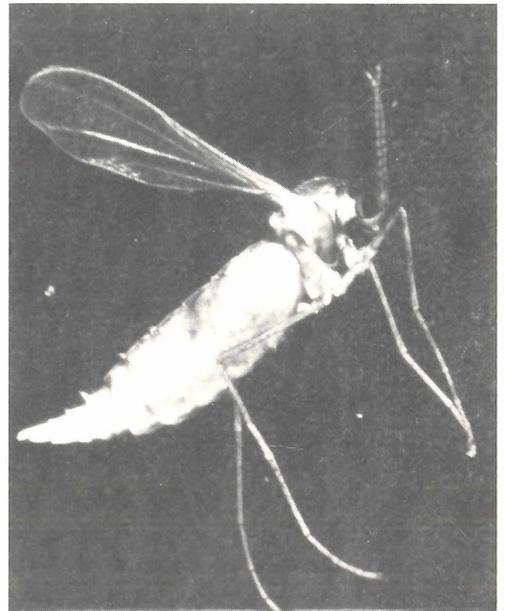


BIO I 90.168/5

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

SUPPLEMENT
zu Faunistisch-Ökologische
Mitteilungen

Experimentell-ökologische-Untersuchungen
an Gallmücken (Cecidomyiidae-Diptera)
in Salzwiesenbereichen Nordwestdeutschlands



Faunistisch-Ökologische Mitteilungen
Supplement 5

Herausgegeben im Auftrage der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann und P. Ohm
Zoologisches Institut und Museum der Universität Kiel

Kiel, 1984

Karl Wachholtz Verlag, Neumünster

Ergänzung zu Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Supplement 4, Seite 12

M. Duodecimpunctata Linné.

Die Larve soll nach Ed. André auf *Alnus* leben (Enslin S. 147), nach Benson S. 130 und Muche S. 16, auf *Cyperaceae* (*Carex versicaria* Linné) und verschiedenen Gramineae, Lorenz-Kraus S. 83 geben an, daß die Larven „am Blattrand leben“. Weiffenbach S. 124 nennt *Carex*-Arten. VIII-X Die Imagines habe ich vorwiegend an Erlen gefangen.

M. albicincta Schrank

Die Larve wurde gefunden auf *Sambucus nigra* Linné, *S. ebulus* Linné und *S. racemosa* Linné (Enslin, S. 151, Weiffenbach, S. 103). Benson, S. 130, und Muche S. 13, geben noch *Valeriana officinalis* Linné als Nährpflanze an, Lorenz-Kraus, S. 81 teilen mit, daß auch die Blüten von *Sambucus* und *Valeriana* gern gefressen werden.

M. ribis Schrank

Vorwiegend auf *Ribes*, aber auch auf *Sambucus* (Enslin S. 154). Die anderen Autoren geben *Sambucus nigra* Linné an (Benson S. 130, Muche S. 14, Lorenz-Kraus S. 84 und Zirngiebl S. 130/138).

Herausgegeben im Auftrage der
Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann und P. Ohm
Zoologisches Institut und Museum
der Universität Kiel

Karl Wachholtz Verlag Neumünster
Herstellung: Zentrale Vervielfältigungsstelle der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Kiel, 1984

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

Experimentell-ökologische-Untersuchungen an Gallmücken (Cecidomyiidae-Diptera) in Salzwiesenbereichen Nordwestdeutschlands

Anschrift des Verfassers:
Dr. Hans Meyer
Zoologisches Institut der Universität Kiel
Abt. Angewandte Ökologie/Küstenforschung
Olshausenstraße 40
D-2300 Kiel 1

