

7. Literatur

Crudass, J., & T. R. E. Devlin (1967): Ageing of Reed Warblers: Use of tongue spots as a criterion. Fourth Report of the Rye Meads Ringing Group. ● Drost, R. (1969): Grundsätzliches zur Altersbestimmung lebender Sperlingsvögel. *Vogelwarte* 25:6—12. ● Long, R. (1975): Mortality of Reed Warblers in Jersey. Ringing and Migration 1:28—32. ● Mead, C. J. (1972): Longevity records from British recoveries 1960—1969. *Ringers' Bull.* 4: 24 ● Pearson, D. J. (1973): Moults of some Palaearctic Warblers wintering in Uganda. *Bird Study* 20:24—26. ● Svensson, L. (1975): Identification Guide to European Passerines. Stockholm. ● Williamson, K. (1974): Identification for Ringers 1. British Trust for Ornithology, Tring.

Anschrift des Verfassers: Holger Kuschert, Lornsenstraße 54, 2250 Husum.

Die Vogelwarte 30, 1980: 218—254

Aus dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie,
Vogelwarte Radolfzell,
und der
Universität Stuttgart, Zoologisches Institut

Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für Vögel

Von Rolf Frömel¹⁾

Inhalt:

1. Einleitung
2. Methodik
3. Ergebnisse
 - 3.1. *Phragmites communis* als Wirtspflanze
 - 3.2. Die überwinternden Arthropoden
 - 3.2.1. Die Halmparasiten
 - 3.2.2. Die Überwinterer in Stoppeln
 - 3.3. Befallsdichte
 - 3.3.1. Die Befallsdichte in Abhängigkeit verschiedener Biotopparameter
 - 3.3.2. Die Verbreitung der einzelnen Halmparasiten
 - 3.4. Die Besatzdichte der Überwinterer
 - 3.4.1. Die Besatzdichte der Überwinterer in Abhängigkeit verschiedener Biotopparameter
 - 3.4.2. Die räumliche Verteilung der Schilfüberwinterer
 - 3.4.3. Zeitliche Entwicklung der Stoppel-Besatzdichte
 - 3.5. Die Ausnutzung des Nahrungsangebotes durch Vögel
 - 3.5.1. Hackstellendichte und Fangeffektivität
 - 3.5.1.1. Hackstellendichte in Abhängigkeit verschiedener Halmparasiten
 - 3.5.1.2. Die Fangeffektivität
 - 3.5.2. Die Bedeutung des Nahrungsangebotes
 - 3.5.3. Unterschiedliche Ausnutzung verschiedener Halmparasiten
 - 3.5.4. Weitere Vogelarten als Konsumenten im Schilf
 - 3.6. Die Halbinsel Mettnau — eine zusammenfassende Übersicht
 - 3.7. Einfluß von Brennen und Mähen auf die Arthropodenfauna von Schilfgebieten
 - 3.7.1. Auswirkungen des Mähens
 - 3.7.2. Auswirkungen des Brennens
4. Diskussion und Folgerungen
5. Zusammenfassung
6. Summary
7. Literatur

¹⁾ Gekürzte Fassung einer Diplomarbeit

1. Einleitung

Im Rahmen des „Mettnau-Reit-Illmitz-Programms“ der Vogelwarte Radolfzell (BERTHOLD & SCHLENKER 1975) werden auf der Mettnau-Halbinsel am Bodensee vielfältige Untersuchungen an Zugvögeln durchgeführt. Ein wesentliches Ziel dieses Programms ist die Erfassung des Ökosystems „Rastplatz“ im Bodenseebereich. Da ein großer Teil des Untersuchungsgebietes auf der Mettnauhalbinsel mit Schilf bestanden ist, ist für dieses Ziel die eingehende Untersuchung der Beziehungen zwischen durchziehenden und rastenden Vögeln und den Schilfhabitaten wesentliche Voraussetzung. Entsprechende Untersuchungen fehlen für unseren Raum. Schilfinsekten fanden bislang größeres Interesse in Österreich, wo im Rahmen der Erforschung der Produktionsbiologie des Schilfgürtels am Neusiedler See die an Schilf schmarotzenden Dipteren (WAITZBAUER et al. 1972, WAITZBAUER 1969) und Lepidopteren (PRUSCHA 1972) als Primärkonsumenten von *Phragmites communis* untersucht wurden. Eingehende Untersuchungen, vor allem über die Halmfliege *Lipara lucens* existieren auch aus Holland (MOOK 1967), wo die Besiedlung neu gewonnenen Landes im sog. Ijsselmeer verfolgt wird. Die Schädigung von Schilfhalmen durch Arthropoden wurde, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, in der Tschechoslowakei untersucht (SKUHRVY et al. 1975, SKUHRVY 1976).

Bereits 1943 wies TISCHLER darauf hin, daß Schilfrohrbestände ein winterliches Nahrungsreservoir für Vögel darstellen. Er macht besonders auf die Tatsache aufmerksam, daß Blaumeisen (*Parus caeruleus*) im Winter häufig im Schilf zu beobachten sind. Auch sollen nach TISCHLER im zeitigen Frühjahr Stare sowie Bachstelzen, Wiesenpieper und Kiebitze bei erneut einsetzendem Winterwetter sich auf dem Eis im Schilfrandbereich aufhalten, um dort in der Streu nach Insekten, insbesondere Käfern zu suchen. Nach KOENIG (1952) wandern am Neusiedler See im Herbst große Mengen von Blaumeisen und Kohlmeisen in das Schilfröhricht ein, um dort den ganzen Winter über Insektenlarven aus den Halmen herauszuhacken. MOOK (1967) schreibt von Gebieten an der Zuider See, Holland, daß die Gallen von *Lipara lucens* durch Blaumeisen aufgehackt und die Fliegenlarven gefressen werden. Der Anteil ausgehackerter *Lipara*-Gallen schwankt von Jahr zu Jahr sehr (zwischen 0 und durchschnittl. 28%). Nach WAITZBAUER (1969) wurden 1967/68 im Ruster Schilfgürtel (Neusiedler See) 1,1% der *Lipara*-Gallen von Blaumeisen aufgehackt. WAITZBAUER et al. (1972) geben an, daß — ebenfalls am Neusiedler See — 50% der Larven von *Lasioptera flexuosella* (Diptera, Chloropidae) und 37% von *L. erdösi* durch Blaumeisen gefressen werden.

HEISER (1975) vermutet, daß die Blaumeisen ihre Beute durch einen Resonanzeffekt akustisch lokalisieren. Dies wird durch die Tatsache wahrscheinlich, daß die meisten Halm-schmarotzer keine optisch auffälligen Veränderungen an der Halmaußenseite verursachen, mit Ausnahme der sehr auffälligen Wipfelgalle von *Lipara lucens*. Nach BÖCK in LÖFFLER (1974) leben am Neusiedler See sowohl Beutelmeisen als auch Rohrhammern und Blaumeisen im Winter von Schilfinsekten. Die Blaumeisen hacken die Halme auf, während die Rohrhammern sie aufbeißen. Die Beutelmeisen gelangen durch sog. „Zirkeln“ an ihre Beute, d. h. sie schlagen die Schnabelspitze in den Halm und erweitern das so entstandene Loch durch Öffnen des Schnabels. Darüber hinaus können noch weitere Arten, wie z.B. Amseln, Rotkehlchen, Zaunkönige und Heckenbraunellen im Winter im Schilf beobachtet werden.

Am Bodensee hat sich in den letzten Jahren unter verschiedenen Gesichtspunkten ein Schilf-Management entwickelt: Dem zum Teil bedrohlich um sich greifenden Schilfsterven (KLÖTZLI & ZÜST 1973), dem jährlich ein Schilfstreifen von bis zu 1 m Breite zum Opfer fällt (KLÖTZLI 1971), versucht man, durch winterliches Brennen oder Mähen des Schilfes zu begegnen (SCHRÖDER 1976). In Riedgebieten werden mit Schilf bestandene Streuwiesen zum Teil im Winter oder im zeitigen Frühjahr gemäht, um zahlreichen Tier- und Pflanzenarten neue Lebensräume zu erschließen (THIELCKE 1975).

Meine Aufgabe war es, im Naturschutzgebiet „Vogelfreistätte Mettnau“, dem Untersuchungsgebiet der Vogelwarte Radolfzell im Mettnau-Reit-Illmitz-Programm, Beziehungen zwischen Wintergästen, rastenden Zugvögeln und im Schilf lebenden Nahrungstieren zu ermitteln. Außerdem sollten, zur besseren Beurteilung der Befunde, Schilfflächen aus umliegenden Gebieten in diese Untersuchungen einbezogen werden. Folgende Fragen sollten im einzelnen untersucht werden:

- 1) Welche Arten von Insekten oder anderen Arthropoden kommen im Schilf vor, und zwar einmal als Parasiten in den einjährigen Halmen, zum zweiten als Überwinterer in Halmstoppeln oder auch als Bewohner überdauernder mehrjähriger Halme?
- 2) Wie häufig sind diese Insekten, und wie groß kann demnach ihre Bedeutung als Vogelnahrung sein?
- 3) Lassen sich Beziehungen zwischen der Häufigkeit der Insekten und der unterschiedlichen Beschaffenheit verschiedener Schilfbiotope herstellen? Wie unterscheiden sich die einzelnen Biotope in Bezug auf das Insektenvorkommen voneinander?
- 4) In welchem Umfang werden schilfbewohnende Insekten von Vögeln gefressen? Welche Vogelarten sind es, und in welchem Maße können sie Schilf als Nahrungsquelle nutzen?
- 5) Welche Auswirkungen haben Brennen und Mähen von Schilfflächen auf die Insektenfauna und damit auf die von ihr lebenden Vögel?

2. Methodik

Probeflächen

Die Untersuchung wurde im Winterhalbjahr 1977/78 an Schilfflächen des Bodensee-Untersees und auf dem Bodanrück in der weiteren Umgebung des Mindelsees durchgeführt. In Abb. 1 sind die 8 untersuchten Schilfgebiete mit Großbuchstaben von A—H markiert. Jedes der so markierten Gebiete enthält ein oder mehrere (bis zu neun) Probeflächen, so daß insgesamt 25 solcher Probeflächen entstanden. Es wurde versucht, möglichst verschiedenartige Probeflächen zu finden, d. h. Flächen, die sich in Ausdehnung, Halmhöhe, Bodenfeuchtigkeit, Höhenlage, umgebender Vegetation, Wassernähe usw. unterscheiden. Außerdem mußten Flächen gefunden werden, die durch Brennen oder Mähen im Winter zuvor vom Menschen beeinflusst waren. Die Probeflächen hatten eine Größe von $20 \times 20 \text{ m} = 400 \text{ qm}$. (Untersuchungen hatten gezeigt, daß diese Größe ausreicht, um genügend Insekten zu finden). Eine Ausnahme bildeten zwei Teilflächen, die sehr schmal waren und zu einer Probefläche zusammengefaßt wurden (s. u.).

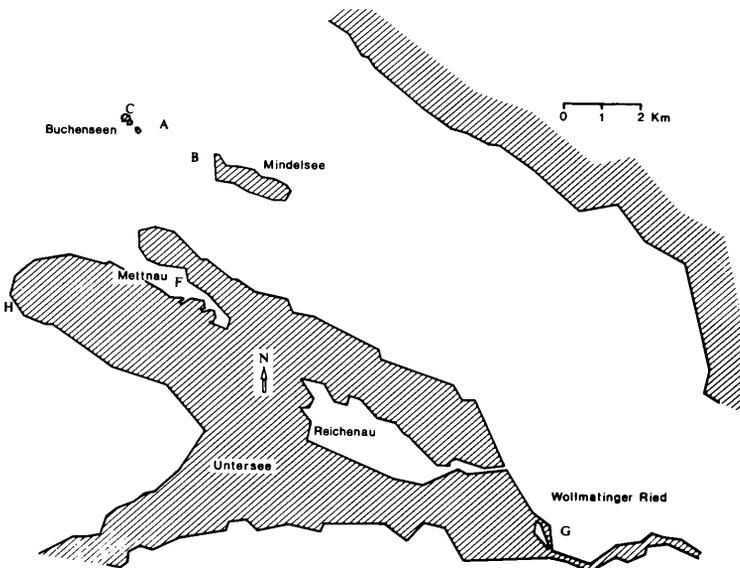


Abb. 1: Karte des westlichen Bodenseegebietes mit den Probeflächen-Komplexen A—H.

Im folgenden werden die einzelnen Probeflächen kurz charakterisiert:

- A 1 : Kleine, trockene Schilfflächen von ca. 25 x 45 m; regelmäßig gemäht.
 A 2+3 : Zwei Probeflächen in ca. 3 ha großem, relativ feuchtem Altschilfbestand, Schloßpark Möggingen.
 B 1+2 : Probeflächen in zwei ca. 0,6 ha großen „Schilfinseln“ in intensiv genutzten Feuchtwiesen im NSG Mindelsee.
 C : 1—4 m breiter Schilfstreifen um einen See im NSG Buchenseen, an den trockene Wiesen angrenzen (Abb. 2).
 D : Probefläche innerhalb eines ca. 12 ha großen, relativ trockenen Hangriedes; wird regelmäßig gebrannt.
 E : 2—10 m breiter Schilfstreifen entlang eines Baches, von Feuchtwiesen begrenzt.
 F 1—9 : NSG Halbinsel Mettnau (Abb. 3). Der größte Teil des 77 ha großen NSG Vogelfreistätte Mettnau ist mehr oder weniger dicht mit Schilf bestanden. In diesem Gebiet sollte untersucht werden, ob und wie sich die Schilfarthropodendichte und die Artzusammensetzung in den unterschiedlichen Verlandungszonen des Schilfgürtels von der Landseite zum Seeufer hin verändert. Zu diesem Zweck wurden zwei parallele Reihen von je vier Probeflächen nach folgendem Schema angelegt:

F 1	F 2	F 3	F 4
ca. 30 m	ca. 80 m	ca. 50 m	
F 5	F 6	F 7	F 8
Niederschilf	Hochschilf	Niederschilf	Seeschilf

Der Reihenabstand betrug ca. 50 m. Das Schilf beginnt mit einer ziemlich scharfen Grenze zum landseitig anschließenden niederen Rasen von Riedgräsern der Gattung *Schoenus*. Diese scharfe Grenze kam wohl durch früheres gelegentliches Mähen des *Schoenus*rasens im Rahmen von Pflegemaßnahmen zustande. Die Halme der ersten etwa 50 m des Schilfgürtels sind niedrig, ihre Dichte ist gering. Danach folgt ein etwa 100 m breiter Streifen höheren und dichteren Schilfes, dessen Grenzen dem Beobachter ebenfalls deutlich ins Auge fallen. Danach folgt wieder eine Zone niederen und schüttereren Schilfes. Diese ganze Region (F 1—3 und F 5—7) erscheint in einer Vegetationskarte der Halbinsel Mettnau (LANG 1962) als Pfeifengraswiese, *Molinietum medioeuropaeum*. Sie wird von dem eigentlichen Phragmitetum des Uferstreifens durch einen natürlichen, von dichtem Buschwerk bewachsenen Seedamm getrennt. Dieser Damm verhindert in Jahren mit normalem Hochwasser die Überflutung des landseitigen Schilfgebietes, das lediglich bei Regen Staunässe aufweist. Seeseitig vom Damm dagegen ist das Schilf während des Sommers auf Grund der natürlichen Wasserstandsschwankungen (KIEFER 1972) überschwemmt. Wegen dieser für das Schilf sehr günstigen Bedingungen konnten sich hier die längsten Halme



Abb. 2: Probefläche C.

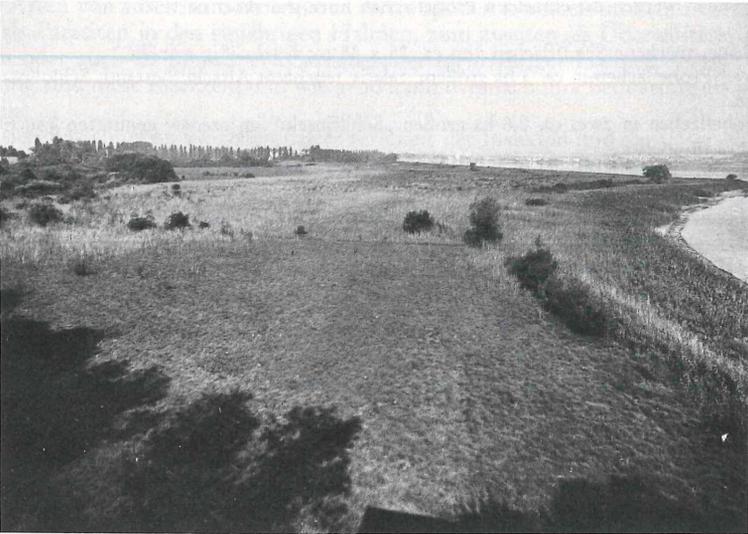


Abb. 3: Untersuchungsgebiet auf der Halbinsel Mettnau (Probeflächen F 1—9).

entwickeln. In dieser Region befanden sich die Probeflächen F 4 und F 8. Während meiner Sammeltätigkeit im Winter erreichte der See seinen Wassertiefstand, so daß auch diese Uferregion und eine davor liegende Schlickfläche trockenfiel. Der Boden blieb hier jedoch auch im Winter sehr feucht und schlammig. Eine weitere Probefläche F 9 befand sich etwas abseits der beiden Untersuchungsreihen noch weiter landeinwärts, direkt an die dort beginnende Gebüschzone angrenzend. Hier sind Schilfhalm bereits selten und von sehr niederem Wuchs. Der unregelmäßige Wechsel von Röhrichttypen auf der Mettnau dürfte von einem wechselnden Bodenprofil herrühren, welches eine unterschiedliche Bodenbefeuchtung durch das Grundwasser zu Folge hat. Die Bodenfeuchtigkeit spielt für die Entwicklungsbedingungen von *Phragmites communis* eine große Rolle (z. B. RODEWALD-RUDESCU 1974). Den Probeflächen auf der Halbinsel Mettnau kommt im Rahmen dieser Untersuchung deshalb besondere Bedeutung zu, weil hier ganz verschiedene Schilfzonen miteinander verglichen werden können, ohne daß regionale Unterschiede, etwa unterschiedliche Größe, Umgebung, Höhenlage usw. ins Gewicht fallen.

G 1—6: Probeflächen im NSG Wollmatinger Ried; G 1+2 im Uferbereich, die übrigen Probeflächen im zentralen Schilfbereich. G 3+4 waren im Vorjahr gemäht worden und standen als Schilfinseln im erneut gemähten Ried. G 5+6 waren unmittelbar benachbarte Probeflächen, wobei nur G 6 im Vorjahr gemäht worden war.

H 1+2: Probeflächen in einem 100—160 m breiten Schilfstreifen am Bodensee-Unterseeufer im Bereich des Radolfzeller Achriedes. H 1 war im Vorjahr abgebrannt worden.

Die beschriebenen Probeflächen unterscheiden sich unter den verschiedensten Gesichtspunkten. Es sind zum einen Probeflächen innerhalb großer zusammenhängender Schilfgebiete, wie auf der Halbinsel Mettnau oder im Wollmatinger Ried (F+G) ausgesucht worden, die eine Vielzahl verschiedener Röhrichttypen aufweisen und Untersuchungen eines möglichen land-seeseitigen Gradienten in der Arthropodenbevölkerung ermöglichen. Zum anderen wurden auch kleine bis kleinste Schilfinseln, die nicht oder nicht mehr mit der Verlandungszone eines Sees in Verbindung stehen (A, B, D, E) oder aber nur einen winzigen Überrest einer solchen Verlandungszone darstellen (C), untersucht. Dabei ging es darum, die Bedeutung solcher Riedreste festzustellen.

