn und Bismarrrate Ondatra zibethicus auf das Schilf Phragmites communis. Anz. Ornith. Ges. Bayern 18, 2/3, 105-144
- KRISCH, H. (1978):
Die Abhängigkeit der Phragmites-Röhrichte am Greifswalder Bodden von edaphischen Faktoren und von der Exponiertheit des Standortes. Arch. Naturschutz u. Landschaftsfrschg., Berlin 18, 3, 121-140
- KROLIKOWSKA, J. (1973):
Transpiration of certain macrophytes in various conditions. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 73-75
- KRÜGER, F. (1926):
Biologie und Morphologie einiger Syrphidenlarven. Z. Morph. Ökol. Tiere 6, 83-149
- KRÜGER, M. (1976):
Schilfhalm als Winterlager für Arthropoden. Diplomarbeit Uni Köln
- KVET, J. (1973):
Mineral nutrients in shoots of reed Phragmites communis Trin. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 137-147
- KVET, J. et MARSHALL, J. K. (1971):
Assesment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: Sestak, Z., Catsky, J. et Jarvis, P. G. (eds): Plant photosynthesis production: manual of methods. The Hague, 517-555
- LABEYRIE, V. (1978):
Reproduction of insects and coevolution of insects and plants. Ent. exp. & appl. 24, 296-304
- LARCHER, W. (1976):
Ökologie der Pflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- LAUDE, H. M. (1972):
External factors affecting tiller development. In: Younger, V. B.; McKell, C. M. (eds): The Biology and Utilization of Grasses. Academic Press, New York and London, 146-153
- LINDNER, E. (ed.) (1949 ff.):
Die Fliegen der palaearktischen Region. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- LOZINSKY, V. A., OSKYNTICH, G. P. (1968):
The most serious entomological pests of reed Phragmites communis Trin. in Plavui biocenosis of the low Dniepr. Vestnik Zoologii 4, 34-37
- MAIER, R. (1973a):
Aspects of production of Utricularia vulgaris L. in some vegetation types in the reed belt of lake Neusiedler See. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 169-174
- MAIER, R. (1973b):
Produktions- und Pigmentanalysen an Utricularia vulgaris. In: Ellenberg, H. (ed.): Ökosystemforschung. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York
- MAIER, R. (1976):
Primärproduktionsuntersuchungen im ufernahen Schilfgürtel des Neusiedlersees. BFB 13, 1, 43-54
- MAIER, R., SIEGHARDT, H. (1977):
Untersuchungen zur Primärproduktion im Grüngürtel des Neusiedlersees. Teil II: Phragmites communis Trin. Pol. Arch. Hydrobiol. 24, 2, 245-257

- MASON, C. F. and BRYANT, R. J. (1975):
Production, nutrient content and decomposition of
Phragmites communis Trin. and *Thypha angustifolia*. J.
Ecol. 63 (1), 71-95
- MILLER, J. C. (1980):
Niche relationship among parasitic insects occurring in a
temporary habitat. Ecology 61 (2), 270-275
- MOCHNAKA – LAWACZ, H. (1974):
Seasonal changes of *Phragmites communis* Trin. Part I
and II. Pol. Arch. Hydrobiol. 21 (3-4), 335-380
- MOERICKE, V. (1969):
Hostplant specific colour behaviour by *Hyalopterus pru-*
ni (Aphididae). Ent. exp. & appl. 12, 524-534
- MOOK, J. H. (1967):
Habitat selection by *Lipara lucens* MG (Diptera, Chloro-
pidae) and its survival value. Archives Neerlandaises
Zoologie XVIII, 4, 469-549
- MOOK, J. H. (1971):
Influence of environment on some insects attacking
common reed (*Phragmites communis* Trin.). Hydrobiolo-
gia 12, 305-312
- MOOK, J. H. u. BRUGGEMANN, C. H. (1968):
Acoustical communication by *Lipara lucens* (Diptera,
Chloropidae). Ent. exp. & appl. 11, 397-402
- MÜLLER, H. J. & UNGER, K. (1952):
Über den Einfluß von Licht, Wind, Temperatur und
Luftfeuchtigkeit auf den Befallsflug der Aphiden *Doralis*
fabae SCOP. und *Myzodes persicae* SULZ. sowie der
Psillide Trioza nigricornis FRST. Züchter 22, 206-228
- NACHTIGALL, W.:
Vom Insektenleben im Röhricht. In: Nachtigall, W.:
Unbekannte Umwelt. Die Faszination der lebendigen
Natur. Hoffmann und Campe
- NIKOLAJEVSKIJ, V. G. (1971):
Research into the biology of the common reed (*Phrag-*
mites communis Trin.) in the USSR. Folia Geobot. Phy-
totax. 6, 221-230
- NENTWIG, W. (1979):
Stellt der Netzfang der Spinnen eine Selektion aus dem
denkbaren Beutespektrum dar? Diplomarbeit Uni Mar-
burg
- ONDOK, J. P. (1968):
Measurement of leaf area in *Phragmites communis* Trin.