BIO I 90.168/5

OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum

Inw. 1997/2247

Vorwort

Ein umfassender Arten- und Ökosystemschutz verlangt möglichst viele Einblicke in die Zusammenhänge der Pflanze-Tier-Beziehungen, da dieser Typ von Vernetzung einen wesentlichen Teil der Nahrungsbeziehungen in Ökosystemen bildet. In bezug auf die in der vorliegenden Arbeit von Dr. Meyer untersuchten Gallmücken spielen sich solche Nahrungsbeziehungen einerseits zwischen Substraten lebender Pflanzen und Tieren ab - dann sind solche Pflanze-Tier-Beziehungen häufig sehr spezialisiert und damit bei Ausfall von Arten nur schwer oder gar nicht ersetzbar. Andererseits spielen Gallmücken mit einem hohen Artenanteil beim Umsatz pflanzlicher Abfallstoffe eine große Rolle. Diese Nahrungsbeziehungen sind zwar als nicht so spezialisiert anzusehen, dafür sind sie aber quantitativ für den Stoffumsatz in Ökosystemen wichtig. Schließlich gibt es bei Gallmücken auch noch Räuber-Beute-Nahrungsbeziehungen, also einen Nahrungsweg zwischen verschiedenen Tiergruppen.

Herr Meyer hat mit dieser Publikation den ersten umfassenden ökosystemaren Untersuchungsansatz für diese individuenmäßig so häufige Tiergruppe gegeben und damit eine wichtige Basis für einen gezielten Arten- und Ökosystemschutz erarbeitet.

Berndt Heydemann

Inhaltsübersicht

		Seite
1.	Einleitung - Einführung in die Cecidomyiidenproblematik	9
2.	Zusammenarbeit	10
3.	Biotopcharakteristik	10
3.1.	Allgemeines zu Zonierung, Genese und ökologischer Besonderheit der Salzwiesen	11
3.2.	Vegetationstypen und Zonierung	14
4.	Abiotische Faktoren der Untersuchungsbiotope	18
4.1.	Salzwiese	24
4.1.1.	Überflutung	24
4.1.2.	Wind	24
4.1.3.	Temperatur	26
4.1.4.	Feuchte (Luft und Bodenfeuchte)	26
4.2.	Seedeiche	26
4.2.1.	Wind	26
4.2.2.	Temperatur	26
4.2.3.	Feuchte (Luft und Bodenfeuchte)	26
4.3.	Koog	27
4.3.1.	Wind	27
4.3.2.	Temperatur	27
4.3.3.	Feuchte (Luft und Bodenfeuchte)	27
5.	Ökologische Bewertung der abiotischen Faktoren	27
5.1.	Temperatur	27
5.2.	Feuchte und Niederschläge	28
5.3.	Wind	28
5.4.	Überflutungen und Salzgehalt	28
6.	Material und Methoden	29
6.1.	Zuchten und Isolationsproben	29
6.1.1.	Zuchten (nur Unterfamilie Cecidomyiinae) Indigenität, Parasitierungsquote	29
6.1.2.	Isolationsproben (alle U.Fam. der Gallmücken) Besiedlungsdichte, Indigenität	30
6.2.	Farbschalen (Trans- und Remissionsschalen)	31
6.3.	Windreusen - Aeroplanktonfang, Emigranten, Immigranten	32
6.4.	Photoelektoren - Besiedlungsdichte, Indigenität	32
6.5.	Streifenetzfänge - statischer Sexualindex	33
7.	Artenidentifikation	33
7.1.	Präparationstechnik	34
7.2.	Determinationsliteratur	34
7.3.	Nomenklatur und Systematik	34
7.4.	Artneubeschreibungen	35
7.4.1.	<i>Procystiphora gerardi</i> n.sp.	35
7.4.2.	<i>Mayetiola puccinelliae</i> n.sp.	40