Die Probeflächen unterscheiden sich weiterhin stark durch ihre Umgebung. Während sie im einen Fall von weiterem Schilf umgeben sind (F, G, H, z. T. A 2/3), können im zweiten Fall Wälder, Wiesen und Äcker anschließen (A 1, B, C, D, E). Etwaige faunistische Wechselwirkungen zwischen Probeflächen und Umgebung könnten somit unterschiedlich sein. Sehr verschieden ist auch die durchschnittliche Halmhöhe und Halmstärke sowie die Halmbiomasseproduktion, die Dichte der einjährigen Halme, die Gesamthalmdichte, die Beschaffenheit der Bruchschicht und die Zahl der zur Überwinterung geeigneten Halmstopeln und deren Dicke. Die Daten hierzu sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Daten der Schilfhalme in den Probestflächen

Probe- fläche	Höhe cm $\bar{x} \pm s$ n = 70	Dicke mm $\bar{x} \pm s$ n = 70	Gewicht gr $\bar{x} \pm s$ n = 10	Biomasse gr/qm
A 1	158 ± 27	5,2 ± 1,0	5,4 ± 2,6	424
A 2	179 ± 30	6,1 ± 1,0	11,3 ± 5,3	719
A 3	203 ± 29	6,0 ± 0,9	12,1 ± 7,1	637
B 1	174 ± 27	5,1 ± 1,1	7,2 ± 2,7	249
B 2	210 ± 34	6,6 ± 1,1	16,4 ± 6,2	568
C	173 ± 27	6,1 ± 1,1	11,3 ± 5,8	240
D	174 ± 28	5,3 ± 1,6	10,0 ± 5,4	499
E	207 ± 28	6,6 ± 1,2	16,1 ± 4,7	231
F 1	178 ± 25	6,5 ± 1,4	10,6 ± 3,8	114
F 2	186 ± 30	6,9 ± 1,3	12,4 ± 4,3	96
F 3	176 ± 25	6,7 ± 1,5	14,6 ± 6,5	117
F 4	290 ± 45	9,7 ± 1,6	36,8 ± 20,9	526
F 5	138 ± 21	5,5 ± 1,1	6,5 ± 2,5	41
F 6	192 ± 22	6,7 ± 1,1	17,1 ± 8,9	168
F 7	161 ± 29	6,3 ± 1,3	10,3 ± 3,5	60
F 8	337 ± 25	10,6 ± 1,3	63,9 ± 14,9	786
F 9	128 ± 25	4,4 ± 1,0	5,4 ± 3,3	17
G 1	290 ± 41	8,1 ± 1,3	38,9 ± 10,8	913
G 2	226 ± 37	7,7 ± 1,6	18,9 ± 6,4	222
G 3	177 ± 33	7,8 ± 1,4	12,6 ± 5,2	236
G 4	181 ± 32	8,0 ± 1,3	13,2 ± 9,0	393
G 5	187 ± 29	6,8 ± 1,2	10,4 ± 7,7	179
G 6	168 ± 30	7,1 ± 1,3	11,1 ± 4,4	313
H 1	309 ± 39	8,6 ± 1,7	31,0 ± 12,7	1561
H 2	303 ± 38	8,4 ± 1,3	40,9 ± 17,7	1868

Tab. 1: (Fortsetzung):

Probe- fläche	Dichte/qm (einjährig) $\bar{x} \pm s$ n = 6	Dichte/qm (älter) $\bar{x} \pm s$ n = 6	Dichte/qm (Stoppel) $\bar{x} \pm s$ n = 6
A 1	78,9 ± 41,5	—	—
A 2	63,7 ± 47,2	32,0 ± 29,6	7,7 ± 8,8
A 3	52,5 ± 7,9	—	15,2 ± 7,5
B 1	34,7 ± 14,5	2,0 ± 4,4	1,8 ± 1,8
B 2	34,7 ± 22,8	3,7 ± 2,5	2,3 ± 2,4
C	21,3 ± 9,1	3,3 ± 3,9	5,6 ± 5,3
D	50,0 ± 23,4	—	—
E	14,3 ± 8,9	11,0 ± 6,7	7,0 ± 2,8
F 1	10,8 ± 4,2	20,7 ± 6,0	2,2 ± 1,0
F 2	7,7 ± 3,0	48,7 ± 10,0	10,5 ± 2,7
F 3	8,0 ± 4,3	23,2 ± 4,5	8,0 ± 3,9
F 4	14,3 ± 4,9	25,8 ± 9,1	8,7 ± 3,9
F 5	6,3 ± 2,2	41,7 ± 11,1	11,0 ± 5,0
F 6	9,8 ± 2,8	24,5 ± 8,5	8,7 ± 3,5
F 7	5,7 ± 0,8	7,8 ± 7,6	20,3 ± 13,6
F 8	12,3 ± 2,7	4,8 ± 1,6	25,7 ± 9,3
F 9	3,2 ± 1,6	7,7 ± 5,3	4,5 ± 3,7
G 1	23,5 ± 5,3	17,2 ± 7,5	22,7 ± 8,9
G 2	11,7 ± 5,8	10,3 ± 6,0	2,5 ± 0,4
G 3	18,7 ± 4,8	—	14,8 ± 7,1
G 4	29,7 ± 7,6	—	16,0 ± 7,8
G 5	17,2 ± 5,0	18,5 ± 9,4	18,7 ± 8,9
G 6	28,2 ± 9,5	—	19,8 ± 7,9
H 1	50,3 ± 15,8	—	7,7 ± 5,0
H 2	45,7 ± 8,6	16,3 ± 10,3	21,5 ± 12,1

Probenahme

Um eventuelle jahreszeitliche Entwicklungen feststellen zu können, etwa im Beutemachen der Vögel, in der Besiedlung der Überwinterungsplätze, in einer Veränderung der Artzusammensetzung der Überwinterer usw., wurden die Schilfproben in einem monatlichen Rhythmus von den einzelnen Probeflächen gesammelt. Die Sammeltätigkeit erstreckte sich von Mitte Oktober 1977 bis Mitte Mai 1978, wobei zur Probenahme und -ausarbeitung auf allen 25 Probeflächen gerade ein Monat benötigt wurde. Die Daten der Probenahme verteilen sich also in immer gleicher Reihenfolge von der Mitte eines Monats bis Anfang/Mitte des nächsten Monats, so daß für jede Probefläche der Abstand der Untersuchungen ziemlich genau einen Monat betrug. Es wurden drei verschiedene Halmtypen gesammelt:

a) Einjährige unversehrte Halme (a-Halme), b) ältere unversehrte Halme (b-Halme) und c) Halmstoppel oder auch größere Bruchstücke mit einem offenen Internodium als möglichem Überwinterungsplatz (c-Halme). Einjährige Halme lassen sich von älteren gut unterscheiden: Während die einjährigen Halme den ganzen Winter über die typische „schilfgelbe“ Farbe zeigen, sind ältere Halme grau, sehr brüchig, im Gegensatz zu den noch elastischen einjährigen und zeigen statt des weißen Marks der Internodien nur noch vertrocknete häutige, oft rötliche Überreste dieser Halmauskleidung. Dagegen war es nicht möglich, Unterscheidungen innerhalb der Gruppe der mehrjährigen Halme zu treffen. Die Kriterien zur Unterscheidung ein- und mehrjähriger Halme konnten im Herbst- zu Beginn der Sammeltätigkeit, festgelegt werden, da zu diesem Zeitpunkt die einjährigen Halme in ihrer oberen Region noch belaubt, z. T. noch grün waren. Von jedem Halmtyp wurden monatlich je Probefläche 10 Stück gesammelt, wobei darauf geachtet wurde, daß die Entnahme zufällig über die Probefläche verteilt erfolgte. Die Beschränkung auf 10 Halme pro Monat und Fläche war notwendig, um möglichst viele verschiedene Schilfbiotope in die Untersuchung miteinzubeziehen und um das Sammelpensum in einem Monat bewältigen zu können. Immerhin wurden im Verlauf der Probenahmen von jedem Halmtyp 70 Exemplare je Probefläche gesammelt, mit folgenden Ausnahmen: In den im Vorjahr abgebrannten oder gemähten Flächen konnten keine b-Halme gesammelt werden (dies waren die Flächen A 1, D, G 3/4/6, H 2). In den gemähten Gebieten fand ich nur z. T. niedere, sehr versteckte, aber bewohnte Stoppeln (c-Halme) vor, die ab Januar 1978 (Sammelperiode 4) gesammelt wurden. Lediglich auf den Flächen A 1 und D mit sehr dünnem Schilf waren überhaupt keine verwertbaren c-Halme zu finden. Aber selbst auf der gebrannten Fläche H 1 konnten teilweise verkohlte, aber bewohnte Halmstoppeln gesammelt werden (ebenfalls ab Januar 1978). Insgesamt wurden während der ganzen Untersuchung die folgenden Anzahlen von Halmen gesammelt: 1930 einjährige, 1340 mehrjährige Halme und 1610 Halmstoppel, insgesamt also 4880 Halme. Bei der Probenahme wurde folgendermaßen vorgegangen: a- und b-Halme wurden direkt über dem Erdboden abgeschnitten, gebündelt und mit der Nummer der Probefläche versehen. Die c-Halme wurden ein beliebiges Stück unterhalb des offenen Internodiums abgeschnitten, das offene Internodium mit Tesafilm zugeklebt, um ein Entweichen der Halmbewohner während des Transports zu verhindern. Die Halme wurden dann am selben Tag oder im Verlauf der nächsten 2—3 Tage am Arbeitsplatz untersucht.

Auswertung der Proben

Die Halme wurden zunächst vermessen (s. unten) und dann mit einem Messer der Länge nach aufgeschnitten. Die dabei auftauchenden Tiere wurden gezählt, gewogen und in 70%igem Alkohol konserviert.

Larvalentwicklung im Laboratorium

Da es sich größtenteils um Larvenstadien handelt, die sehr schwierig zu bestimmen sind, wurden die Larven im Laboratorium gehalten, um an leichter bestimmbare Imagines zu gelangen. Von jeder Art wurden Larven auf verschiedene Weise überwintert: z. T. in den Schilfhalmstücken, in denen ich sie fand und die wieder verschlossen und in Gläsern mit Schaumgummi-Kork aufbewahrt wurden; z. T. offen, also ohne Halm in Petrischalen und z. T. in mit Watte verschlossenen Reagenzgläsern. Alle diese verschiedenen Behältnisse wurden sowohl im Freien in einem offenen Schränkchen als auch in einem kühlen Haugang und schließlich in einem geheizten Zimmer aufbewahrt. Der größte Teil der Arten schlüpfte zumindest in einigen Fällen. Alle beschriebenen Haltungsmethoden erbrachten sowohl Imagines als auch Mißerfolge. Auch die geschlüpften Tiere wurden zur Bestimmung in 70%igem Alkohol konserviert, die Lepidoptera in üblicher Weise genadelt.

Ermittlung von Meßdaten der Schilfhalme und -bestände

Um die verschiedenen Probeflächen miteinander vergleichen zu können und um die unterschiedlichen Insektenbefallsdichten, die Ausnutzung durch Vögel usw. mit den Eigenschaften der Schilfbiotope korrelieren zu können, mußten geeignete Parameter gefunden werden, um die Probeflächen und deren Halme zu charakterisieren. Da z. B. nach MOOK (1967) die Schilfhalmfliege *Lipara lucens* zum Ablegen ihrer Eier Halme bestimmter Dicke und Größe aussucht, bot es sich an, die Länge der Halme und deren Dicke zu messen. Dies wurde für jeden der untersuchten Halme vor dem Aufschneiden getan. Dabei

wurde die Halmhöhe von der Schnittfläche (also dem Übergang vom Halm zum Rhizom) bis zum Beginn der Infloreszenz gemessen. Der Blütenstand selbst wurde nicht mitgemessen, da er bisweilen nur noch sehr unvollständig vorhanden war, was eine Meßgenauigkeit mit sich gebracht hätte. Die Halmhöhe wurde mit einer Schublehre an der Halmbasis gemessen, und zwar in der Mitte des ersten, angeschnittenen Internodiums (die Internodien werden im Bereich der Nodien dicker). Die Halmhöhe war allerdings nicht an der Basis am größten, um sich dann kontinuierlich zu verringern. Vielmehr erreichte sie ihren Maximalwert in der Regel erst nach 3—5 Internodien. Da dies bei den meisten von 10 daraufhin überprüften Halmen der Fall war, erschien es nicht nur praktischer, sondern auch sinnvoller, die basale Halmhöhe als Vergleichswert zu benutzen und nicht etwa das dickste Internodium. Weiter wurde das durchschnittliche Halmgewicht ermittelt, und zwar durch Wiegen von 10 Halmen je Probestfläche. Dabei ist zu beachten, daß die Halme direkt nach dem Ernten, aber in trockenem Zustand, d. h. ohne Niederschlagsfeuchtigkeit, gewogen wurden und daß ihnen auf Grund der Jahreszeit die Blattspreiten fehlten, nicht aber die Blattscheiden. Wo noch Blattspreiten vorhanden waren, wurden diese entfernt. Für die vorliegende Untersuchung war es nicht notwendig, die tatsächliche Halmbiomasse, also unter Einbeziehung des Blattmaterials oder gar des Rhizoms, zu ermitteln, es war auch nicht notwendig, das tatsächliche Trockengewicht nach den dafür standardisierten Methoden zu bestimmen; vielmehr kam es lediglich darauf an, „relative“ Gewichtswerte zu finden, die bei allen Probestflächen in gleicher Weise gemessen wurden und so zum Vergleich der Probestflächen herangezogen werden konnten. Die Halmhöhe wurde auf folgende Weise ermittelt: Innerhalb der Probestfläche wurde ein Bereich von 1 qm mit vier Pflöcken und einer darumgespannten Schnur abgesteckt, und die darin befindlichen a-, b- und c-Halme wurden gezählt. Diese Zählungen wurden auf jeder Probestfläche sechsmal durchgeführt. Als Halmhöhen gelten die Mittelwerte. Die Werte innerhalb einer Probestfläche können außerordentlich stark schwanken, was sich in der Standardabweichung in Tab. 1 ausdrückt. Aus der a-Halmhöhe und dem durchschnittlichen a-Halmgewicht errechnet sich die Halmbiomasse der einjährigen Halme. Dabei muß betont werden, daß es sich nicht um die tatsächliche Schilfbiomasse im produktionsbiologischen Sinne handelt, sondern um dazu proportionale Werte, die keine absolute Aussage über die jährliche Schilfproduktion eines Gebietes machen, aber Vergleiche zwischen verschiedenen Probestflächen ermöglichen.

Statistische Auswertung

Bei der statistischen Auswertung der Daten habe ich mich v. a. nach dem Lehrbuch von SACHS (1969) gerichtet, sowie nach den entsprechenden Kapiteln von NIEMEYER in BERTHOLD et al. (1974) und in MÜHLENBERG (1976).

Herr Priv.-Doz. Dr. P. BERTHOLD, Vogelwarte Radolfzell, stellte das Thema und betreute die Arbeit. Herr Dr. B. LEISLER, Vogelwarte Radolfzell, war mir bei der Literaturbeschaffung sehr behilflich. Herr K. WÜSTENBERG, Vogelwarte Radolfzell, fertigte die fotografischen Abzüge an und stellte die Abb. 3 zur Verfügung. Bei der Bestimmung der Tiere waren mir behilflich: Prof. Dr. E. MÖHN, Ludwigsburg und Dr. W. WAITZBAUER, Wien (Diptera), Dr. OSTEN, Ludwigsburg (Hymenoptera), Dr. O. v. HELVERSEN, Freiburg (Araneae). Diesen Herren gilt mein besonderer Dank.

3. Ergebnisse

3.1. *Phragmites communis* als Wirtspflanze

Einige morphologisch-anatomische Eigenarten der Schilfpflanze sind von Bedeutung für die im folgenden behandelten Arthropoden: Der Halm (sowie das Rhizom) besteht aus hohlen, an den Knoten durch Diaphragmen getrennten Internodien. Diese Hohlräume bieten einer Reihe von Insektenlarven Lebensraum, die die Internodien auskleidenden parenchymatischen Gewebe Nahrung. Ein Ring sklerenchymatischer Fasern und ein hoher Gehalt an Kieselsäure verleihen dem Schilfhalm eine außerordentliche Festigkeit und lange „Lebensdauer“, auch nach dem Absterben des Halmes. Darum bieten die Halme den Insekten auch Überwinterungsmöglichkeiten. Alte Halme werden v. a. durch Schnee gebrochen und zu einer immer dichter werdenden Bruchschicht zusammengedrückt. Da der Verrottungsprozeß sehr langsam vor sich geht, stehen diese Halmbruchstücke und die zurückbleibenden Stoppel weiteren Insekten- und Spinnenarten als Überwinterungsplatz zur Verfügung (z. B. KRÜGER 1976).

3.2. Die überwinternden Arthropoden

Es wurden zwei Kategorien von Überwinterern gefunden: 1) die in einjährigen Halmen lebenden Insektenlarven, Gallenbildner und im hohlen Internodium lebende Arten, die sich im Stadium der Diapause befinden und die sich, sofern sie keine mehrjährige Entwicklung durchmachen, im nächsten Frühjahr verpuppen und schließlich als Imago den Halm verlassen.

Hier handelt es sich um Diptera, Hymenoptera und Lepidoptera. 2) die in den Halmstoppeln lediglich überwinternden Arten, die während der warmen Jahreszeit sowohl räuberisch als auch phytophag außerhalb der Stoppeln, z. T. sicher aber auch weiterhin in ihnen leben. Hierher gehören ganz andere systematische Gruppen, vor allem Coleoptera und Araneae, sowie in geringer Zahl auch Lepidoptera-Raupen. Die mehrjährigen, aber unverletzten Halme erwiesen sich als fast völlig unbewohnt. Nur sehr selten konnten in Internodien mit kleinen Verletzungen, etwa Schlupflöchern oder alten Vogelhackstellen, überwinternde Tiere angetroffen werden. Ihre Anzahl war jedoch so gering, daß dieser Halmtyp bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurde.

3.2.1. Die Halmparasiten

Diptera:

— *Lipara lucens* MG. (Chloropidae): Die Larven leben einzeln in der Schilfpflanze („Schilfzigarren“). Als Mitbewohner dieser Gallen traten drei weitere Chloropiden-Arten auf:

— *Calamoncosis tomentosa*

— *Haplegis flavitarsis* MG.

— *Haplegis nigritarsis* DUDA

— *Lasioptera flexuosella* MÖHN (= *Thomasiella flexuosa*) (Cecidomyiidae):

Die rosaroten Larven treten in großen Madenlagern auf (im Durchschnitt 45 Ex. pro Internodium, max. 234 Ex.).

— *Lasioptera erdösi* MÖHN (= *Thomasiella massa*) (Cecidomyiidae) (Abb. 4): Die gelben Larven füllen, in schwarzen Mulm eingebettet, befallene Internodien nahezu aus (im Durchschnitt 63 Ex. pro Internodium, max. 233 Ex.).

— *Perrisia inclusa* FRFLD. (= *Giraudiella inclusa*) (Cecidomyiidae): Die Larven bilden die sog. „Reiskorn gallen“ an den Internodieninnenwänden.

Hymenoptera: Zwei nicht determinierte Ichneumoniden-Arten:

— Art a: Einzellarven in weißen Kokons am oberen Internodienende angeheftet.

— Art b: Einzellarven, durch pergamentartigen „Deckel“ vom übrigen Internodium abgegrenzt. Meist (80%) Mitbewohner von *Lasioptera flexuosella*.

Außerdem zwei ebenfalls nicht determinierte Chalcididen-Arten:

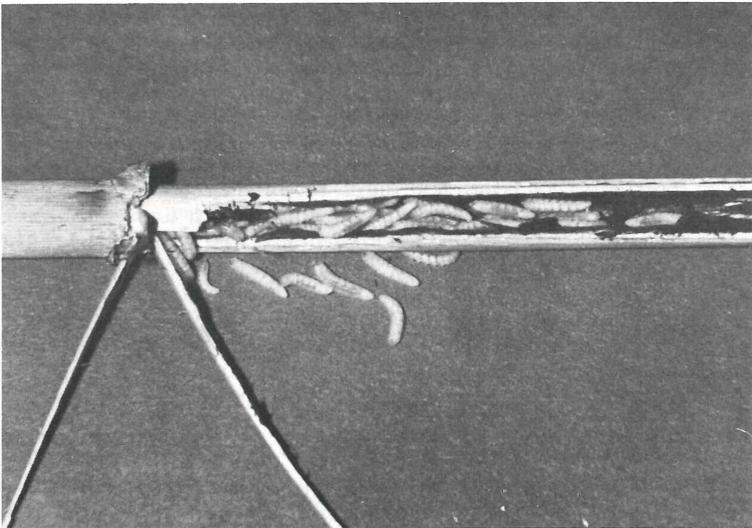


Abb. 4: Larven von *Lasioptera erdösi*.