Photosynthetica 2, 25-30
- ONDOK, J. P. (1970):
The horizontal structure of reed stands (*Phragmites*
communis) and its relation to productivity. Preslia 42,
256-261
- ONDOK, J. P. (1973):
Some basic concepts of modelling freshwater littoral
ecosystems with respect to radiation regime of a pure
Phragmites stand. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 101-109
- ONDOK, J. P. and GLOSER, J. (1978a):
Net photosynthesis and dark respiration in a stand of
Phragmites communis Trin. Calculated by means of a
model. I. Description of the model. Photosynthetica 12
(3), 328-336
- ONDOK, J. P. and GLOSER, J. (1978b):
Net Photosynthesis and dark respiration in a stand of
Phragmites communis Trin. Calculated by means of a
model. II. Results. Photosynthetica 12 (3), 337-343
- O'DONALD, P. and MUGGLETON, J. (1979):
Melanic polymorphism in ladybirds maintained by sexu-
al selection. Heredity 43, (1), 143-148
- OVERDIECK, D. (1978):
CO₂-Gaswechsel und Transpiration von Schilf bei abge-
stuften Stickstoff- und Phosphorgaben. Verhdlg. Ges.
Ökol., Kiel 1977, 369-376
- PINTERA, A. (1971):
Some observations of mealy plum aphid *Hyalopterus*
pruni Geoffr., occurring on reed. Hydrobiologia 12, 293-
295
- POKORNY, V. (1970):
The influence of reed (*Phragmites communis* Trin.) by
gall forming Diptera of the genus *Lipara* Meigen. In:
Dykjova, D. (ed.): Productivity of terrestrial ecosys-
tems production processes. Czechosl. IBP/PT – PP
Rep. No. 1, 135-136
- RAEBEL, H. (1910):
Fr. Berge's Schmetterlingsbuch. Schweizerbart Stutt-
gart
- RAUTAPÄÄ, J. (1979):
Humidity reactions of cereal aphids (Homoptera Aphi-
didae). Ann. Ent. Fenn. 45 (2), 33-41
- REMMERT, H. (1973):
Über die Bedeutung der Nahrung für Wachstum und
Entwicklung der Tiere. Verhdlg. Ges. Ökol., Saarbrük-
ken, 55-64
- REMMERT, H. (1976):
Gibt es eine tageszeitliche ökologische Nische? Verhdlg.
Dtsch. Zoo. Ges., 29-45
- REMMERT, H. (1980):
Ökologie. Ein Lehrbuch. Springer Verlag Berlin – Hei-
delberg – New York
- RODEWALD, L., RUDESCU, L. (1974):
Das Schilfrohr; *Phragmites communis* Trinius. E.
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- ROMAN, T.; ROMAN, L.; CONSTANTINESCU, C.;
CONSTANTINESCU, E. (1964):
Untersuchungen über die Wachstums- und Entwick-
lungsfaktoren des Schilfrohrs. Celuloza si hirtie 13, 393-
399
- RUDESCU, L. (1968):
Der Einfluß der Umweltbedingungen auf die Produkti-
vität (Photosyntheseintensität) des Schilfrohrs (*Phrag-*
mites communis Trin.) aus dem Donaudelta, Dnjepr-
und Wolgadelta, Mesopotamien, Pakistan (Phr. karka)
und Nildelta. Hydrobiologia 10, 77-86

- RUDESCU, L., NICULESCU, C., CHIVU, J. P. (1965):
Monografia stufului delta Dunarii. Academici Republicii Socialiste Romania, Bukarest
- RUDESCU, L., v. POPESCU-MARINESCU (1970):
Vergleichende Untersuchungen über benthische und phytophile Biocönososen einiger emerger Makrophyten des Donaudeeltas mit besonderer Berücksichtigung von Phragmites communis Trin. Arch. f. Hydrobiol. (Suppl.-Bd.) 36 (2/3), 279-292
- 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. Hidrobiologia 13, 135-149
- RUS, V. (1972):
Measurement of leaf area in *Phragmites communis* Trin. Hidrobiologia 13, 301-304
- RYCHNOVSCA, M. (1967):
A contribution to the autecology of *Phragmites communis* Trin. I. Physiological heterogeneity of leaves. Folia Geobot. Phytotax. 2, 179-188
- SANDERS, W. (1979):
Das Eiablageverhalten der Schwebfliege *Syrphus corollae* Fabr. in Abhängigkeit von der Größe der Blattlauskolonie. Zeitschr. f. angew. Zoolog. 66, 217-232
- SANDERS, W. (1980):
Das Eiablageverhalten der Schwebfliege *Syrphus corollae* Fabr. in Abhängigkeit von der räumlichen Lage der Blattlauskolonie. Zeitschr. f. angew. Zoolog. 67, 35-45
- SCHÄLLER, G. (1960):
Untersuchungen über den Aminosäuregehalt des Speicheldrüsensekrets der Reblaus (*Viteus* (Phylloxera) vitifolii SHIMER) Homoptera. Entomol. exp & appl. 3, 128-136
- SCHNEIDER, F. (1969):
Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphida. Ann. Rev. Ent. 14, 103-124
- SCHROEDER, L. A. (1971):
Energy budget of larvae of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera) fed *Acer negundo*. Oikos 22, 256-259
- SCHROEDER, L. A. (1972):