8.	Arteninventar	44
8.1.	Phytophagie- Gallenbildung (nur U.Fam.) Cecidomyiinae)	53
8.2.	Myzeto- und Detritophagie	56
8.3.	Zoophage Arten	56
8.4.	Inquilline Arten	56
9.	Faunistik	62
9.1.	Neue Arten für Schleswig-Holstein	62
9.2.	Neue Arten für Deutschland	64
9.3.	Neue Arten für die Palaearktis	64
10.	Absolute und relative Arten- und Populationsdichten	64
10.1.	Abundanz -statische Besiedlungsdichten- statische Dominanz	66
10.2.	Aktivitätsdominanz	68
10.3.	Passive Verdriftung (Aeroplankton, Immigranten, Emigranten)	71
10.4.	Tag- und Nachtaktivität	73
10.5.	Farbpräferenz	73
11.	Sexualindex	74
12.	Ökologische Typen - Abhängigkeit von Wind, Salzgehalt und Bodenstruktur	75
12.1.	Abhängigkeit vom Wind (Imaginalstadien)	76
12.2.	Phagie- und Kutikulartypen der Larven	77
12.3.	Abhängigkeit vom Salzgehalt	79
12.4.	Abhängigkeit von der Bodenstruktur	80
13.	Ökologische Zonierung	80
13.1.	Bindung an die verschiedenen ökologischen Zonen	80
13.2.	Affinität der ökologischen Zonen auf Grund der Artenidentität (qualitativer Vergleich)	82
13.3.	Affinität der ökologischen Zonen auf Grund der Dominantenidentität (quantitativer Vergleich)	82
13.4.	Vergleichende Beurteilung der ökologischen Zonierung der dominanten Arten und des Arteninventars	84
14.	Indigenität	85
14.1.	Indigenität der Arten in den verschiedenen ökologischen Zonen der Salzwiese	85
14.2.	Indigenität der Arten für Seedeiche	86
14.3.	Indigenität der Arten für den Koogbereich (Speicherbecken)	86
14.4.	Indigenität der Arten für das sekundäre Niedermoor	86
14.5.	Vergleich Salzwiese Niedermoor	86
15.	Biomasse	87
15.1.	Stationäre Biomasse	87
15.2.	Aktivitäts-Biomasse	89
16.	Phänologie der dominanten Arten	89
17.	Anthropogene Einflüsse - Beweidung	99
17.1.	Veränderungen der qualitativen Zusammensetzung der Vegetation auf Grund der Beweidung und ihre Effekte auf die Cecidomyiiden	99

17.2.	Strukturveränderungen der Wirtspflanzen durch Beweidung und ihre Auswirkung auf die Cecidomyiidae	100
18.	Überlebensstrategien	100
18.1.	Prædispositionen	100
18.2.	Diskussion der Spezialisierungen und ökologischen Bindungen	101
18.2.1.	Phytophagie (Ernährung von lebender Pflanzensubstanz).....	102
18.2.2.	Polyphagie.....	102
18.2.3.	Bindung an Nichthalophyten (Glycophyten).....	102
18.2.4.	Bindung an Halophyten	103
18.2.5.	Morphologische Spezialisierung.....	103
19.	Neuaufbau von Populationen	108
19.1.	indigene Regeneration	108
19.2.	exogene Regeneration	108
20.	Bionomie der dominanten Arten	108
20.1.	Salzwiese	108
20.2.	Seedeiche	109
20.3.	Speicherbecken Hauke-Haien-Koog	112
20.4.	Moor bei Idstedt	112
21.	Zusammenfassung	113
22.	Summary	116
23.	Literaturangaben	119

1. Einleitung - Einführung in die Cecidomyiidenproblematik

An der deutschen Nordseeküste hat sich, durch Anschwemmungs- und Aufschlickungsvorgänge bedingt, ein alluvialer Marschstreifen von ca. 6000 km² Größe und einer durchschnittlichen Breite von 10-20 km gebildet. Diesen eingedeichten Marscharealen ist außendeichs ein Vorlandbereich (Salzwiese - Supralitoral) mit einer Höhe von 0-1,20 m über MThw vorgelagert (SCHOTT 1956), der eine Übergangszone zwischen reifer Marsch und nacktem Watt (Eulitoral) darstellt.