- Art a: Weiße glänzende Larven in Gruppen von durchschn. 9 Ex. (bis 21 Ex.)
- Art b: Sehr ähnlich der Art a, etwas größer und immer einzeln.

- Lepidoptera: — *Senta maritima* TR. (Noctuidae): Häufigste Art, Raupen bis 35 mm lang.
- *Chilo phragmitellus* HB. (Pyrilidae): Nur 1 Ex. gefunden.
 - *Phragmataecia castaneae* HB. (Cossidae): Nur 1 Ex. gefunden.

3.2.2. Die Überwinterer in Stoppeln

- Coleoptera: — Carabidae: *Europhilus thoreyi* DEJ.
Demetrias imperialis L.
Odacantha melanura L.
- Coccinellidae: *Coccidula scutellata* HERBST.
Anisosticta novemdecimpunctata L.
- Chrysomelidae: *Lema melanopa* L.
- Lepidoptera: — Noctuidae: *Galerucella lineola* FBR.
Leucania obsoleta HB. (Abb. 5) .
Archanara geminipuncta HW.
- Hymenoptera: — Psammocharidae: *Psammochares* sp. (consobrinus)
- Vespidae: *Symmorphus sinuatus*
(= *Odynerus sinuatus*)
- Araneae: — Clubionidae: *Clubiona phragmitis* C. L. KOCH
- Argiopidae: *Araneus cornutus* CL.
Singa (*bamata*?)
Singa sp.
- Tetragnathidae: *Tetragnatha* sp.
Pachygnatha clercki
- Linyphiidae: *Donacochara speciosa* THOR.

Die beiden *Singa*-Arten sowie zwei weitere Arten konnten nicht bestimmt werden, da es sich um Jungtiere handelte. Außerdem traten einige wenige, nicht determinierte Exemplare von Heteroptera, Diptera, Hymenoptera sowie Isopoda und Myriapoda auf.

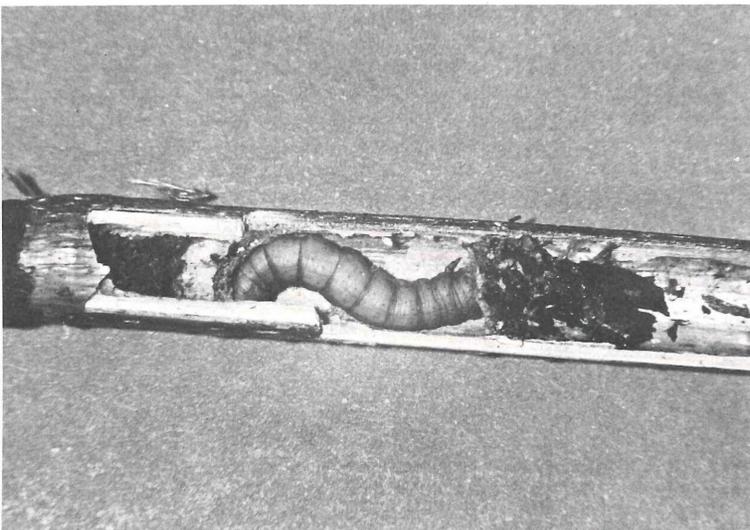


Abb. 5: Raupe von *Leucania obsoleta* in Halmstoppel.

3.3. Die Befallsdichte

Die Befallsdichte wurde ermittelt als prozentualer Anteil der befallenen Halme an der Gesamtzahl der in einer Probefläche gesammelten Halme. Aus dieser relativen Befallsdichte (in %) errechnet sich mit Hilfe der a-Halmdichte (Tab. 1) die absolute Befallsdichte, also die Zahl der befallenen Halme je qm Probefläche. In Tab. 2 sind diese beiden Werte für alle Probeflächen zusammengestellt. Außerdem enthält die Tabelle Angaben über die Biomasse der gefundenen Insektenlarven, bezogen auf 1 qm Probefläche. Der Insektenbefall in den einzelnen Probeflächen erwies sich als sehr unterschiedlich, wie bereits auch die Beschaffenheit der Schilfhalme. Es erhob sich daher die Frage nach Abhängigkeiten zwischen Befallsdichte und Schilfbeschaffenheit, die im folgenden Abschnitt besprochen werden.

3.3.1. Befallsdichte in Abhängigkeit verschiedener Biotopparameter

Zunächst soll die gesamte Befallsdichte aller Arten von Halminnierern und Gallbildnern besprochen werden. Es wurden dabei Korrelationen zwischen der Befallsdichte und den in Tab. 1 zusammengefaßten Schilfparametern Halmlänge, Halmbiomasse und a-Halmdichte überprüft. Die Ergebnisse sind in Abb. 6 u. 7 dargestellt. (Bei diesen und allen folgenden entsprechenden Grafiken repräsentiert jeder Punkt eine normale, jeder Stern eine vom Menschen durch Brand oder Mahd veränderte Probefläche.) Soweit eine Korrelation signifikant war (p mindestens $< 0,05$), wurde die errechnete Regressionsgerade eingezeichnet. In Tab. 3 sind Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu Abb. 6 und 7 zusammengestellt. Dabei bedeutet $n = 25$ Berücksichtigung aller Probeflächen und $n = 19$ Berücksichtigung nur der nicht gebrannten oder gemähten Flächen.

Wie man sieht, besteht zwischen Befall — und zwar der relativen Befallsdichte — und allen vier obengenannten Schilfparametern eine negative Korrelation. Die Anzahl befallener

Tab. 2: Befallsdichte und Insektenbiomasse (a-Halme)

Probefläche	rel. Befall %	absol. Befall Halme/qm	Insektenbiom. mg/qm
A 1	19,6	15,5	268
A 2	43,6	27,7	509
A 3	34,3	18,0	593
B 1	47,1	16,4	621
B 2	50,0	17,3	420
C	59,4	12,7	788
D	1,4	0,7	0
E	21,4	3,1	34
F 1	52,9	5,7	204
F 2	41,4	3,2	169
F 3	48,4	3,9	139
F 4	25,7	3,7	253
F 5	64,3	4,0	278
F 6	38,6	3,8	74
F 7	62,9	3,6	92
F 8	14,3	1,8	69
F 9	52,9	1,7	64
G 1	35,7	8,4	150
G 2	38,6	4,5	221
G 3	61,4	11,5	241
G 4	68,6	20,4	309
G 5	44,3	7,6	136
G 6	32,9	9,3	448
H 1	7,1	3,6	70
H 2	20,0	9,1	347
	39,5	8,9	260
	18,3	6,9	204

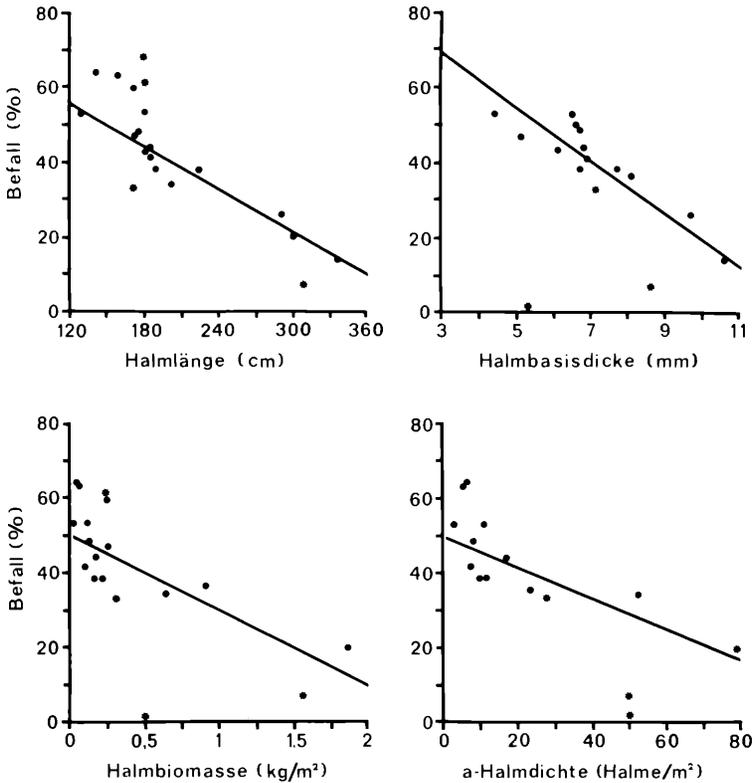


Abb. 6: Beziehungen zwischen der relativen Befallsdichte und vier Halmparametern mit Regressionsgeraden. Sternchen: Werte von Probeflächen, die im Vorjahr gemäht oder gebrannt wurden.

Halme je qm läßt sich nicht mit den gewählten Vergleichsgrößen korrelieren, mit Ausnahme der Halmdichte. Hier besteht eine positive Abhängigkeit, die auch zu erwarten ist: Je mehr Halme vorhanden sind, desto mehr sind auch befallen.

Es fällt auf, daß die Korrelation zwischen relativer Befallsdichte einerseits und Halmlänge, Halmdicke und Halmbiomasse andererseits für $n = 19$ Probeflächen, also unter Ausschluß der durch Mähen und Brennen veränderter Flächen, höher signifikant ist als für $n = 25$ Probeflächen. Dies zu interpretieren ist nicht ganz einfach, da, wie Abb. 6 zeigt, die Werte für gebrannte und gemähte Probeflächen (Sterne) sowohl weit über als auch weit unter der Regressionsgeraden liegen können. Die Wirkung des Brennens und Mähens ist danach also

Tab. 3: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu den Daten in Abb. 6 und Abb. 7.

	Halmlänge	Halmdicke	Halmbiomasse	Halmdichte
relat. Befall %	$n = 25$ $r = -0,5850$ $p < 0,01$	$r = -0,3008$ $p > 0,05$	$r = -0,5810$ $p < 0,01$	$r = -0,4559$ $p < 0,05$
	$n = 10$ $r = -0,8317$ $p < 0,001$	$r = -0,7317$ $p < 0,001$	$r = -0,6188$ $p < 0,01$	$r = -0,2305$ $p > 0,05$
absol. Befall pro qmn	$n = 25$ $r = -0,1219$	$r = -0,1482$	$r = +0,2286$	$r = +0,6629$ $p < 0,001$
	$n = 19$ $r = -0,0422$	$r = -0,2823$	$r = +0,3190$	$r = +0,9068$ $p < 0,001$

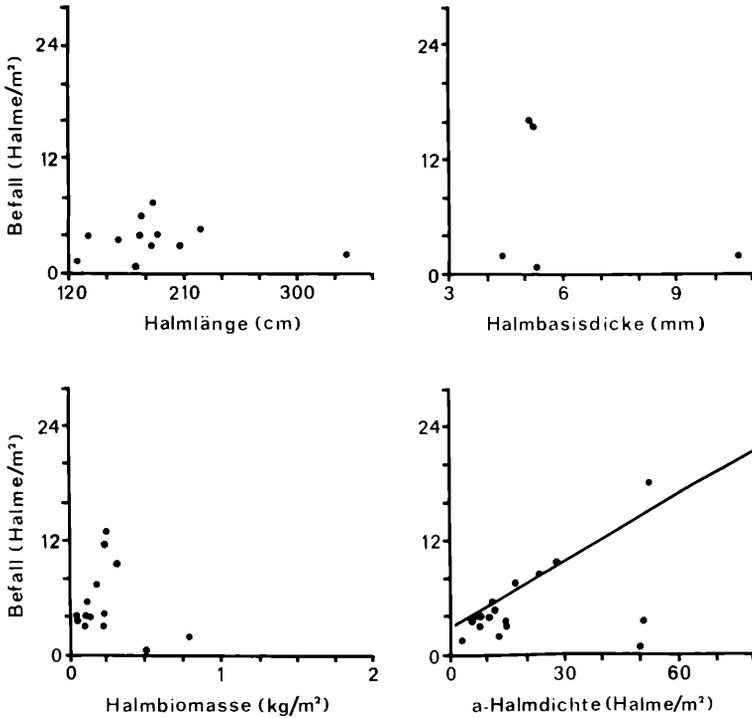


Abb. 7: Beziehungen zwischen der absoluten Befallsdichte und vier Halmparametern. Bei Signifikanz mit Regressionsgerade.

entweder unterschiedlich oder wird von anderen Faktoren überlagert. Dieses Problem wird später (Abschn. 3.7) näher behandelt.

Es ist festzuhalten, daß die größte relative Befallsdichte im Bereich des niederen, dünnen und weniger dicht stehenden Schilfes liegt, daß der absolute Befall aber mit der Halmdichte zunimmt.

In Tab. 4 wird gezeigt, daß auch die Halmparameter untereinander korreliert sind: Halmlänge und Halmbasisdicke sind hochsignifikant positiv miteinander korreliert. Das gleiche gilt für Halmlänge und Halmbiomasse sowie in etwas schwächeren Form für Halmba-

Tab. 4: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus.

	Halmdicke	Halmbiomasse	Halmdichte
Halmlänge n = 25	$r = +0,8550$ $p < 0,001$	$r = +0,7637$ $p < 0,001$	$r = +0,0869$
cm n = 19	$r = +0,0264$ $p < 0,001$	$r = +0,7403$ $p < 0,001$	$r = +0,1846$
Halmdicke n = 25		$r = +0,4971$ $p < 0,05$	$r = -0,1577$
mm n = 19		$r = +0,5213$ $p < 0,05$	$r = -0,0520$
Halmbiom. n = 25			$r = +0,5432$ $p < 0,01$
mg/qm			

sisdicke und Halmbiomasse. Dieser Befund macht es notwendig, die ermittelten Korrelationen aus Tab. 3 zwischen dem Insektenbefall und einem Halmparameter unter Ausschluß des Einflusses eines zweiten Parameters, der mit dem ersten korreliert ist, neu zu berechnen. Dazu wurden partielle Korrelationskoeffizienten ermittelt, die in Tab. 5 zusammengefaßt sind. Es stellt sich dabei heraus, daß nur zwischen relativer Befallsdichte und Halmlänge eine partielle negative Korrelation bestehen bleibt, die Korrelation zwischen relativer Befallsdichte und Halmbasisdicke wird dagegen positiv, die zu den anderen beiden Parametern Halmbiomasse und Halmdichte verschwindet. Das bedeutet: die Schilf-schmarotzenden Insekten bevorzugen im allgemeinen niedere Halme, innerhalb einer Halmgrößenklasse jedoch die dickeren. Der Grund für die Wahl kleiner Halme kann bisher nur vermutet werden. Möglicherweise sind die größeren Halme zur Zeit der Eiablage der in Frage kommenden Insekten schon zu kräftig und widerstandsfähig, um von den Insektenlarven noch angebohrt werden zu können.

Tab. 5: Partielle Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus

	Halmlänge	Halmdicke	Halmbiomasse	Halmdichte
relat. Befall	n = 25 r = -0,6628 p < 0,001	r = +0,4741 p < 0,05	r = -0,2563 p > 0,05	r = -0,2053 p > 0,05
%	n = 19 r = -0,5992 p < 0,01	r = +0,1856 p > 0,05	r = -0,0083	
	ohne Halmdicke	ohne Halmlänge	ohne Halmlänge	ohne Halmbiomasse

3.3.2. Die Verbreitung der einzelnen Halmparasiten

In Abb. 8 ist die Verbreitung der Schilfparasiten unter Berücksichtigung aller Probestellen zusammenfassend unter hydrographischen Gesichtspunkten dargestellt. Die Probestellen sind zu drei Gruppen zusammengefaßt: die kleineren bis sehr kleinen, oft relativ trockenen und isoliert stehenden Schilfbiotope A 1 bis E, dann die zusammenhängenden Probestellen auf der Halbinsel Mettnau (F 1—9) mit einer ganzen Reihe verschiedener Schilftypen von ganz trockenem bis zu (während des Sommers) im Wasser stehenden Schilf und schließlich die Probestellen im Wollmatinger Ried (G 1—6) und im Radolfzeller Aachried bei Moos (H 1+2), die alle großen zusammenhängenden Schilfflächen angehören, im Gegensatz zu denen auf der Mettnau aber durchwegs sehr feucht sind. Die Gruppierungen ergeben somit, vereinfacht dargestellt, einen relativ trockenen, einen trocken bis feuchten und einen feuchten Komplex. Es fällt auf, daß sich die einzelnen Arten in ihrer Verbreitung in diesen Komplexen nicht einheitlich verhalten. So kommt *Lipara* (1) zwar bevorzugt in der ersten Gruppe von Probestellen, dem Trockenkomplex (A—E) vor, zeigt aber auf der anderen Seite auf der Mettnau relativ hohe Werte in den feuchten Hochschilfböden F 4 und F 8, ihr Maximum aber in F 9 mit extrem niederen Schilf auf sehr trockenem Boden. Dann treten hohe Befallsdichten wieder in den sehr feuchten Probestellen G 3/4 auf.

Während *Lipara* auf der Mettnau relativ selten ist, in den anderen Gebieten aber häufig, liegen die Verhältnisse für *Lasioptera flexuosella* (2) gerade umgekehrt. Die größte Verbreitung auf der Mettnau liegt mit auffallenden Maxima in den landseitigen Flächen F 1 und F 5. Die einzige weitere große Befallsdichte (> 20%) liegt für *L. flexuosella* in C, obwohl dieses Schilf dicht am Wasser steht. Die Halmlänge entspricht aber der von F 1 (s. Tab. 1). Auch *Lasioptera erdösi* (3) zeigt nur auf der Mettnau eine allgemeine Verbreitung, ist sonst aber im Trocken- wie auch im Feuchtkomplex selten. Die Chalcididen-Arten (4/5) sowie die Ichneumonide a (6) kommen nur auf der Mettnau und im Wollmatinger Ried häufiger vor. Das Verteilungsmuster der Ichneumoniden-Art b (7) entspricht dem von *Lasioptera flexuosella*. Auffällige Unterschiede in der Verbreitung zeigen sich auch wieder bei *Perrisia inclusa*. Sie ist selten auf der Mettnau, zeigt dort aber ihr Dichtemaximum im hohen „Wasserschilf“. Dagegen ist sie sehr häufig sowohl im Trockenkomplex als auch im feuchten Wollmatinger Ried auf allen Probestellen.

Die Noctuide *Senta maritima* ist allgemein in allen drei Gruppen von Probestellen sehr häufig vertreten.

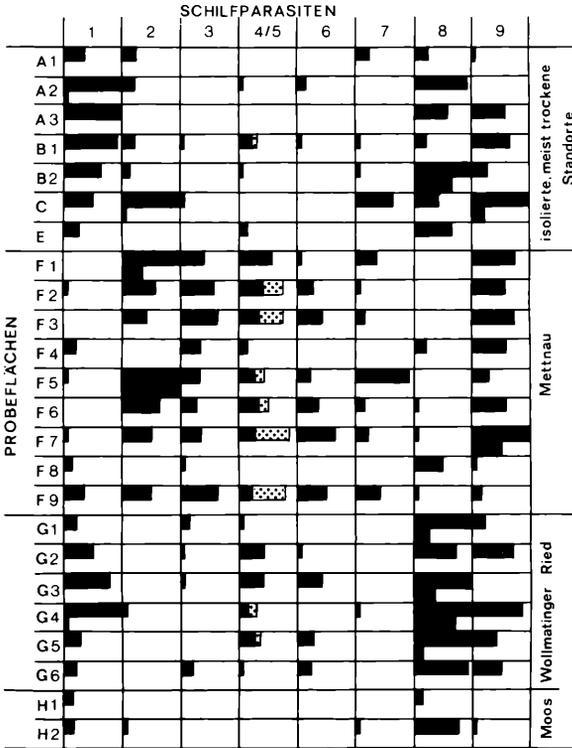


Abb. 8: Relative Befallsdichten einzelner Insektenarten auf den verschiedenen Probeflächen. Voller Balken: 20%; voll ausgefüllte Rubrik (≙ zwei Balken): 40%; (der Wert für 2 in F 5 ist 46%). 1 = *Lipara lucens*, 2 = *Lasioptera flexuosella*, 3 = *L. erdösi*, 4/5 = Chalcididen-Arten a u. b (gerastert), 6/7 = Ichneumoniden-Arten a/b, 8 = *Perrisia inclusa*, 9 = *Senta maritima*.