Energy budget of *Cecropia* moth, *Platysamia cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae), fed Lilac leaves. Ann. Ent. Soc. Am. 65, 2, 367-372
- SCHROEDER, L. A. (1976a):
Effect of food deprivation on the efficiency of utilization of dry matter energy and nitrogen by larvae of the cherry scallop moth *Calocalpe undulata*. Ann. Ent. Soc. Am 69, 1, 55-58
- SCHROEDER, L. A. (1976 b):
Energy, matter and nitrogen utilization by the larvae of the monarch butterfly *Danaus plexippus*. Oikos 27, 259-264
- SCHROEDER, L. A. (1977):
Energy, matter and nitrogen utilization by larvae of the milkweed tiger moth *Euchaetias egele*. Oikos 28, 27-31
- SCHROEDER, L. A. and MAHNER, M. (1980):
Dry matter, energy and nitrogen conversion by Lepidoptera and Hymenoptera larvar fed leaves of Black Cherry. Oecologia (Berlin) 45, 63-71
- SCHWERDTFEGER, F. (1975):
Ökologie der Tiere, Bd. III: Synökologie Parey Verlag Hamburg
- SIEGHARDT, H. (1973):
Strahlungsnutzung von *Phragmites communis*. In: Ellenberg, H. (ed.): Ökosystemforschung. Springer Verlag Berlin – Heidelberg – New York, 79-86
- SIEGHARDT, H. (1974):
Kalorimetrische Untersuchungen zum Energiegehalt von *Phragmites communis* Trin. und zur Energiebilanz im Röhricht des Neusiedler Sees. Dissertation Uni Wien
- SKUHRAVA, M. and SKUHRAVY, V. (1973):
Problems of the taxonomy and ecology of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae). Acta entomol. bohemoslov. 70, 65-73
- SKUHRAVY, V. (1975):
Die Entwicklung der Gallmücke *Lasioptera arundinis* (Schiner) an Schilf (*Phragmites communis* Trin.) *Marcellia* Revista internazionale di cecidologia 38, 287-298
- SKUHRAVY, V. (1976):
Bionomie und Schädlichkeit der Eule *Archanara geminipuncta* (Lepidoptera, Noctuidae) an Schilf *Phragmites communis*. Acta ent. bohemoslov. 73, 209-215
- SKUHRAVY, V. (1978):
Destroyer of common reed. In: Ecological studies, Bd. 28, 375-395
- 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 communis*). Acta ent. bohemoslov. 72, 87-91
- SMID, P. (1975):
Evaporation from a reedswamp. J. of Ecology 63 (1), 299-309
- SMITH, D. (1972):
Carbohydrat reserves of grasses. In: Younger, V. B., McKell, C. M. (eds.): The Biology and Utilization of Grasses. Academic Press New York and London, 318-333
- STARY, P. (1965):
Integrated control of mealy plum aphid *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) in Czechoslovakia (Homoptera: Aphidida). Ann. Soc. Ent. Fr., (N. S.) 1 (1), 177-180
- STARY, P. (1969):
Aphid migration and impact of an indigenous parasite, *Aphidius transcaspicus* Telenga, on populations of *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) in Iraq. Bull. Soc. ent. Egypte, LIII, 185-198

- STRASBURGER, E. (1978):
Lehrbuch der Botanik. G. Fischer Verlag Stuttgart, New York
- STRÜBING, H. (1960):
Eiablage und photoperiodisch bedingte Generationsfolge von *Chloriona smaragdula* und *Eudella speciosa* Boh. (Homoptera, Auchenorrhyncha). Zool. Beitr., N. F., 5 2/3, 301-333
- SYLVEN, E. (1975):
Study on the relationship between habits and external structures in oligotrophidi larvae (Diptera, Cecidomyiidae). Zoologica Scripta 4, 55-92
- SYLVEN, E. (1978):
Gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) as plant taxonomists. Symb. Bot. Upsal. XXII, 4, 62-69
- SZAJNOWSKI, F. (1973):
The relation between the leaf area and production of the aboveground parts of common reed (*Phragmites communis* Trin.). Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 157-158
- SZCZEPANSKA, W. and SZCZEPANSKI, A. (1973):
Emergent macrophytes and their role in wetland ecosystems. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 41-50
- SZCZEPANSKA, W., SZCZEPANSKI, A. (1976a):
Growth of *Phragmites communis* Trin., *Thypha latifolia* and *Thypha angustifolia* L. in relation to the fertility of soils. Pol. Arch. Hydrobiol. 23 (2), 233-248
- SZCZEPANSKA, W., SZCZEPANSKI, A. (1976b):
Effect of density and productivity of *Phragmites communis* Trin. and *Thypha angustifolia* L. Pol. Arch. Hydrobiol. 23 (3), 391-400
- SZCZEPANSKI, A. (1969):
Biomass of underground parts of the reed *Phragmites communis* Trin. Bull. Acad. Pol. Sci. Cl II, 17, 4, Ser. Sci. Biol.