Die in diesem Kapitel zusammengetragenen Ergebnisse zeigen, daß die Interpretation der Verbreitungsmuster der einzelnen Arten von Halmschmarotzern nicht einfach ist. Sicher spielt dabei mehr als nur ein Faktor, etwa die Halmhöhe, eine Rolle. Es hat sich zwar herausgestellt, daß die gesamte Befallsdichte negativ mit der durchschnittlichen Halmhöhe der untersuchten Schilfflächen korreliert ist und daß jede Art von Halmparasiten mehr oder weniger deutlich einen bestimmten Halmlängenbereich bevorzugt oder meidet. Dennoch scheinen auf der anderen Seite regionale Unterschiede eine große Rolle zu spielen. Das zeigt sich gerade an Hand der Mettnau-Ergebnisse, die ein z. T. von den übrigen Standorten differierendes Bild ergeben. Worin diese Unterschiede begründet liegen, läßt sich im Rahmen dieser Arbeit nicht klären.

3.4. Die Besatzdichte der Überwinterer

Im folgenden soll die Besiedlungsdichte und Verbreitung der in Schilfstoppeln überwinternden Arthropoden untersucht werden. Ich unterscheide wieder die relative Besatzdichte (in %), d. h. den prozentualen Anteil der von Arthropoden besetzten Stoppeln, und die absolute Besatzdichte (in Halmen/qm). Diese beiden Werte sowie die Biomasse der Überwinterer je qm sind für jede Probefläche in Tab. 6 angegeben. In A 1 und D konnten keine verwertbaren c-Halme gesammelt werden. Die Biomasse-Angaben sind auf ganze mg gerundet. Daraus erklärt sich der Nullwert F 2 trotz einer relativen Befallsdichte von 4,3%.

Auch hier zeigt sich eine sehr unterschiedlich starke Besiedlung der zur Verfügung stehenden Überwinterungsplätze in den verschiedenen Probeflächen. Bei einem Vergleich mit Tab. 2 fällt auf, daß zwar die Besiedlungsdichten bei a-Halmparasiten und c-Halmbewohnern

Tab. 6: Besatzdichte und Biomasse der Überwinterer (c-Halme). (G 3, G 4, G 6, H 1 erst ab Januar/Februar gesammelt.)

Probe- fläche	rel. Besatz- dichte %	absol. Besatz- dichte Halme/qm	Biomasse mg/qm
A 1	—	—	—
A 2	19,3	1,5	32
A 3	34,3	5,2	146
B 1	22,9	0,4	5
B 2	26,7	0,6	10
C	38,6	2,2	41
D	—	—	—
E	25,7	1,8	39
F 1	14,3	0,3	1
F 2	4,3	0,4	0
F 3	5,7	0,5	10
F 4	47,1	9,6	138
F 5	18,6	1,6	14
F 6	14,3	1,6	37
F 7	0	0	0
F 8	42,9	11,0	90
F 9	4,3	0,2	4
G 1	41,4	9,4	263
G 2	60,0	1,5	51
G 3	77,1	11,4	237
G 4	67,1	10,7	315
G 5	30,0	5,6	170
G 6	31,4	6,2	73
H 1	32,9	2,5	144
H 2	38,6	8,3	260
	30,3	4,0	90
	20,1	4,1	99

in den gleichen Größenordnungen schwanken, daß aber die Biomassewerte bei den Überwinterern sehr viel niedriger liegen. Das Maximum liegt bei 315 mg/qm, während die a-Halm-Insektenbiomasse den Höchstwert von 788 mg/qm erreicht. Die entsprechenden Durchschnittswerte sind 90,4 mg/qm bzw. 260 mg/qm.

3.4.1. Die Besatzdichte der Überwinterer in Abhängigkeit verschiedener Biotopparameter

Auch für die Besiedlungsdichte der Überwinterer in Halmstoppeln und Halmbruchstücken waren mögliche Korrelationen mit den Halmparametern der Probeflächen zu untersuchen. Es war zu erwarten, daß aus Platzgründen die Dicke der Halmstoppel eine Rolle spielt. Außerdem wurden die Beziehungen zwischen Besatzdichte und Halmhöhe bzw. Halmstärke überprüft. Dies einmal, weil die beiden letztgenannten Größen vom Beobachter am besten abgeschätzt werden können, praktisch sind zur Beurteilung eines Schilfgebietes in Hinsicht auf seine Besiedlung, zum zweiten, weil diese beiden Größen, also die „Physiognomie“ des Schilfes ausschlaggebend sein kann für die Biotopwahl der Überwinterer noch während ihrer Aktivitätsphase. Dabei muß freilich dahingestellt bleiben, ob die Überwinterer jeweils in dem Schilfbereich aktiv sind, in dem sie ihre Ruhephase verbringen, oder ob nicht zumindest manche Arten in anderen Schilfregionen oder gar außerhalb des Schilfgürtels leben.

Die Ergebnisse dieser Korrelationsanalysen sind in den Abb. 9 und 10 dargestellt. Die Regressionsgerade fehlt, wo die Korrelation nicht signifikant (d. h. $p > 0,05$) war. Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu Abb. 9 und 10 sind in Tab. 7 zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß sowohl die Abb. 9 und 10 sind in Tab. 7 zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß sowohl die relative als auch die absolute Besatzdichte hochsignifikant positiv mit der Dicke

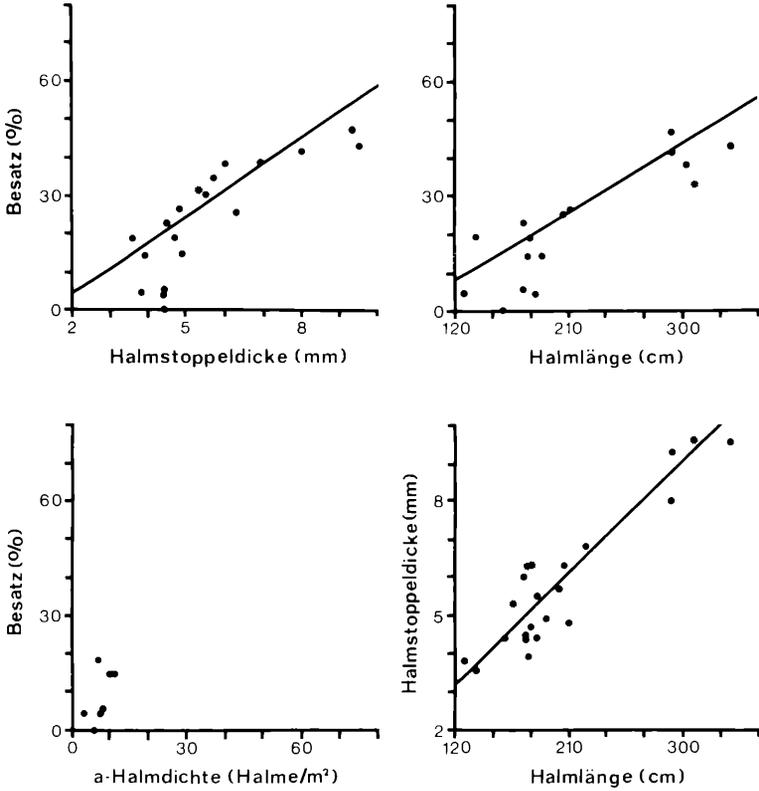


Abb. 9: Beziehungen zwischen der relativen Besatzdichte der Halmstoppeln und verschiedenen Halmparametern, bei Signifikanz mit Regressionsgerade.

der Stoppeln korreliert ist. Das gleiche gilt für die Korrelation mit der Halmlänge. Die Überwinterer bevorzugen also möglichst dicke Stoppeln und Gebiete im hohen Schilf. Freilich sind, wie Abb. 9 rechts unten erwartungsgemäß zeigt, diese beiden Größen, Halmstoppeldicke und Halmlänge, auch positiv korreliert. So ergibt sich auch hier wieder die Notwendigkeit, die partiellen Korrelationen zu errechnen, um jeweils nur den Einfluß von Halmstoppeldicke oder a-Halmlänge zu erhalten. Die Ergebnisse sind in Tab. 8 gezeigt. Es stellt sich heraus, daß die positive Korrelation deutlich nur für das Größenpaar Besatz — c-

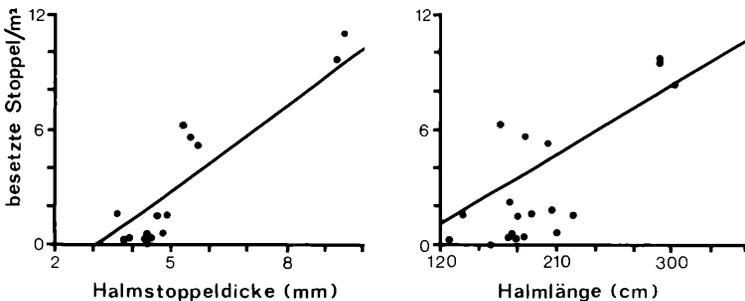


Abb. 10: Beziehungen zwischen absoluter Besatzdichte der Halmstoppeln und Halmparametern, mit Regressionsgeraden.

Tab. 7: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu den Daten in Abb. 9 und Abb. 10.

		Stoppeldicke		a-Halmlänge		a-Halmdichte	
relative Besatz- dichte %	n = 23	r = +0,6020	p < 0,01	r = +0,3816	p > 0,05	r = +0,2228	p > 0,05
	n = 19	r = +0,7910	p < 0,001	r = +0,7019	p < 0,001	r = +0,2646	p > 0,05
absolute Besatz- dichte	n = 23	r = +0,6576	p < 0,001	r = +0,5305	p < 0,01		
	n = 19	r = +0,8828	p < 0,001	r = +0,8808	p < 0,001		
Stoppel- dicke mm	n = 23			r = +0,8959	p < 0,001		
	n = 19			r = +0,9147	p < 0,001		

Halmdicke erhalten bleibt, nicht aber für Besatz — a-Halmlänge, wo sich sogar eine negative Korrelation andeutet. Trotzdem bleibt diese zweite Korrelation (Besatz — a-Halmlänge) natürlich von praktischer Bedeutung zur Beurteilung eines Schilfgebietes. Die Dichte der einjährigen Halme scheint für die Wahl des Überwinterungsbiotops keine Rolle zu spielen. Auch die Gesamthalmdichte zeigt keine Korrelation mit der Besatzdichte ($r = -0,2506$, $p > 0,05$).

Wenn man nun die Verteilung der Halmparasiten und die der eigentlichen Überwinterer miteinander vergleicht, so zeigt sich, daß sich beide Gruppen komplementär verhalten. Während die Halmparasiten ihre größte Dichte im niederen Schilf erreichen, kommen die Stoppelüberwinterer vorwiegend im Bereich des hohen, d. h. des dicken Schilfes vor. So findet im Hinblick auf das Nahrungsangebot für insektivore Vögel ein gewisser Ausgleich statt. Dabei muß allerdings noch einmal darauf hingewiesen werden, daß das Nahrungsangebot, bewertet nach der zur Verfügung stehenden Biomasse, im Falle der Halmparasiten im Durchschnitt fast dreimal so hoch liegt wie für die Überwinterer in Stoppeln.

3.4.2. Die räumliche Verteilung der Schilf-Überwinterer

Auf der Halbinsel Mettnau wurde die Verteilung der Stoppel-Überwinterer vom land- zum seeseitigen Schilfrand untersucht. Die dabei berücksichtigten Arten wurden zu drei Gruppen zusammengefaßt: Coleoptera, Araneae und Lepidoptera. In Abb. 11 sind sich entsprechende Probeflächen (1/5, 2/6 usw., s. Abs. 2) nebeneinander angeordnet; der Übergang von der Land- zur Seeseite erfolgt von links nach rechts. Als Dichtemaß ist hier nicht der Prozentsatz bewohnter Stoppeln sondern die gefundene Individuenzahl aufgetragen. Die drei Artengruppen zeigen ein unterschiedliches Verteilungsmuster. Die Coleoptera kommen fast ausschließlich im seeseitigen Schilf vor, dort aber in hoher Individuenzahl. Die Spinnen zeigen eine allgemeinere Verbreitung, treten in allen vier Regionen auf, deutlich aber in der vierten am stärksten, also auch im Wasserschilf. Die Schmetterlingsraupen sind nur in geringer Zahl

Tab. 8: Partielle Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus

		c-Halmdicke		a-Halmlänge	
relat. Besatzdichte	n = 23	r = +0,6333	p < 0,01	r = -0,4445	p < 0,05
	n = 19	r = +0,5195	p < 0,05	r = -0,0874	p > 0,05
absol. Besatzdichte	n = 23	r = +0,4840	p < 0,05	r = -0,1751	p > 0,05
	n = 19	r = +0,4029	p > 0,05	r = -0,3861	p > 0,05
		ohne Halmlänge		ohne c-Halmdicke	

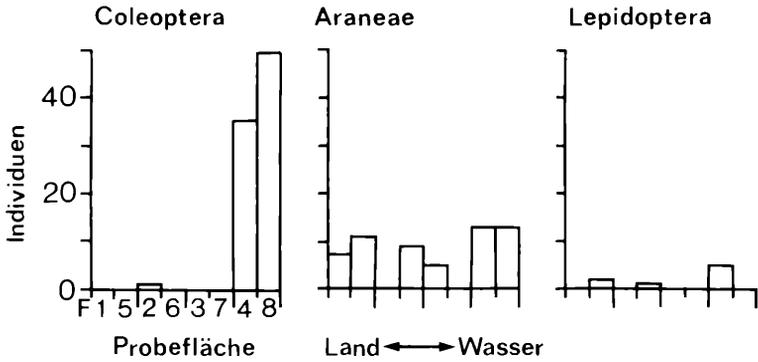


Abb. 11: Veränderung der Anzahl der Individuen dreier Artengruppen vom land- zum seeseitigen Schilfrand auf der Halbinsel Mettnau, dargestellt nach Material aus 70 Halmstoppeln je Probefläche.

vertreten und lassen ein ähnliches Verteilungsmuster wie die Spinnen vermuten. Das extreme Verbreitungsmaximum der Coleoptera im seeseitigen Schilf geht zum größten Teil auf die Coccinelliden zurück.

3.4.3. Zeitliche Entwicklung der Stoppel-Besatzdichte

Die Auswertung der Individuenzahlen in Stoppeln überwinternder Arthropoden für die aufeinanderfolgenden Sammelperioden 1—7 (Mitte Oktober — Mitte Mai) ergab folgendes Bild (Abb. 12): Während der ersten drei Sammelperioden (Mitte Oktober — Mitte Januar)

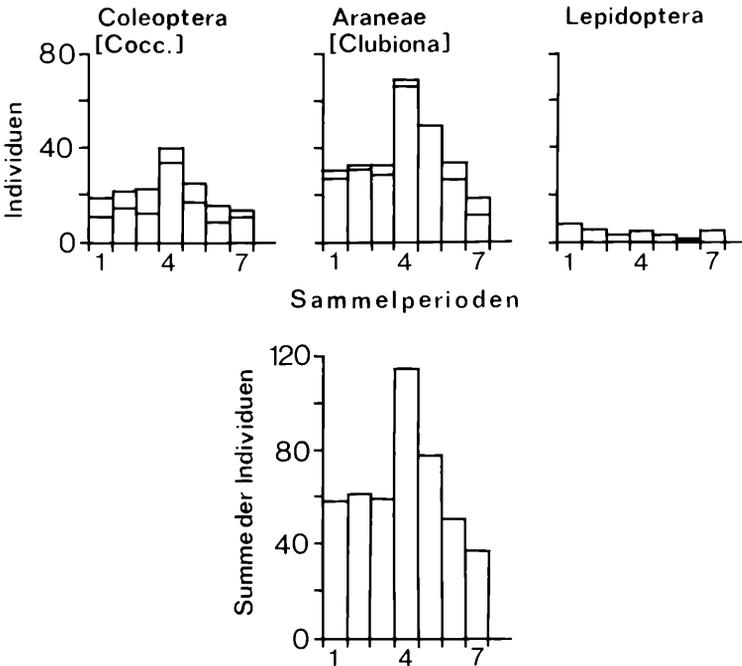


Abb. 12: Veränderung der Anzahl der Individuen dreier Artengruppen im Verlauf der sieben Sammelperioden. (1 = Okt/Nov, 2 = Nov/Dez, 3 = Dez/Jan, 4 = Jan/Febr, 5 = Febr/März, 6 = März/Apr, 7 = Apr/Mai); darunter alle drei Gruppen summiert. In den ersten beiden Graphiken bedeutet der untere Balkenteil den Anteil an Coccinellidae bzw. an *Clubiona phragmitis*.

bleibt die Anzahl der gefundenen Käfer, Spinnen und Schmetterlingsraupen mit etwa 60 Tieren (aus 230 Halmstoppeln) etwa gleich. Mitte Januar (Sammelperiode 4) steigt die Anzahl der Tiere sprunghaft fast auf das Doppelte an und nimmt dann kontinuierlich wieder ab, Anfang Mai liegt die Zahl nur mehr bei knapp 40 Tieren aus 230 Halmen. Dieser plötzliche Anstieg und die darauf folgende Abnahme der Individuenzahl zeigt sich auch für Käfer und Spinnen alleine. Dagegen bleibt die Anzahl der Schmetterlingsraupen etwa konstant. Dies zeigt also, daß im Spätherbst und zu Beginn des Winters noch nahezu die Hälfte der Käfer und Spinnen nicht in ihrem Winterquartier sind, sondern mehr oder weniger aktiv sein müssen. (Möglicherweise halten sie sich auch an anderen Orten auf — etwa in der Bodenstreu —, die sich dann als weniger geschützt erweisen.) Das gilt nicht für die Lepidopteren-Raupen, die schon früh ihr Winterquartier aufsuchen und es erst nach der Verpuppung als Falter verlassen.

Der Anstieg bei Käfern und Spinnen erfolgt sehr plötzlich, danach kommt es zu einem vergleichsweise langsamen Abfall der Individuenzahlen. Da die Werte auch Anfang Mai noch relativ hoch liegen, kann man annehmen, daß Käfer und Spinnen auch während der Übergangsjahreszeit sich z. T. noch in den Halmstoppeln verbergen, vielleicht um von da aus auf nächtliche Nahrungssuche zu gehen.

3.5. Die Ausnutzung des Nahrungsangebotes durch Vögel

Auch am Bodensee gehört die Blaumeise außerhalb der Brutzeit zu den typischen Bewohnern der Schilfwälder (JACOBY et al. 1970). Ich konnte einzelne oder ganze Trupps in allen untersuchten Schilfgebieten beobachten. Die Blaumeisen ziehen sehr schnell von Halm zu Halm. Oft kann man beobachten, daß sie am Halm auf und ab klettern und dabei immer wieder mit dem Schnabel gegen den Halm klopfen, um schließlich entweder weiterzufliegen oder aber an einer bestimmten Stelle ganz gezielt ein Loch in den Halm zu hacken. Dabei ließ sich manchmal deutlich erkennen, daß sie aus dem geöffneten Halm etwas herausholten.

An den von mir gesammelten Halmen konnten immer wieder Löcher entdeckt werden, deren Aussehen sich mit den draußen beobachteten, von Blaumeisen erzeugten Hackstellen deckten (Abb. 13). Diese Öffnungen sind leicht und sicher als von Vögeln verursacht zu erkennen und können nicht mit durch Wind- oder Schneebruch hervorgerufenen Verletzungen verwechselt werden. Außerdem weist jedes angehackte Internodium eines einjährigen Halmes durch charakteristische Veränderungen der Innenwand auf seine ursprünglichen Bewohner hin. Manchmal sind auch noch einige wenige Larven an einem schwer zugänglichen

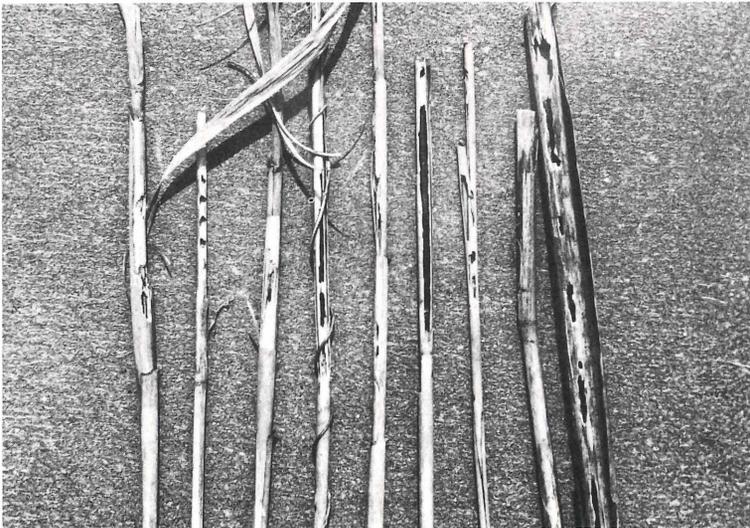


Abb. 13: Meisenhackstellen an Schilfhalmen und -stoppeln.

Platz des Internodiums übriggeblieben. Auch die Halmstoppeln zeigen häufig seitliche Hackstellen, obwohl sie oben offen sind.

Im Verlauf der sieben Sammelperioden traten Halme mit Hackstellen immer häufiger auf. Abb. 14 oben zeigt den steilen Anstieg des Anteils angehackter Halme während des Winters ($r = 0,9633$, $P < 0,001$) von Null im Oktober/November auf etwa 15% im März bis Mai. Von Sammelperiode 6—7 (März/April bis Mai) an nimmt der Anteil angehackter Halme offenbar nicht mehr bedeutend zu. Zu dieser Zeit dürfte auch das Angebot an frühjahrsaktiven Insekten wieder wesentlich attraktiver werden. (Bereits Ende Februar konnte ich nach einem Wärmeeinbruch große Mengen flugaktiver Insekten in Schilfgebieten beobachten.) Trotzdem habe ich noch am 1. Juni 1978 im Mettnau Ried eine Blaumeise beim Aushacken einer *Lipara* — Galle beobachtet. Anfang April sind dort noch ganze Trupps nahrungssuchender Blaumeisen beobachtet worden.

Abb. 14 zeigt die Abnahme der Biomasse an gefundenen Halmschmarotzern und Stoppel — Überwinterern während des Winterhalbjahres 1977/78, bezogen auf alle Probeflächen. Die Abnahme ist wahrscheinlich signifikant bzw. signifikant (Schmarotzer: $r = -0,7429$, $p > 0,05$; Überwinterer: $r = -0,7922$, $p < 0,05$). Gemessen an der eingezeichneten Regressionsgeraden nimmt die Biomasse der Halmparasiten im Untersuchungszeitraum um etwa 52%, die der Überwinterer um etwa 38% ab. Im ersten Fall geht dies eindeutig auf die Aktivität der Blaumeisen zurück, denn hier haben wir keine Verluste durch Abwanderung und die Tiere sind in diesem Zeitraum auch noch nicht geschlüpft. Im Fall der Überwinterer liegen die Verhältnisse komplizierter. Der Biomasseverlust durch Aushacken (auf Grund vorgefundener Hackstellen erwiesen) wird überlagert durch die bereits beschriebene Besiedlungsdynamik

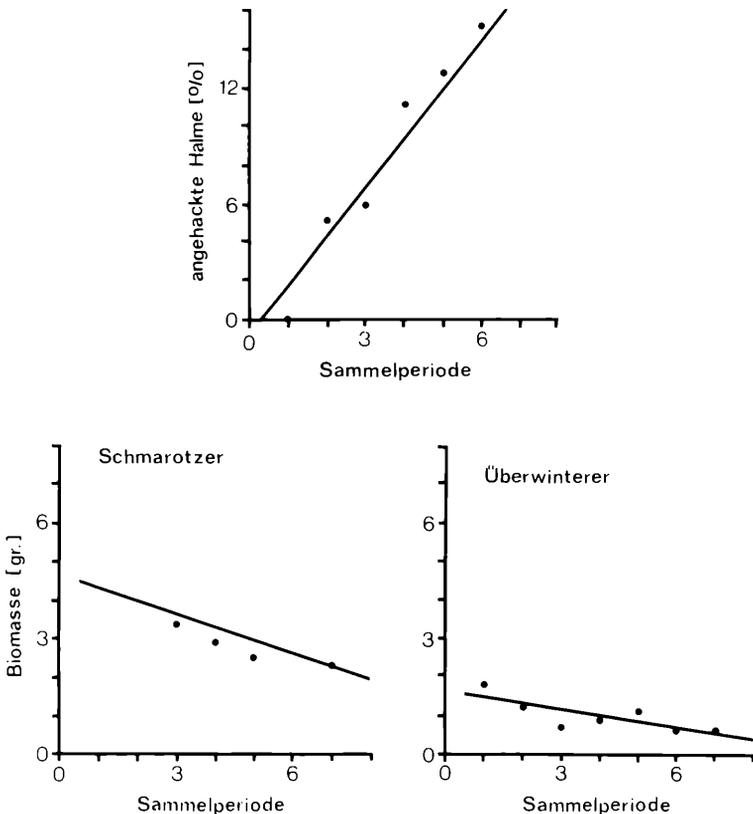


Abb. 14: Zunahme der Hackstellenzahl sowie Abnahme der Halmschmarotzer und Stoppelüberwinterer während der Sammelperioden 1—7; mit Regressionsgeraden.

(Abschn. 3.4.3.), die für die Sammelperiode 4 fast eine Verdoppelung der Individuenzahl mit sich bringt. Dies bedeutet aber, daß der durch Vögel konsumierte Anteil an Überwinterern eher noch größer ist, als aus Abb. 14 hervorgeht.

Eine Zunahme der Hackstellenzahl an c-Halmen (Halmstoppeln) konnte nicht in gleicher Weise wie für a-Halme dargestellt werden, da häufig nicht sicher festgestellt werden konnte, ob es sich um diesjährige oder ältere Hackstellen handelt. Daß Vögel Schilfinsekten fressen, konnte also nicht nur durch Beobachtung festgestellt, sondern auch durch quantitative Messungen nachgewiesen werden. Erstaunlich ist, daß über alle Probeflächen gemittelt offenbar die Hälfte der Insektenbiomasse den Vögeln als Nahrung dient.

3.5.1. Hackstellendichte und Fangeffektivität

3.5.1.1. Hackstellendichte in Abhängigkeit verschiedener Halmparameter

Auf Grund der gefundenen Beziehungen zwischen Insektdichte und Halmparametern wie Länge, Dicke und Dichte (s. Abschn. 3.3.1.) habe ich auch auf solchen Korrelationen für die Hackstellendichte geprüft. Die dazu notwendigen Daten sind in Tab. 9 zusammengestellt, die Ergebnisse in Abb. 15 und in Tab. 10. Es zeigt sich, daß die relative Hackstellendichte genauso wie der Insektenbefall negativ mit Halmlänge, Halmbasisdicke und Halmdichte korreliert ist. Dagegen ist die tatsächliche Zahl von Hackstellen je qm nur schwach mit der Halmlänge korreliert. Das bedeutet, daß die Vögel vor allem in niederem, weniger kräftigem und weniger dichtem Schilf nach Nahrung suchen bzw. fündig werden, also genau dort, wo auch die größte relative Insektdichte anzutreffen ist.

Es deutet sich also an, daß das vorhandene Nahrungsangebot optimal ausgenutzt wird.

Tab. 9: Die Nahrungssuche der Blaumeisen.

Probe- fläche	Zahl ange- hackter Halme	angehackte Halme in %	angehackte Halme pro qm	Fangeffek- tivität in %
A 1	1	1,4	1,1	7,1
A 2	7	10,0	6,4	22,9
A 3	2	2,9	1,5	8,5
B 1	11	15,7	5,4	33,3
B 2	7	10,0	3,5	20,0
C	15	21,4	4,6	36,0
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0
F 1	22	31,4	3,4	59,4
F 2	12	17,1	1,3	41,3
F 3	11	15,7	1,3	32,3
F 4	2	2,9	0,4	11,3
F 5	20	28,6	1,8	44,5
F 6	12	17,1	1,7	44,3
F 7	12	17,1	1,0	27,2
F 8	0	0	0	0
F 9	15	21,4	0,7	40,5
G 1	7	10,0	2,3	28,0
G 2	0	0	0	0
G 3	1	1,4	0,3	2,3
G 4	4	5,7	1,7	8,3
G 5	1	1,4	0,2	3,2
G 6	1	1,4	0,4	4,3
H 1	0	0	0	0
H 2	1	1,4	0,6	7,0
			$\bar{x} = 19,2$	
			$s = 18,0$	

Tab. 10: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu den Daten in Abb. 15 und Abb. 16.

		Halmlänge		Halmdicke		Halmdichte	
angehackte Halme in %	n = 25	r = -0,4924	p < 0,05	r = -0,4650	p < 0,05	r = -0,4549	p < 0,05
	n = 19	r = -0,6703	p < 0,01	r = -0,5863	p < 0,01	r = -0,3472	p > 0,05
angehackte Halme pro qm	n = 25	r = -0,2692	p > 0,05	r = -0,3716	p > 0,05	r = -0,2292	p > 0,05
	n = 19	r = -0,4427	p < 0,05	r = -0,3056	p > 0,05	r = -0,1303	p > 0,05
Fangeffek- tivität in %	n = 25	r = -0,4252	p < 0,05	r = -0,4308	p < 0,05	r = -0,4164	p < 0,05
	n = 19	r = -0,5932	p < 0,01	r = -0,5320	p < 0,05	r = -0,2984	p > 0,05

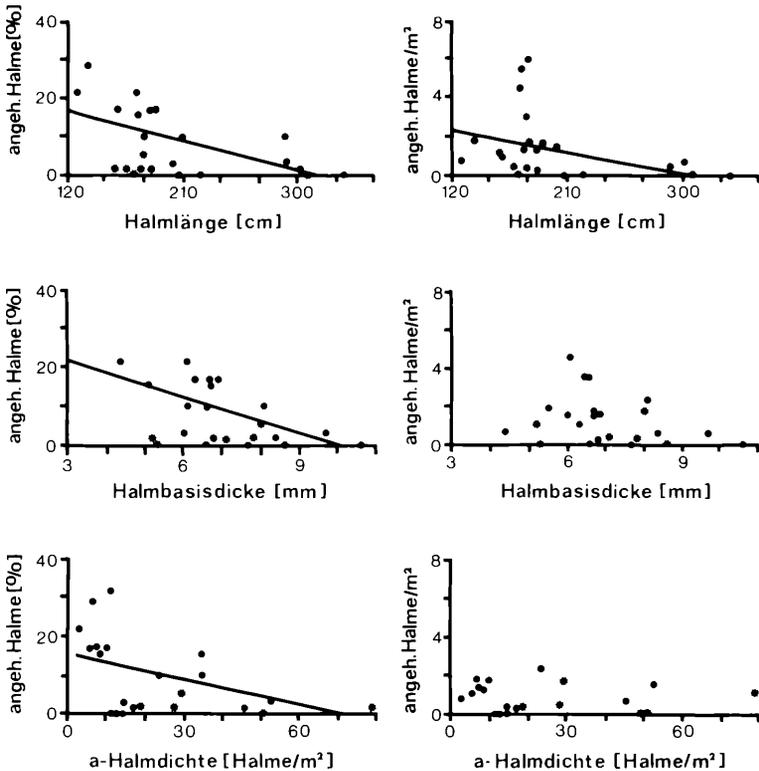


Abb. 15: Beziehungen zwischen relativer bzw. absoluter Hackstellendichte und verschiedenen Halmparametern; bei Signifikanz mit Regressionsgerade.

3.5.1.2. Die Fangeffektivität

Als Fangeffektivität ist in dieser Untersuchung definiert: der prozentuale Anteil erfolgreich aufgehackter Halme bezogen auf die Anzahl besetzter Halme in einer Probefläche. Die beschriebenen Korrelationen gelten nicht nur für die Hackstellendichte, sondern auch für die Fangeffektivität; dies zeigt Abb. 16: Die Fangeffektivität nimmt mit abnehmender Halmlänge, Halmdicke und Halmdichte zu. Das bedeutet, daß die Vögel nicht nur dort am meisten Nahrung finden, wo die Beutedichte am größten ist, sondern daß hier auch der Ausnutzungskoeffizient ihres Nahrungsangebotes am größten ist. Dies ist den vorhergehenden Ausführungen zu Folge im Bereich des niederen Schilfes der Fall.

Die Fangeffektivität ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen (s. Tab. 9). Sie erreicht aber Größenordnungen von nahezu 60% (F 1: 59,4%). Obwohl die durchschnittliche Fangeffektivität, bezogen auf alle Probeflächen, bei knapp 20% liegt, werden dennoch, wie aus Abb. 14 hervorgeht, allgemein etwa 50% der Insektenbiomasse ausgenutzt. Dies zeigt, mit welcher erstaunlicher Effektivität das angebotene Nahrungsreservoir ausgebeutet wird.

3.5.2. Die Bedeutung des Nahrungsangebotes

Es erhebt sich nun die Frage, ob die Aktivität der Vögel tatsächlich durch die Strukturmerkmale des Schilfbiotopes, also etwa durch die unterschiedliche Halmstärke usw., beeinflusst werden, oder aber durch das Nahrungsangebot selbst. Aus diesem Grunde habe ich die Hackstellendichte und die Fangeffektivität mit dem Befall zu korrelieren versucht. Das Ergebnis ist in Tab. 11 zusammengefaßt und in Abb. 17 dargestellt. Es zeigt sich eindeutig eine hohe positive Korrelation zwischen der Hackstellendichte bzw. Fangeffektivität einerseits und der relativen Befallsdichte andererseits, nicht aber mit der absoluten Befallsdichte, d. h. dem Nahrungsangebot je qm. Dies zeigt, daß es für die nahrungsuchenden Vögel nicht so sehr von Bedeutung ist, wo am meisten Insekten auf 1 qm Fläche vorkommen, sondern wo die Wahrscheinlichkeit, beim Anflug eines Halmes fündig zu werden, am größten ist. Am effektivsten suchen die Vögel dort, wo der größte Prozentsatz von Halmen mit Insekten besetzt ist. Mit diesen Angaben läßt sich nun auch die oben gestellte Frage über eine

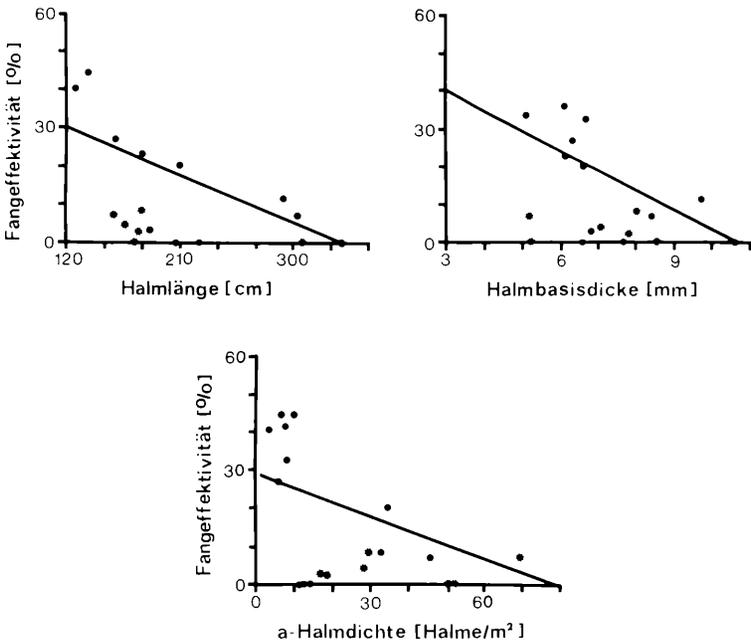


Abb. 16: Beziehungen zwischen Fangeffektivität der Blaumeisen und Halmparametern, mit Regressionsgeraden.

Tab. 11: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus zu Abb. 17.

	relat. Befallsdichte	absol. Befallsdichte
angehackte Halme in %	$r = +0,6372$ $p < 0,001$	$r = -0,0880$ $p > 0,05$
Fangeffektivität in %	$r = +0,5510$ $p < 0,01$	$r = -0,0747$ $p > 0,05$

Abhängigkeit von Vogelaktivitäten und Nahrungsangebot angehen. Die partielle Korrelation zwischen der Hackstellendichte und der Halmlänge ohne Einfluß der relativen Insekten-dichte ist nicht signifikant ($r = -0,1214$, $p > 0,05$); das gleiche gilt für die partielle Korrelation zwischen Hackstellendichte und Halmdicke ohne Einfluß der Halmlänge ($r = -0,0975$, $p > 0,05$). Dagegen bleibt die Korrelation zwischen Hackstellendichte und Insektenbefall (in %) auch ohne Einfluß der Halmlänge erhalten ($r = +0,4769$, $p < 0,05$). Der Nahrungserwerb der Vögel richtet sich also ganz nach der relativen Insekten-dichte, d. h. nach dem Nahrungsangebot und nicht primär nach Strukturmerkmalen der verschiedenen Schilfgebietstypen, denen etwa ihre Bewegungsweise unterschiedlich gut angepaßt wäre.

3.5.3. Unterschiedliche Ausnutzung verschiedener Halmparasiten

Es erhebt sich die Frage, welche Insektenarten überhaupt eine Rolle als Nahrungslieferanten spielen und ob es in der Ausnutzung der einzelnen Arten Unterschiede gibt. Die Möglichkeit zur Beantwortung dieser Frage verdanke ich dem glücklichen Umstand, daß die von Insektenlarven besetzten Internodien charakteristische, je nach Art wechselnde Veränderungen der Innenwand aufweisen. Diese Veränderungen erlauben es auch noch bei ausgehackten Internodien, die Art der ursprünglich hier lebenden Larven zu bestimmen und festzustellen, ob der Vogel überhaupt fündig geworden ist. Zudem sind manchmal noch einzelne Larven im angehackten Internodium zurückgeblieben, die eine Bestimmung ermöglichen. Auf diese Weise konnte zunächst einmal festgestellt werden, daß jedes (!) aufgehackte Internodium auch bewohnt gewesen ist — die Vögel lokalisieren ihre Beute also mit verblüffender Sicherheit.

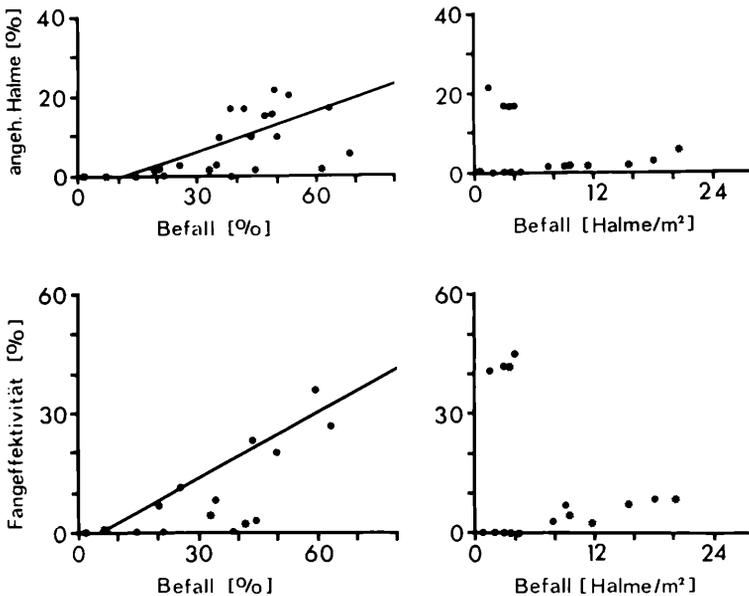


Abb. 17: Beziehungen zwischen Hackstellendichte bzw. Fangeffektivität und relativer bzw. absoluter Insekten-Befallsdichte; bei Signifikanz mit Regressionsgerade.