- SZCZEPANSKI, A. (1970):
Methods of morphometrical and mechanical characteristics of *Phragmites communis* Trin. Pol. Arch. Hydrobiol. 17 (39) (3), 329-335
- SZCZEPANSKI, A. (1973):
Chlorophyll in the assimilation parts of helophytes. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 67-71
- THEOWALD, BR. (1961):
Diptera uit de sigaarzel van het riet (*Phragmites communis* Trin.). Entomol. Ber., Deel 21, 108-109
- TISCHLER, F. (1943):
Schilfrohr als Nahrungsquelle für insektenfressende Vögel im Winter. Vogelzug 14, 69-71
- TISCHLER, W. (1979):
Einführung in die Ökologie. G. Fischer Verlag Stuttgart, New York
- TOORN VAN DER, J. (1972):
Variability of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel in relation to the environment. Staatsuigeverij -s Gravenhage
- TUSCHL, P. (1970):
Die Transpiration von *Phragmites communis* im geschlossenen Bestand des Neusiedler Sees. Wiss. Arb. Bgd. 44, 126-186
- VOGEL, M. (1979):
Zur Ökologie einer natürlichen Monokultur. (Studien im *Phragmites* Bereich des Schweinsberger Moors) Zulassungsarbeit Uni MbG.
- VOGEL, U. (1978):
Ökologische Studien an *Phragmites communis* Trin. unter besonderer Berücksichtigung der Halmfliege *Lipara lucens* Meig. (Diptera, Chloropidae). Zulassungsarbeit Uni Heidelberg
- WAGNER, W. (1907):
Über die Gallen der *Lipara lucens*. Verhdlg. d. Vereins f. naturwissensch. Unterhaltung zu Hamburg 13, 120-135
- WAITZBAUER, W. (1969):
Lebensweise und Produktionsbiologie der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* MG. (Diptera, Chloropidae). Veröff. d. Österr. Nationalkom. f. d. IBP, 177-241
- WAITZBAUER, W. (1971a):
Beitrag zur Morphologie einiger Gallmückenlarven und -puppen. (Diptera, Cecidomyiidae). Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl. 107 (1-15), 212-221
- WAITZBAUER, W. (1971b):
Produktionsbiologische Aspekte schilffressender Insekten. Verhdlg. Dtsch. Zool. Ges., 65. J.-Vers., 116-119
- WAITZBAUER, W., PRUSCHA, H. und PICHER, O. (1973):
Faunistisch-ökologische Untersuchungen an schilfbewohnenden Dipteren im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, 181, 112-136
- WEISSER, P. (1970):
Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedler Sees. Pflanzensoziologische und ökologische Studien. Wiss. Arb. Bgd. 451, 1-83
- WHITE, L. M. (1973):
Carbohydrate reserves of grasses: A review. J. of Range Management 26, 1, 13-18
- WILLER, A. (1950):
Biologie und Kleinklima im Rohrgelege. Arch. f. Fischereiwiss. 2, 84-89
- WOODFORD, J. A. T. (1969):
Behavioural and developmental components of the teneral stage in *Myzus persicae*. Ent. exp. & appl. 12, 337-350
- ZAX, M. (1973):
Die Temperaturresistenz von *Phragmites communis*. Pol. Arch. Hydrobiol. 20, 1, 159-164

Anschrift des Verfassers:
Dr. Michael Vogel
Fachbereich Biologie/Zoologie
Philipps-Universität Marburg
P. O. Box 1929
3550 Marburg/Lahn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege \(ANL\)](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [8_1984](#)

Autor(en)/Author(s): Vogel Michael

Artikel/Article: [ökologische Untersuchungen in einem Phragmites-Bestand
130-166](#)