Es zeigte sich ferner, daß nicht gleichmäßig auf alle Insektenarten Jagd gemacht wird, sondern daß ganz bestimmte Arten bevorzugt werden. Abb. 18 zeigt links, wieviele Prozent der gesammelten Halme von jeder Insektenart (1—9) befallen gewesen sind, und zwar bezogen auf alle 25 Probeflächen, d. h. 1750 Halme. (Der Befall liegt für einzelne Probeflächen sehr viel höher, s. Abb. 8). Hier zeigen sich nochmals große Unterschiede in der Häufigkeit der einzelnen Arten und vor allem auch in deren Verlust durch Vögel. Verdeutlicht wird dies durch die rechte Graphik in Abb. 18, in der für die einzelnen Insektenarten der Anteil von ausgehackten Internodien an der Gesamtzahl befallener Halme, also die Effektivität der Ausnutzung, aufgetragen ist. Bei den zweigeteilten Balken (für 2, 3 und 7) zeigt der untere Teil die Fangeffektivität bezogen auf die Summe besetzter Internodien und nicht auf die Summe besetzter Halme. Da mehrere Internodien eines Halmes von einer Insektenart bewohnt sein können, fällt so die Ausnutzungseffektivität geringer aus. (Häufig wird nur ein besetztes Internodium geöffnet, ein zweites derselben Art aber bleibt unentdeckt.) Es stellt sich heraus, daß von den neun aufgeführten Arten drei überhaupt nicht gefressen werden. Die restlichen sechs Arten lassen sich in zwei Gruppen aufteilen: zum einen in nur sehr selten von Vögeln gefressenen Arten, nämlich *Perrisia inclusa* und *Senta maritima* sowie die Ichneumoniden-Art b.; zum zweiten existiert eine Gruppe häufig gefressener Arten, die *Lipara lucens*, *Lasioptera erdösi* und vor allem *L. flexuosella* betrifft. Die letzte Art erweist sich als die Hauptbeute für Vögel im Untersuchungsgebiet. Nahezu 70% der von *Lasioptera flexuosella* besetzten Halme wurden angehackt und gut 50% der Larven gefressen. Dabei ist interessant, daß gerade die beiden *Lasioptera*-Arten sehr individuenstarke Madenlager bilden, mit einem Durchschnittsgewicht von 84 mg (*L. flexuosella*) bzw. 131 mg (*L. erdösi*) pro Internodium, also die besonders lohnende Beute darstellen. Außerdem sind bei diesen beiden Arten die ursprünglich hohlen Internodien so stark ausgefüllt, daß eine Veränderung der Resonanz beim Abklopfen des Halmes am stärksten sein dürfte, somit das Auffinden für die Meisen am leichtesten. Auffällig ist, daß die häufigsten Insektenarten *Perrisia inclusa* und *Senta maritima* so wenig gefressen werden, obwohl die großen *Senta*-Larven eine lohnende Beute darstellen würden. Vielleicht erklärt sich das darin, daß im Falle von *Perrisia* das befallene Internodium ja meist hohl bleibt und die Zahl der Gallen i. d. R. sehr gering ist (in 76% der Fälle nur bis zu 5 Gallen pro Internodium) und daß gerade die großen *Senta*-Raupen in den viel größeren basalen Internodien leben, wo sie wiederum nur einen kleinen Teil des Hohlraumes ausfüllen. Durch die Bevorzugung der sehr ins Gewicht fallenden *Lasioptera*-Arten erklärt sich auch, warum bei durchschnittlich etwa 20% Fangeffektivität ca. 50% der Insektenbiomasse von

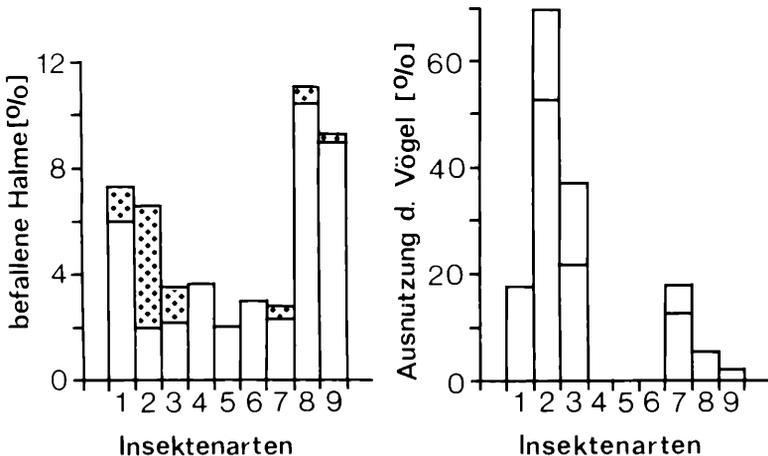


Abb. 18: Links: Durchschnittliche Häufigkeit der einzelnen Halmparasiten (1—9), gerastert der von Blaumeisen gefressene Anteil; rechts: Anteil der von Meisen ausgehackten Internodien an der Anzahl der von einer Insektenart befallenen Halme bzw. der von einer Art befallenen Internodien (unterer Balkenteil). 1 = *Lipara lucens*, 2 = *Lasioptera flexuosella*, 3 = *L. erdösi*, 4/5 = Chalcididen-Arten a/b, 6/7 = Ichneumoniden-Arten a/b, 8 = *Perrisia inclusa*, 9 = *Senta maritima*. Näheres s. Text.

Vögeln gefressen wird (s. Abschn. 3.5.1.). Wie Abb. 19 l zeigt, konzentrieren sich die Hackstellen mit ca. 90% auf das obere Halmdrittel, obwohl nach eigenen Beobachtungen die Meisen den ganzen Halm abklopfen. Dies wird verständlich, wenn man die Verteilung der einzelnen Halmparasiten, dargestellt in Abb. 19 a-k, betrachtet. Die bevorzugten Beutetiere *Lasioptera flexuosella*, *Lasioptera erdösi* und *Lipara lucens* konzentrieren sich ebenfalls auf den oberen bzw. mittleren Halmbereich.

3.5.4. Weitere Vogelarten als Konsumenten in Schilf

Den überaus größten Teil der während des Winters im Schilf nach Nahrung suchenden Vögel stellen die Blaumeisen. Auch ist dies die einzige Art, bei der ich ein Aufhacken der Halme beobachten konnte. Es lassen sich aber, wenn auch weniger häufig, weitere Vogelarten im winterlichen Schilf beobachten, und zwar Kohlmeise (*Parus major*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*), Heckenbraunelle (*Prunella modularis*), Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*) und sogar Amsel (*Turdus merula*). Gleich zu Beginn des Frühjahres treten dann die frühen Heimkehrer unter den Zugvögeln im Schilf auf, wie Laubsänger (*Phylloscopus*), Rohrsänger- (*Acrocephalus*) und Grasmücken (*Sylvia*)-Arten. Bei diesen Arten ist es jedoch wegen ihrer Schnabelformologie ausgeschlossen, daß sie in der Lage sind, Schilfhalme aufzuhacken. Trotzdem dürften sie eine ganze Menge von Insekten und anderen Arthropoden finden, deren Auftreten und Ausnutzung im Rahmen dieser Arbeit nicht quantitativ untersucht werden konnte. Dies sind einmal diejenigen Tiere, die in der Bodenstreu überwintern (und auf die ja TISCHLER 1943 im Zusammenhang mit Staren hingewiesen hat). Außerdem wurden beim Aufschneiden der diesjährigen Halme gelegentlich zwischen Blattscheiden und Halm versteckte Zikadenlarven entdeckt, die möglicherweise für spitzschnäblige Arten wie Zaunkönig und Rotkehlchen zugänglich sind. Schließlich muß hier noch darauf hingewiesen werden, daß ein großer Teil der überwinternden Käfer und Spinnen sich nur kurze Zeit in den Stoppeln aufhalten (s. Abschn. 3.4.3. und Abb. 12) und in der übrigen Zeit auch Vögeln zugänglich sein können, die nicht in der Lage sind, Halme aufzuhacken.

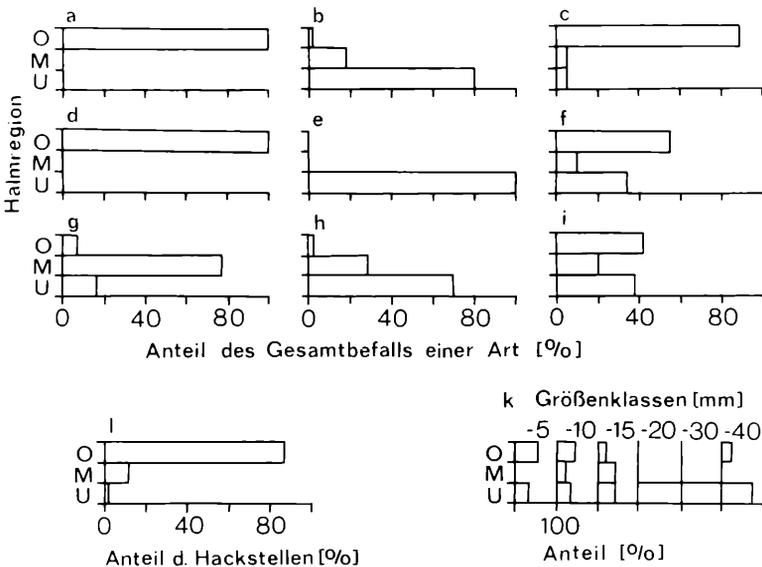


Abb. 19: Verteilung der Insektenarten auf die drei Halmregionen oberes Drittel (O), mittleres Drittel (M) und unteres Drittel (U). *Senta maritima* (k) ist in sechs Größenklassen aufgeteilt; l gibt die Verteilung der Hackstellen an. a = *Lipara lucens*, b = Chalcididen-Art a, c = Ichneumoniden-Art b, d = *Lasioptera flexuosella*, e = Chalcididen-Art b, f = *Perrisia inclusa*, g = *Lasioptera erdösi*, h = Ichneumoniden-Art a, i = *Senta maritima*.

3.6. Die Halbinsel Mettnau — eine zusammenfassende Übersicht

Die Halbinsel Mettnau bot die Möglichkeit, innerhalb eines großen zusammenhängenden Schilfgebietes ganz verschiedene Regionen — vom niederen landseitigen Schilf bis zum sehr hohen, während des Sommers im Wasser stehenden seeseitigen Schilfrand — in Bezug auf Halmbeschaffenheit, Insektenvorkommen und Vogelfraß zu vergleichen. So war es hier möglich, regionale Unterschiede beim Vergleich verschiedener Schilfbiototypen auszuschließen und gezielt standortbedingte Aspekte herauszuarbeiten. In Abb. 20 sind in 15 Teilbildern nochmals alle wichtigen Daten zusammengefaßt, ohne daß diesmal auf die Artzusammensetzung der Parasiten und Überwinterer eingegangen wird. Jede Teilabbildung zeigt zwei Kurven, die von links nach rechts die Daten für die Probeflächen F 1—4 (Punkte) bzw. F 5—8 (Dreiecke) zeigen, also die beiden parallelen Transsekte vom landseitigen zum seeseitigen Schilfrand repräsentieren. Der über „1“ aufgetragene Stern gibt den Wert für F 9 wieder, also den etwas abseits liegenden, nicht mehr zur eigentlichen Schilfregion gehörenden Bereich (vergl. Abschn. 2).

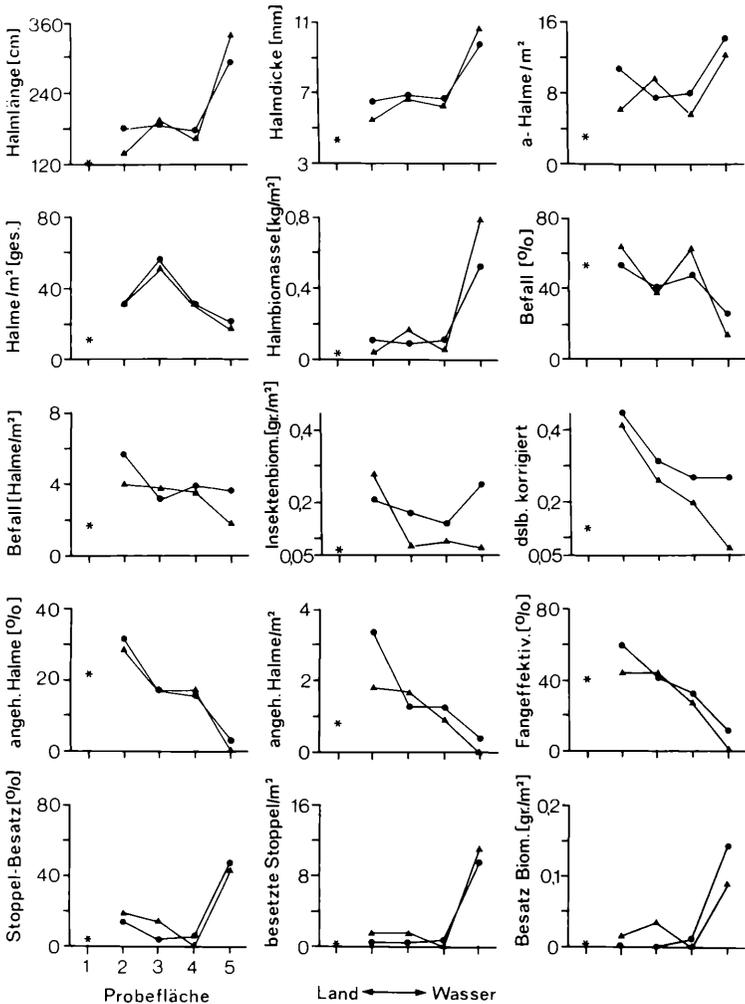


Abb. 20: Zusammenstellung aller Daten über Halmparameter, Insektenvorkommen und deren Ausnutzung durch Blaumeisen für die Halbinsel Mettnau. Nähere Erläuterung im Text.

In den ersten fünf Teilabbildungen ist die Veränderung der Biotopcharakteristika aufgezeigt: Halmlänge und -dicke nehmen zunächst zu; es folgt nochmals eine Region niederen Schilfes und schließlich, jenseits des Seedammes, das hohe und kräftige „Wasserschilf“. Die Dichte der einjährigen Halme verhält sich auf den Flächen F 5—8 genauso. Auf F 2—4 dagegen liegt der Wert für F 1 offenbar zu hoch, der für F 2 zu niedrig. Es bleibt aber eine zunehmende Tendenz sichtbar.

Ganz anders sieht es aus, wenn man die Gesamthalmdichte, also das Bild, das sich dem Auge tatsächlich bietet, betrachtet: Schütteres wird von sehr dichtem Schilf abgelöst (nahezu 60 Halme pro qm), worauf wieder eine Region mit wenig Schilf folgt. Im seeseitigen Bereich geht dann aber die Schilfdichte noch weiter zurück, nämlich auf etwa 20 Halme/qm, wovon mehr als die Hälfte einjährig sind. Das liegt daran, daß das Schilf in dieser Faulschlammregion sehr bald an der Basis abfaßt — nicht bricht — und daraufhin umknickt, so daß also nur noch wenige ältere Schilfhalme stehen bleiben.

Die Halmbiomasse (nach der in Abschn. 2 beschriebenen Methode ermittelt) schwankt in gleicher Weise wie Halmlänge und -dicke und erreicht einen Höchstwert von ca. 0,8 kg/qm in F 8.

In den nächsten Teilabb. (6—9) wird das Vorkommen der Halmparasiten in ihrer Gesamtheit gezeigt. Dabei fällt auf, daß sich die land-seeseitige Veränderung der relativen Befallsdichte genau umgekehrt verhält, wie die der Halmlänge bzw. der Halmdicke. Im niederen Schilf ist der Befall hoch (ca. 60%), sinkt dann im hohen Schilf auf ca. 40%, steigt wieder in der zweiten Niederschilfzone und erreicht schließlich sein Minimum im „Wasserschilf“ mit etwa 20%. Dabei liegt der Wert für das sehr schütterere Niederschilfgebiet mit der Probefläche F 9 (Sternchen) auffallend hoch (ca. 50%).

Der absolute Befall je qm (Teilabb. 7) ist wesentlich ausgeglichener. Dennoch zeigt sich auch hier die deutliche Tendenz einer Abnahme im Bereich des seeseitigen Schilfes, die um so schwerer ins Gewicht fällt, als ja dort die größte a-Halmdichte herrscht.

In der Teilabb. 8 ist die Insektenbiomasse der Probeflächen aufgetragen, und zwar so, wie ich sie beim Sammeln vorgefunden habe. Das sich ergebende Bild ist wenig zufriedenstellend, da es sich nicht mit den Befallsdichtewerten in Beziehung setzen läßt. Man erhält jedoch ein anderes Ergebnis, wenn man den Biomasseverlust durch Vögel für einzelne Probeflächen berücksichtigt. Errechnet man für die drei wichtigsten von Blaumeisen gefressenen Arten (nämlich die Bewohner der *Lipara*-Gallen, für *Lasioptera flexuosella* und *L. erdösi*) das Durchschnittsgewicht der Larven eines besetzten Internodiums und korrigiert mit diesen Werten die Daten der noch vorgefundenen Insektenbiomasse anhand der Anzahl der ausgehackten Internodien, so ergibt sich ein völlig anderes Bild, das die Teilabb. 9 zeigt: Die Insektenbiomasse in den Halmen sinkt von etwa 400 mg/qm nahezu auf 50 mg/qm (F 8) ab.

Die Auswirkungen der bisher aufgezeigten Verhältnisse auf die Nahrungssuche — Aktivität der Blaumeisen sind in den Teilabb. 10—12 dargestellt. Der prozentuale Anteil angehackter Halme ist am landseitigen Schilfrand mit ca. 30% am höchsten, sinkt im zentralen Teil des Schilfgebietes auf etwa 17% und schließlich im „Wasserschilf“ nahezu auf Null. Die gleiche Tendenz zeigt sich bei der Zahl angehackter Halme pro qm. Ebenso sinkt die Fangeffektivität kontinuierlich von etwa 50% auf ca. 10% ab.

In der letzten Reihe der Abb. 20 werden die zu den Halmstoppel-Überwinterern ermittelten Daten gezeigt. Im Vergleich zu den Halmminierern und Gallbildnern kehrt sich hier das Bild um. Während in den ersten drei Probeflächenpaaren (ebenso wie in F 9) sowohl der relative als auch der absolute Stoppelbesatz sehr niedrig liegen, erreichen sie ihr Maximum im seeseitigen Schilf der Probeflächen F 4 und F 8, wo immerhin — gemittelt über die ganze Sammelzeit — fast jeder zweite Halmstoppel bewohnt war. Auch die Biomasse der Überwinterer erreicht natürlich seeseitig ihr Maximum, das aber dennoch nicht höher liegt, als das dortige Minimum der Halmparasitenbiomasse.

3.7. Einfluß von Brennen und Mähen auf die Arthropodenfauna von Schilfgebieten

Im Zusammenhang mit den bereits angeschnittenen Problemen des Schilfsterbens und des Naturschutzgebiet-Managements wurde im Rahmen dieser Arbeit auch versucht, die Auswirkungen des Schilfbrennens und -mähen auf die Besiedlung durch Insekten und andere

Arthropoden zu untersuchen. Dafür stand wegen der sehr zeitraubenden Untersuchungen unversehrter Schilfflächen jedoch nur sehr wenig Zeit zur Verfügung. Zu diesem Zweck konnten in vier Gebieten Vergleiche angestellt werden zwischen Probeflächen, die im Winter vor der Sammeltätigkeit gemäht oder gebrannt worden sind und benachbarten Flächen, die nicht oder schon längere Zeit nicht mehr auf diese Weise beeinflusst worden waren. Als Kriterien für die Vergleichbarkeit zweier Probeflächen wurden unmittelbare Nachbarschaft gewählt, sowie — auf Grund der in Abschn. 3.3.1. und 3.4.1. beschriebenen Ergebnisse — in etwa entsprechende Halmhöhe und Dicke der Stoppeln.

3.7.1. Auswirkungen des Mähens

Der Vergleich zwischen gemähten und ungemähten Probeflächen wurde sowohl in einem großen als auch in einem sehr kleinen und isolierten Schilfgebiet durchgeführt.

Große zusammenhängende Schilfgebiete: Im Rahmen von Biotopgestaltungsmaßnahmen werden im Wollmatinger Ried größere Schilfflächen regelmäßig gemäht, um dadurch Streuwiesen zu erhalten. Hier lag die ungemähte Probefläche G 5 direkt neben der (im Vorjahr) gemähten Fläche G 6, sowie in einer anderen Schilfregion die gemähten Flächen G 3 und G 4 als Inseln in einem erneut abgemähten Gebiet, leider ohne Vergleichsflächen.

Die hierhergehörigen Daten werden in Tab. 12 zusammengefaßt. Das gemähte Schilf (G 6) ist etwa 20 cm niedriger ($P < 0,001$), möglicherweise als Folge des Mähens. Dies muß beim Vergleich der übrigen Daten berücksichtigt werden. Die relative Befallsdichte liegt im gemähten Bereich niedriger, jedoch kann der Unterschied nicht gesichert werden (t -Test: $t = 1,3712$; $p < 0,10$. Vierfelder-Test: $\chi^2 = 1,9294$; $p < 0,20$). Dagegen ist die Insektenbiomasse im gemähten Schilf dreimal so hoch wie im ungemähten, was aber auf die höhere Halmdichte (s. Tab. 1) zurückzuführen ist. Der Unterschied der Insektenbiomasse — nicht auf qm, sondern auf je 10 Halme bezogen — läßt sich dagegen nicht sichern (t -Test: $t = 1,2634$; $p < 0,25$). Die Nahrungssuchaktivität von Vögeln im Schilf im Winterhalbjahr scheint im Wollmatinger Ried allgemein sehr gering zu sein, was wohl auf die Größe des Gebietes zurückzuführen ist und auf einen damit verbundenen „Verdünnungseffekt“. Der Besatz der Stoppeln ist in beiden Probeflächen praktisch gleich groß. Trotz Fehlens der Knickschicht bietet G 6 also genügend Überwinterungsmöglichkeiten.

Sehr auffallend sind die Daten der Probeflächen G 3 und G 4. Sowohl die Befallsdichte also auch die Stoppelbesatzdichte zeigen außerordentlich hohe Werte, die weit über den vergleichbaren der Probefläche G 5 liegen. Bei den Stoppelüberwinterern kann ein Inseleffekt angenommen werden: möglicherweise wandern Spinnen und Käfer aus den benachbarten, wieder gemähten Gebieten in das schützende Schilf ein. Außerdem liegen die beiden Werte im

Tab. 12: Vergleich gemähter und ungemähter Schilfflächen im Wollmatinger Ried.

	ungemäht G 5	gemäht G 6	G 3	gemäht G 4
Halmlänge cm	187,5	168,4	176,9	180,8
rel. Befallsdichte	44,3	32,9	61,4	68,6
abs. Befallsdichte/qm	7,6	9,3	11,5	20,4
Insektenbiom. mg/qm	136	448	241	309
Insektenbiom. mg/10 Halme	79	159	129	104
rel. Hackstellendichte %	1,4	1,4	1,4	5,7
Artenzahl	6	6	6	7
Stoppeldicke mm	5,5	5,3	6,3	6,3
rel. Besatzdichte %	30,0	31,4	77,1	67,1
abs. Besatzdichte/qm	5,6	6,2	11,4	10,7
Insektenbiom. mg/qm	170	73	237	315
Insektenbiom. mg/10 Stoppel	91	37	160	197
Artenzahl	6	6	9	7

Vergleich zu den anderswo ermittelten Daten schätzungsweise um 10% „zu hoch“, da hier Stoppel erst ab Mitte Januar gesammelt wurden, dem Monat, in dem sich der Besatz als stark angestiegen erwies.

Kleine isolierte Schilfgebiete:

Wie sich bei den Untersuchungen herausstellte, wurde die Probefläche A 1 bei Möggingen in den Jahren vor meiner Untersuchung regelmäßig gemäht. Zu Vergleichen wurden außer auf ihr zusätzlich 70 Halme aus benachbarten, von den Mähmaßnahmen nicht betroffenen Schilfflächen gesammelt. Verwertbare Stoppel fanden sich in A 1 jedoch nicht. Der Vergleich dieser beiden Probenahmen ist in Tab. 13 dargestellt.

Die Unterschiede sind hier auffallend: Der Insektenbefall ist offenbar durch das Mähen auf die Hälfte gesunken (Vierfelder-Test: $\chi^2 = 19,8758$; $p < 0,001$). Die Hackstellendichte liegt im unberührten Gebiet einmal 16 mal höher, und es kommen dort zwei Insektenarten mehr vor, darunter *Lasioptera erdösi*.

Tab. 13: Vergleich gemähter und ungemähter Schilfflächen.

	ungemäht	gemäht A 1
Halmlänge cm	155,1	157,7
rel. Befallsdichte %	44,3	19,6
Insektenbiom. mg/10 Halme	82	34
rel. Hackstellendichte %	22,9	1,4
Artenzahl	7	5

3.7.2. Auswirkungen des Brennens

Auch hier wurden zwei Beispiele untersucht.

Große zusammenhängende Schilfgebiete:

Im Bereich des Radolfzeller-Aach-Riedes wurden im Winter 1976/77 Teile des Schilfes illegal abgebrannt. In dieser Region lag die Probefläche H 1. In ihrer Nähe ist ein Schilfgebiet durch einen Wassergraben vom Brand verschont geblieben; dort befand sich die Probefläche H 2. Der Vergleich beider Flächen (s. Tab. 14) mag dadurch etwas eingeschränkt sein, daß H 2 relativ feucht, H 1 dagegen sehr trocken ist. Die relative Befallsdichte ist signifikant verschieden (t-Test: $\hat{t} = 3,0527$, $p < 0,01$; Vierfeldertest: $\chi^2 = 10,2914$, $p < 0,01$) und in der gebrannten Fläche deutlich niedriger. Auch fällt die wesentlich niedrigere Insektenbiomasse in der gebrannten Fläche auf, die jedoch, gerechnet pro 10 Halme, nicht signifikant geringer ist (t-Test: $\hat{t} = 1,1378$, $p < 0,25$). Die Artenzahl ist in H 1 um drei Arten geringer, es fehlen z. B. *Lasioptera flexuosella* und *Senta maritima*. Dagegen sind auch die angekohlten Stoppelreste etwa gleich stark mit Überwinterern besetzt, wenn auch deren Biomasse auf der gebrannten Fläche geringer zu sein scheint.

Kleine isolierte Schilfgebiete:

Das Schilf der Probefläche D wurde seit einigen Jahren regelmäßig im Winter abgebrannt. In der Nähe fand sich eine Schilfzone, die zwar verkohlte Halmstümpfe enthielt, aber auf Grund zahlreicher älterer Halme zu schließen, schon ein paar Jahre lang nicht abgebrannt worden war; von da stammen 70 Halme zum Vergleich mit Probefläche D (s. Tab. 15). Stoppeln konnten auch in D nicht gefunden werden.

Der Halmlängenunterschied ist mit ca. 10 cm ($p < 0,05$) nur gering, die Vergleichbarkeit somit nach den gewählten Kriterien gegeben. Während in der Probefläche D nur ein einziger Fall von *Perrisia inclusa* gefunden wurde, liegt der Befall in der Vergleichsfläche mit 10% sehr

Tab. 14: Vergleich gebrannter und ungebrannter Schilfflächen.

	ungebrannt H 2	gebrannt H 1
Halmlänge cm	302,8	308,7
rel. Befallsdichte %	20,0	7,1
abs. Befallsdichte/qm	9,1	3,6
Insektenbiom. mg/qm	347	70
Insektenbiom. mg/10 Halme	76	14
rel. Hackstellendichte %	1,4	0
Artenzahl	5	2
Stoppeldicke mm	6,9	9,6
rel. Besatzdichte %	38,6	32,9
abs. Besatzdichte/qm	8,3	2,5
Insektenbiom. mg/qm	260	144
Insektenbiom. mg/10 Stoppel	76	14
Artenzahl	8	5

Tab. 15: Vergleich gebrannter und ungebrannter Schilfflächen.

	ungebrannt	gebrannt D
Halmlänge cm	164,0	173,7
rel. Befallsdichte %	20,0	1,4
Insektenbiom. mg/10 Halme	12	0 (abgerundet)
rel. Hackstellendichte %	7,1	0
Artenzahl	4	1

viel höher (Vierfelder-Test: $\chi^2 = 12,6187$, $p < 0,001$). Es treten drei weitere Arten auf, vor allem *Lipara lucens* als einzige hier von Blaumeisen gefressene Art. Der Unterschied zwischen den Probestellen ist somit auffallend.

Diskussion und Folgerungen

Im Rahmen dieser Arbeit konnte natürlich nur ein sowohl zeitlich als auch räumlich begrenzter Ausschnitt aus dem Bereich Schilf, dem Insektenleben und dessen Ausnutzung durch Vögel dargestellt werden. Wie die Arbeiten von FRITZ (1978) und HEIMER (1979) zeigen, läßt sich in Schilfgebieten während der warmen Jahreszeit mit Hilfe von Fotoelektronen und Bodenfallen eine ungeheure Arten- und Individuenvielfalt an Insektenimagines nachweisen. Diese Tiere müssen, sei es als Ei, Larve oder Imago, im Boden oder in der Bodenstreu überwintern. Dies zeigt, daß das potentielle Nahrungsangebot im Schilfröhricht weit über dem liegt, was sich in Halmen oder Halmstoppeln finden läßt. Damit ist dieses Nahrungsangebot für Vögel nicht nur für solche Spezialisten wie die Blaumeise bedeutsam, die in der Lage ist, ihre Beute im Halm zu lokalisieren und aus dem Halm herauszuhacken. Vielmehr ist anzunehmen, daß das Schilf als Nahrungsquelle und vor allem als Nahrungsspeicher für eine Vielzahl weiterer Arten von großer Bedeutung ist. Dafür spricht u. a., daß BAIRLEIN (unveröffentl.) für einige Vogelarten im Rastgebiet Mettnau im Spätherbst ein starkes Auftreten in Schilfregionen feststellt, nachdem diese Arten zunächst in den Gebüschregionen dominieren.

Wie wichtig gerade im Winter, also zu einer Zeit des allgemeinen Mangels an animalischer Nahrung, die Zugänglichkeit verborgener lebender Insekten ist, geht aus den Untersuchungen

von BERTHOLD (1976) hervor, der u. a. für omnivore Singvögel folgert: „Die durchgeführten Versuche ergaben, daß die untersuchten omnivoren Singvögel und damit sicher viele weitere Arten mit relativ wenig gehaltvollen Vegetabilien wie Beeren und anderen fleischigen Früchten allein nicht leben können; sie benötigen vielmehr ständig lebensnotwendig animalische Nahrung.“ Das gilt auch im Winter bei Verfügbarkeit großer Mengen vegetabilischer Kost.

Darüber hinaus muß noch ein weiterer Aspekt betont werden: Die im Schilf überwinternden Insekten, Spinnen usw., also sowohl die Halmparasiten als auch die Stoppelbewohner und die Überwinterer in der Streu und im Boden, stellen vor allem auch ein großes potentielles Nahrungsangebot für carnivore Vogelarten im Sommerhalbjahr dar. Davon abhängig sind einmal die meisten der schilfbewohnenden Brutvögel, wie etwa die Rohrsängerarten, Rohrschwirl, Rohrammer, Schafstelze (z. B. JACOBY et. al. 1970), außerdem aber noch eine große Zahl weiterer Vogelarten, die während des Herbstzuges Schilfgebiete als Rast- und Nahrungsbiotop aufsuchen (BERTHOLD & SCHLENKER 1975) und dabei das zum Zug notwendige Depotfett aufbauen müssen. BRENSING (1977) zeigte für das Rastgebiet Mettnau, daß sich von 35 untersuchten Vogelarten keine einzige nur vegetabilisch ernährte; bei 19 Arten hingegen konnte rein animalische Ernährung nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang sind Emergenzmessungen mit Fotoektoren in Rheinauegebieten bei Darmstadt interessant (HEIMER 1979): Die Individuenzahl geschlüpfter Insekten in Schilfregionen zeigt nicht nur im Frühsommer (Juni/Juli) ein deutliches Maximum, sondern auch im September/Okttober noch ein zweites.

Es erscheint reizvoll, für die als Brut- wie als Rastbiotop bedeutende Halbinsel Mettnau die gesamte Schilfinsektenbiomasse quantitativ abzuschätzen und mit den von der Vogelwarte Radolfzell ermittelten Durchzugszahlen an Vögeln in Beziehung zu bringen. Das 77 ha große Naturschutzgebiet umfaßt etwa 50 ha Schilffläche. Berechnet man mit den ermittelten Insektenbiomassendaten (s. Tab. 2) die im Schilf parasitierende und überwinternde Arthropodenmenge für das Mettnaugebiet, so erhält man, von den Minimal- bzw. Maximalwerten der Tab. ausgehend, Werte zwischen 35 und 140 kg an Halmparasiten sowie 0,5—70 kg an Stoppelüberwinterern. In diesem Gebiet werden jährlich während des Herbstzuges etwa 7000 Kleinvögel gefangen; man muß aber mit mindestens 20000 durchziehenden Kleinvögeln rechnen (Vogelwarte Radolfzell unveröffentl.). Aus der Arbeit von BERTHOLD (1976) geht hervor, daß omnivore Kleinvögel (z.B. Rotkehlchen und Grasmücken) einen täglichen Insektenverbrauch von ca. 5 g haben. Berechnet man mit diesem Wert den Verbrauch animalischer Nahrung von 20000 Kleinvögeln auf der Mettnau (wobei als mittlere Aufenthaltsdauer ein Tag im Rastbiotop angenommen wird und Mehrverbrauch für Fettdeposition unberücksichtigt bleibt), so errechnet sich ein Nahrungsbedarf von 100 kg. Die hier untersuchten Insektenarten schlüpfen im wesentlichen im Zeitraum von April bis Juni. Sie stehen somit weniger für rastende Vögel auf dem Wegzug als vielmehr für solche auf dem Heimzug und für Brutvögel der Mettnau-Halbinsel als potentielle Nahrung zur Verfügung. Da nach unveröffentlichten Daten der Vogelwarte Radolfzell der Frühjahrszug auf der Mettnau-Halbinsel eine geringere Intensität aufweist als der Herbstzug, dürften nach meinen Berechnungen allein schon die von mir untersuchten in Schilfhalmern parasitierenden und in Schilfstoppeln überwinternden Arthropoden einen nicht unerheblichen Teil des Nahrungsbedarfes der Durchzügler im Frühjahr und der Brutvögel in Schilfgebieten decken. Dazu kommt, wie gesagt, noch eine Fülle weiterer Insektenarten, deren Larven terrestrisch oder aquatisch leben, so daß das animalische Nahrungspotential von Schilfgebieten sehr viel größer sein muß. Diese Erörterung zeigt, daß Schilfgebiete eine außerordentliche Bedeutung als Nahrungsreservoir für insektenfressende Vögel besitzen, und zwar einmal für die Brutvögel des Schilfes, zum zweiten für die auf dem Zug in Schilfgebieten rastenden Arten und schließlich drittens auch für überwinternde Vogelarten, die zumindest auf ein Minimum an animalischer Nahrung angewiesen sind. Wichtig ist es festzustellen, daß auch kleine und kleinste Schilfflächen noch große Bedeutung als Lebensraum schilfgebundener Insekten und Spinnen haben und auf diese Weise Vögeln als Nahrungsraum sehr dienlich sein können. Aus diesem Grunde ist es notwendig, daß Schilfgebiete möglichst geschont und auch kleine Restbiotope unter Schutz gestellt werden. Gerade auch die kleinen Gebiete können für Zugvögel, die oftmals in kurzer Zeit beträchtliche Depotfettmengen bilden müssen (z.B.

BERTHOLD 1975), in unserer an naturnahen Lebensräumen armen Kulturlandschaft den lebensnotwendigen geeigneten Rastplatz bieten.

Die Auswirkungen von Brennen und Mähen auf die Schilfinsektenfauna sind recht unterschiedlich zu bewerten. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist der Einfluß dieser Maßnahmen in sehr ausgedehnten Schilfgebieten gering, wenn sie auf kleine Regionen beschränkt bleiben, die von noch unberührtem Schilf begrenzt werden. Hier besteht offenbar die Möglichkeit, daß sich die vernichtete Insektenfauna durch Zuwanderer aus den Nachbargebieten schnell wieder regeneriert. Trotzdem läßt sich auch in relativ großen Schilfgebieten mit einer solchen Regenerationsmöglichkeit eine deutliche Abnahme der Insektenfauna nach dem Brennen feststellen, wie das Beispiel der Probeflächen H 1 und H 2 zeigt. Interessant ist aber, daß davon die überwinternden Arthropoden nicht betroffen sind, da sie auch nach dem Mähen und sogar nach dem Brennen noch genügend Überwinterungsmöglichkeiten in Form sehr kurzer Stoppeln finden. Das Bild wird verwirrt durch die Beobachtung, daß sich im gemähten Gebiet in Folge der Zunahme der Halmdichte die Insektenbiomasse sogar erhöhen kann (G 5 und G 6).

Anders dagegen liegen die Verhältnisse bei sehr kleinen und isoliert stehenden Schilfinseeln. Da hier offenbar nicht die Möglichkeit der kurzfristigen Zuwanderung von Schilfinsekten besteht, wirken sich Eingriffe sehr stark auf die Schilfinsektenfauna aus. Wie gezeigt wurde, können die schilfspezifischen Insekten dadurch nahezu verschwinden, und somit diese Schilfinseeln auch für die Nahrungsbeschaffung überwinternder Vögel, speziell Blaumeisen, wertlos werden. Denn bereits eine geringe Insektdichte führt dazu, daß das Gebiet von Vögeln praktisch gemieden wird, wohl deshalb, weil das mögliche Fangergebnis nicht mehr den dazu nötigen Zeit- und Energieaufwand lohnt. Dagegen wäre aber gerade dieses, unter suboptimalen Bedingungen wachsende Schilf sehr für die Besiedlung durch Schilfinsekten geeignet, wie die Ergebnisse in Abschn. 3.3. zeigen. So macht gerade die Probefläche C (Abb. 2) sehr eindrucksvoll deutlich, welche große Bedeutung selbst ein so schmaler Schilfstreifen sowohl für die Halminsekten als auch für die sie fressenden Vögel haben kann.

Ergänzend soll hier noch angeführt werden, daß VAN DER TOORN & MOOK (1976) das Brennen von Schilfprobeflächen als Methode zur Verringerung des Insektenbefalls angeben. Auch RODEWALD-RUDESCU (1974) nennt als Möglichkeit zur Bekämpfung tierischer Schädlinge der Schilfpflanze das Ernten der Halme bzw. das Abbrennen nichtgeernteter Gebiete. Nach PÜHRINGER (1975) ist die Besiedlung des Schilfes durch Spinnen in gemähten Gebieten am Neusiedler See deutlich geringer.

Bei Mäharbeiten, die aus Naturschutz-Gründen zur Biotopgestaltung notwendig sind, ist deshalb darauf zu achten, daß genügend große Schilfflächen erhalten bleiben.

5. Zusammenfassung

1. Im Winterhalbjahr 1977/78 wurden auf 25 Probeflächen im westlichen Bodenseegebiet einjährige und mehrjährige Schilfhalme sowie Halmstoppeln gesammelt und auf Insekten und andere Arthropoden untersucht. Die Proben wurden monatlich von Mitte Oktober 1977 bis Mitte Mai 1978 entnommen; insgesamt wurden 4880 Halme und Halmstoppeln aus verschiedenen Schilfbiotopen gesammelt.
2. Es wurden zwei Gruppen von Schilfinsekten festgestellt: a) die in einjährigen Halmen minierenden oder gallbildenden Larven von Schilfparasiten (Dipteren mit 2 Cecidomyiiden- und 4 Chloropiden-Arten; Hymenopteren mit 2 Ichneumoniden und 2 Chalcididen-Arten; Lepidopteren mit jeweils einer Art aus den Familien Noctuidae, Pyralidae und Cossidae) b) die in Schilfstoppeln überwinternden Insekten (mit 7 Coleopteren-, 2 Lepidopteren- und 2 Hymenopteren-Arten) und Spinnen (mit 9 Arten, vor allem der Schilfspinne *Clubiona phragmitis*). Außerdem wurden einige sehr selten auftretende Arthropoden-Arten gefunden.
3. Die Beziehungen zwischen der Häufigkeit dieser Arthropoden und verschiedenen Halmparametern, wie Halmlänge, -dicke und -dichte wurden untersucht. Dabei konnten eine negative Korrelation zwischen der relativen Halmparasitendichte (in%) und der Schilfhalmhöhe sowie eine positive Korrelation zwischen der relativen Besatzdichte der überwinternden Arthropoden und der Halmhöhe bzw. der Dicke der Halmstoppeln festgestellt werden.
4. Die unterschiedliche Besiedlung der Probeflächen durch die einzelnen Schilfarthropoden-Arten sowie die Besiedlungsdynamik der Stoppelüberwinterer während eines Winterhalbjahres werden beschrieben.
5. An Hand der Befunde von der Halbinsel Mettnau bei Radolfzell wird die Veränderung der Halmparameter, des Insektenvorkommens und dessen Ausnutzung durch Vögel, vom landseitigen zum seeseitigen Rand eines großen zusammenhängenden Schilfgürtels dargestellt.

6. Der Konsum von Schilfinsekten durch Blaumeisen wurde durch Beobachtung sowie über die Zunahme der Zahl angehackter Halme und die Abnahme der Insektenbiomasse während des Winters nachgewiesen. Bestimmte Insektenarten werden bevorzugt gefressen. Die Hackstellenzahl und die Ausnutzungseffektivität des Nahrungsangebotes sind — wie die relative Insektenbefallsdichte — negativ mit der Halmhöhe korreliert. Dagegen besteht eine positive partielle Korrelation zwischen der Ausnutzungseffektivität und der relativen Insektdichte. Die Ausnutzung der Halmparasiten durch Blaumeisen kann quantitativ angegeben werden: Im Durchschnitt werden ca. 20% der besetzten Halme angehackt und 50% der insgesamt in Schilfhalmen vorkommenden Insektenbiomasse gefressen. Jedes aufgehackte Internodium enthielt ursprünglich Insektenlarven, deren Artzugehörigkeit auf Grund charakteristischer Veränderungen der Internodieninnenwände festgestellt werden konnte.
7. Die Auswirkungen des Brennens und Mähens von Schilfflächen auf die Insektenfauna wurde untersucht. Dabei zeigt sich — für große Schilfflächen angedeutet, für kleine isolierte Schilfflächen sehr stark — eine Abnahme der Insektdichte und Artenzahl durch solche Maßnahmen.
8. In der Diskussion wird auf weitere Vogelarten eingegangen, die im Winterhalbjahr zur Nahrungssuche im Schilfröhricht erscheinen, wie z. B. Rotkehlchen und Zaunkönig. Darüber hinaus wird die Bedeutung der Imagines der im Schilf überwinternden Insekten während des Frühjahres als Nahrungsquelle für Brutvögel sowie für auf dem Heimzug in Schilfbiotopen rastende Zugvögel diskutiert. Eine grobe Hochrechnung der auf der Halbinsel Mettnau (einem bedeutenden Zugvogelrastbiotop) zur Verfügung stehenden Schilfinsekten-Biomasse ergibt, daß auch Heimzieher und Brutvögel einen nicht unerheblichen Teil ihres Nahrungsbedarfs durch im Schilf überwinternde Insekten decken können.
9. Es wird auf die inzwischen erwiesene große Bedeutung animalischer Nahrung für Kleinvögel hingewiesen. In diesem Zusammenhang sind Schilfgebiete — auch sehr kleine und isolierte Schilfflächen — als bedeutende Nahrungsreservoirs für Vögel, insbesondere auf dem Zug, anzusehen. Schilfgebiete sollten daher allgemein besonderen Schutz erhalten, und Pflegemaßnahmen in Riedgebieten sollten entsprechend schonend durchgeführt werden.

6. Summary

The distribution of arthropods overwintering in reeds (*Phragmites*) in the western Lake Constance region and its significance for birds

1. During the winter 1977/78 one-year-old and older reed shoots and stubbles were collected on 25 sample plots in the western part of Lake Constance and were examined for wintering insects and other arthropods. The samples were taken monthly between middle of October 1977 and middle of May 1978. 4880 shoots and stubbles were collected in different reed-types.
2. Two groups of reed-insects were found: a) in one-year-old shoots mining or gall building larvae of reed parasites (Diptera: 2 Cecidomyiidae- and 4 Chloropidae-species; Hymenoptera: 2 Ichneumonidae- and 2 Chalcididae-species; Lepidoptera: 1 species each of Noctuidae, Pyralidae and Cossidae). b) in stubbles wintering insects (7 Coleoptera-, 2 Lepidoptera- and 2 Hymenoptera-species) and spiders (9 species, first of all *Clubiona phragmitis*). There were also some other rare species of arthropods.
3. The relationships between the amounts of these arthropods and several parameters of the reed like length, basal diameter and density of shoots were investigated. A negative correlation was found between the relative density of reed parasites and the length of reed shoots, and a positive correlation was found between the relative density of wintering arthropods in stubbles and the length of reed shoots or the diameter of stubbles.
4. Distributional differences of arthropod-species and the colonization dynamics of stubble-overwinterers during the winter are described.
5. The variation of shoot parameters, insect densities and their utilization by birds from landside to lakeside border of a great reed-belt is shown for the peninsula of Mettnau near Radolfzell.
6. The consumption of reed-insects by Blue tits was proved by watching, by the increase of the number of picked shoots and by the decrease of the insectbiomass during the winter. Some insect-species are strongly preferred by the Blue tit. There is a negative correlation between the number of picked shoots and the length of shoots. The same was found for the utilization-effectivity of the food-supply. But there is a positive partial correlation between utilization-effectivity and relative insect density. About 20% of shoots occupied by insects are picked and 50% of the insect biomass was consumed. Every picked internodium was inhabited by insect-larvae which were obvious by characteristic modifications of the inside of the internodes. The Blue tits only open internodes when they contain insect-larvae.
7. The consequences of burning and mowing in reed areas for insect populations were investigated. There is evidence — for great reed belts not as clear as for small isolated ones — that insect density is decreased by burning as well as by mowing.
8. The importance of the imagines of insects wintering as larvae in reed belts as food for breeding birds and for resting birds during the spring migratory period is discussed. A rough estimation of the available reed-insect biomass on the Mettnau-peninsula (an important resting place for migrants) shows

that the insects wintering in reed-belts may play an important role in supplying food for migrating as well as for breeding birds.

9. With the nowadays wellknown importance of animal food for songbirds in mind, reed areas — even very small and isolated ones — with their considerable supply of insects should be generally protected for reason of bird protection and any management should be arranged extremely carefully.

7. Literatur:

(Es wurde das ungekürzte Literaturverzeichnis der Diplomarbeit übernommen. Nicht alle aufgeführten Arbeiten sind im Text zitiert.)

- Baumann, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Stuttgart. ● Berthold, P. (1967): Animalische und vegetabilische Ernährung omnivorer Singvogelarten: Nahrungsbevorzugung, Jahresperiodik der Nahrungswahl, physiologische und ökologische Bedeutung. *J. Orn.* 117: 145—209. ● Ders. (1975): Migration: Control and metabolic physiology. In: *Avian Biology* (Hrsg. D. S. FARNER & J. R. KING) Vol. 5: 77—128, New York & London. ● Berthold, P., Bezzel, E., & Thielcke, G. (1974): Praktische Vogelkunde. Greven/Westf. ● Berthold, P. & Schlenker, R. (1975): Das Mettnau-Reit-Ilmitz-Programm — ein langfristiges Vogelfangprogramm der Vogelwarte Radolfzell mit vielfältiger Fragestellung. *Vogelwarte* 28: 97—123. ● Björk, S. (1967): Ecologic investigations of *Phragmites communis*. *Folia Limnologica Scandinavica* 14. ● Brensing, D. (1977): Nahrungsökologische Untersuchungen an Zugvögeln in einem südwestdeutschen Durchzugsgebiet während des Wegzuges. *Vogelwarte* 29: 44—56. ● Brohmer, P. (1971): Fauna von Deutschland. Heidelberg. ● Brohmer, P., Ehrmann, P., & Ulmer, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Europas. Bd. 3/5/6. Leipzig. ● Caspers, H. (1949): Die tierische Lebensgemeinschaft in einem Röhricht der Unterelbe. *Verh. Ver. naturw. Heimatforsch.* 30: 41—49. ● Durska, B. (1970): Changes in the reed (*Phragmites communis*) condition caused by disease of fungal and animal origin. *Po. Arch. Hydrobiol.* 17:373—396. ● Dykyjova, D., & Hradecka, D. (1973): Productivity of reed-bed stands in relation to the ecotype, microclimate and trophic conditions of the habitat. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20:111—119. ● Eckstein, K. (1933): Die Schmetterlinge Deutschlands. Bd. 3/5. ● Ellenberg, H. (Hrsg.) (1973): Ökosystemforschung. Berlin, Heidelberg, New York. ● Erdös, J. (1957): Beobachtung über die Insektencönosen des Schilfes. 8. Wandervers. Deutscher Entomologen: 171—177. ● Forster, W., & Wohlfahrt, Th. A. (1960ff.): Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Bd. 3: Spinner-Schwärmer Bd. 4: Eulen. ● Fritz, H.-G. (1978): Abundanzmessungen an Insektenpopulationen der hessischen Rheinauen mittels flächenbezogener Eklektoren — unter besonderer Berücksichtigung der Diptera-Nematocera. Diplomarbeit TH Darmstadt. ● Geisslhofer, M., & Burian, K. (1970): Biometrische Untersuchungen im geschlossenen Schilfbestand des Neusiedler Sees. *Oikos* 21: 248—254. ● Goldammer, J. G. (1978): Feuerökologie und Feuer-Management. *Freiburger Waldschutz-Abhandlungen* Bd. 1. ● Gorham, E. & Pearsall, W. H. (1956): Shoot production in *Phragmites communis* in relation to habitat. *Oikos* 7: 206—214. ● Haslam, S. M. (1971): Community regulation in *Phragmites communis* TRIN. II. Mixed stands. *J. Evol.* 59: 75—88. ● Dies. (1973): Some aspects of the life history and autecology of *Phragmites communis*. A review. — *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20:79—100. ● Heimer, W. (1979): Abundanzmessungen an Diptera-Brachycera in Naturschutzgebieten der hessischen Rheinaue. Diplomarbeit TH Darmstadt. ● Heiser, F. (1975): Zur akustischen Orientierung nahrungssuchender Blaumeisen (*Parus caeruleus*). *Vogelwelt* 96: 184—185. ● Imhof, G. (1966): Ökologische Gliederung des Schilfgürtels am Neusiedler See und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. *Sitzungsber. Öst. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl.* 175: 219—235. ● Ders. (1972): Quantitative Aufsammlung schlüpfender Fluginsekten in einem semiterrestrischen Lebensraum mittels flächenbezogener Eklektoren. *Verhandl. ber. d. Deut. Zool. Ges.* 65: 120—123. ● Ders. (1973): Aspects of energy flow by different food chains in a reed-bed. A review. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20: 165—168. ● Jacoby, H., Knötzsch, G., & Schuster, S. (1970): Die Vögel des Bodenseegebietes. *Orn. Beob./Beiheft* zu Bd. 67. ● Kiefer, F. (1972): Naturkunde des Bodensees. Sigmaringen. ● Kirchner, W. (1965): Wie überwintert die Schilfradspinne *Araneus cornutus*? *Natur und Museum* 95: 163—170. ● Klein, J. (1974): Löcher im Schilf. *Kosmos* 70: 57—62. ● Klötzli, F. (1971): Biogenous influence on aquatic macrophytes, especially *Phragmites communis*. *Hydrobiologia* 12: 107—111. ● Klötzli, F., & Züst, S. (1973): Nitrogen regime in reed-beds. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20: 131—136. ● Dies. (1973): Conservation of reed-beds in Switzerland. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20: 229—235. ● Koch, M. (1972): Wir bestimmen Schmetterlinge. Bd. 3: Eulen. ● Koenig, O. (1952): Ökologie und Verhalten der Vögel des Neusiedlersee-Schilfgürtels. *J. Orn.* 93: 207—289. ● Krüger, M. (1976): Schilfhalme als Winterlager für Arthropoden. Diplomarbeit Univ. Köln. ● Lang, G. (1962): Vegetations- und Standortuntersuchungen in der Grenzzone des Bodenseeuferes. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 75: 366—377. ● Ders. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Jena. ● Löffler, H. (Hrsg.) (1974): Der Neusiedlersee. *Naturgeschichte eines Steppensees*. Wien, München, Zürich. ● Mook, J. H. (1967): Habitat selection by *Lipara lucens* Mg. (Diptera, Chloropidae) and its survival value. *Arch. Neerland. Zool.* 17: 469—549. ● Ders. (1971): Observations on the colonization of the new IJsselmeer-polders by animals. *Misc. Papers*

Landb. hogesch. Wangingen 8: 13—31. ● Mook, J. H., & Bruggemann, Ch. (1968): Acoustical communication by *Lipara lucens* (Diptera, Chloropidae). Ent. exp. u. appl. 11: 397—402. ● Mühlberg, M. (1976): Freilandökologie. — Heidelberg. ● Nemenz, H., & Pühringer, G. (1972): Zur Taxonomie und Ökologie von *Singa phragmiteti* NEMENZ 1956. Sitzungsber. Öst. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. Abt. 1, 181: 101—109. ● Nijveldt, W. (1953): Two new gall midges associated with reed (*Phragmites communis* TRIN.) in the Netherlands. Entom. Berichten 14: 282—285. ● Pruscha, H. (1972): Biologie und Produktionsbiologie des Rohrbohrers *Phragmataecia castaneae* Hb. (Lepidoptera, Cossidae). Sitzungsber. Öst. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. Abt. 1, 181: 1—49. ● Pruscha, H., & Picher, O. (1973): Kalorimetrische Untersuchungen an Insekten aus dem Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Anz. Öst. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. 1973: 1—7. ● Pühringer, G. (1975): Zur Faunistik und Populationsdynamik der Schilfspinnen des Neusiedler Sees. Sitzungsber. Öst. Akad. Wiss. Math. nat. Kl., Abt. 1, 184: 379—419. ● Raebel, H. (1925): Beitrag zur Biologie von *Chilo phragmitellus* Intern. Entom. Zeitschr. 19: 97—100. ● Renken, W. (1956): Untersuchungen über Winterlager der Insekten. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 45: 34—106. ● Riess, W. (1975): Kontrolliertes Brennen — eine Methode der Landschaftspflege. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 18: 265—271. ● Rodewald-Rudescu, L. (1974): Das Schilfrohr (*Phragmites communis*) Die Binnengewässer Bd. 27, Stuttgart. ● Ruppolt, W. (1956): Über die cecidogene Diptere *Lipara lucens* Mg. (Chloropidae). Naturwiss. 43: 260. ● Ders. (1956/57): Zur Biologie der cecidogenen Diptere *Lipara lucens* Mg. (Chloropidae). Wiss. Zeitschr. Ernst Moritz Arndt — Univ. Greifswald VI: 279—292. ● Sachs, L. (1974): Angewandte Statistik. Berlin, Heidelberg, New York. ● Schröder, R. (1976): Der gegenwärtige Zustand der Schilfgebiete des Bodensee-Untersees. Ber. d. Inst. f. Seenforsch. u. Fischereiwesen der Landesanstalt für Umweltschutz Bad.-Württ. ● Schubert, P. (1961/62): Beiträge zur Kenntnis der Arthropodenfauna des Schilfgürtels am Neusiedlersee. Wiss. Arb. Burgld. 29: 68—76. ● Skukravý, V. (1975): Die Entwicklung der Gallmücke *Lasioptera arundinis* (Diptera, Cecidomyiidae) an Schilf (*Phragmites communis*). Marcellia 38: 287—298. ● Ders. (1976): Bionomie und Schädlichkeit der Eule *Archanara geminipuncta* (Lepidoptera, Noctuidae) an Schilf. Acta ent. bohemoslov. 73: 209—215. ● Skukravy, V., Pokorny, V., & Skukrava, M. (1975): Die Gliederfüßler (*Lipara* spp., *Steneotarsonemus* sp. u. Lepidoptera-Larvae) als Ursache der Nichtbildung des Blütenstandes von Schilf (*Phragmites communis*). Acta ent. bohemoslov. 72: 87—91. — Stresemann, E. (1969—1970): Exkursionsfauna von Deutschland. Bd. II/1 Bd. II/2 — Berlin. ● Sukopp, H. (1973) Conservation of Wetlands in Central Europe. Pol. Arch. Hydrobiol. 20: 223—228. ● Sukopp, H., Markstein, B., & Trepl, L. (1975): Röhrichte unter intensivem Großstadteinfluß. Beitr. naturk. Forsch. Süd.-Dtl. 34: 371—385. ● Thielcke, G. (1975): Management von Streuwiesen und Teichen am Bodensee (Untersee). Schriften. Landschaftspflege Naturschutz 12: 117—120. ● Ders. (1975): Mähen von Streuwiesen in Naturschutzgebieten. Ber. Deut. Sekt. Int. Rates Vogelsch. 15: 109—110. ● Tischler, F. (1943): Schilfrohr als Nahrungsquelle für insektenfressende Vögel im Winter. Vogelzug 14: 69—71. ● Tischler, W. (1968): Getreidestoppeln als Winterlager für Kleintiere. Zool. Jb. Syst. 95: 523—541. ● van der Toorn, J. (1971): Investigations on the ecological differentiation of *Phragmites communis* TRIN. in the Netherlands. — Hydrobiologia 12: 97—106. ● Ders. (1972): Variability of *Phragmites communis* in relation to the environment. Van Zee tot Land. 48: 1—122. ● van der Toorn, J., & Mook, J. H. (1976): Influence of environmental factors in the performance of reed vegetations. — Institute for ecological research, Netherlands; Prog. Rep. 76: 15—20. ● Toth, L. (1960): Phytozoologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balaton-Sees. Annal. Biol. Tihany 27: 209—242. ● Toth, L., & Szabo, E. (1961): Zönologische und ökologische Untersuchungen in den Röhrichten des Neusiedlersees. Annal. Biol. Tihany 28: 151—168. ● Tüxen, R. (1970): Anwendung des Feuers im Naturschutz? Ber. Naturhist. Ges. Hannover 114: 99—104. ● Vogel, U. (1978): Ökologische Studien an *Phragmites communis* unter besonderer Berücksichtigung der Halmfliege *Lipara lucens* Meig. (Diptera, Chloropidae). Zulassungssarbeit Univ. Heidelberg. ● Waitzbauer, W. (1969): Lebensweise und Produktionsbiologie der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* Mg. (Diptera, Chloropidae). Sitzungsber. Öst. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abt. 1, 175—242. ● Ders. (1970): Beitrag zur Morphologie einiger Gallmückenlarven und -puppen (Cecidomyiidae, Diptera). Anz. Öst. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl. 1970: 1—11. ● Ders. (1972): Produktionsbiologische Aspekte schilffressender Insekten. Verh. Deut. Zool. Ges. 65: 116—119. ● Waitzbauer, W., Pruscha, H., & Picher, O. (1972): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an schilfbewohnenden Dipteren im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Sitzungsber. Öst., Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abt. 1, 181: 11—136. ● Weisser, P. (1970): Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees. Wiss. Arb. Burgenland 45: 1—83.

Anschrift des Verfassers: Rolf Frömel, Fildlenmoos 8/1, 798 Ravensburg 19.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [30_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Frömel Rolf

Artikel/Article: [Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für Vögel 218-254](#)