Das ansteigende Niveau der Anlandung bildet ein zoniertes Faktorengefälle in bezug auf Salzgehalt, Bodenfeuchte und Überflutungsfrequenz aus, das sich ebenfalls im Aufbau einer deutlichen Vegetationszonierung eines Rasens aus Bodenschürfpflanzen (Hemikryptophyten) zeigt. Die Nährstoffkonzentration, hervorgerufen durch Anschwemmung und Sedimentation, erreicht im Bereich der geschlossenen Vegetationsdecke (über MThw-Niveau) von Salzwiesen ein Maximum (HEYDEMANN 1973) und stellt die Grundlage für die extrem hohe Produktivität dieser biologisch ganzjährig aktiven Grasnarbe dar. Mit einer Primärproduktion von 2-5 t/ha u. Jahr Trockenmasse (HEYDEMANN 1977) gehören Salzwiesen zu den produktionsstarken Ökosystemen. Die hohe Produktionsrate von Pflanzenmasse im Zusammenhang mit der ungewöhnlich hohen Rate angeschwemmter organischer Substanz (5-15 t/ha u. Jahr HEYDEMANN 1980) und Detritus stellen eine besonders attraktive Nahrungsgrundlage für Konsumenten 1. Grades (Phytophage, Detritophage) und deren Regulierer (Konsumenten 2. Grades - Räuber, Parasiten) dar.

Wie die Daueruntersuchungen der „Abteilung angewandte Ökologie/Küstenforschung“ Kiel (seit 1957) gezeigt haben, besitzen Salzwiesen eine arten- und individuenreiche Arthropodenfauna, die einen oft hohen Spezialisierungsgrad erreicht hat. Sie entsprechen darin der Spezialisierung der Pflanzen. Die zum Litorea-Landschaftstyp gehörenden **Salzwiesen sind als biotopendemisch** anzusehen, da z.B. Salzwiesen in Südeuropa, Nordamerika und Australien ein völlig anderes Arteninventar aufweisen (HEYDEMANN 1979). Salzwiesenareale repräsentieren unter dem Gesichtspunkt gefährdeter Biotope im Rahmen eines umfassenden Feuchtgebietsschutzes in Europa besonders schutzwürdige Gebiete, die eine kritische Minimalgröße erreicht oder bereits unterschritten haben und deshalb nicht weiter durch Großeindeichungsprojekte gefährdet werden sollten.

Eine gründliche Erforschung z.B. der Insektenfauna unter autökologischen Bedingungen kann dazu beitragen, Biotopstörungen an Hand spezifischer Indikatorarten rechtzeitig zu erkennen und so ein wirkungsvolles Biotopmanagement zu gewährleisten.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Ökologie von Cecidomyiiden, die den jüngsten und besonders evolutions-aktiven Zweig des „Bibiomorphen-Komplexes“ innerhalb der Mücken (Nematocera) darstellen. Sie haben in bezug auf Gallbildung den höchsten Evolutionsstand aller Dipterenfamilien erreicht (MAMAEV 1975). Durch vielfältige Lebensweisen wie Zoophagie, Phytophagie, Endophagie, Myzetophagie und Detritophagie bedingt, sind Gallmücken in der Lage, sehr verschiedenartige Lebensräume unter Ausnutzung vieler ökologischer Nischen zu besiedeln. In Salzwiesen und auf Seedeichen erreichen phytophage, detritophage und myzetophage Arten oft hohe Abundanzwerte. Folgende Themenkomplexe wurden in meiner Arbeit schwerpunktmäßig untersucht:

1. Erfassung des Artinventars mit Neubeschreibungen
2. Gallbildung und Bindung an Wirtspflanzen
3. Einfluß der abiotischen Faktoren auf die Gallmückenphänologie
4. Affinitätsuntersuchungen verschiedener ökologischer Zonen auf Grund von Arten- und Dominatenidentitäten
5. Massenwechsel - Jahresphänologie
6. Anthropogene Einflüsse (Beweidung)
7. Adaptationsphänomene: morphologische Strukturen, Überflutungsresistenz

2. Zusammenarbeit

Die vorliegende Arbeit entstand innerhalb der Abt. Angewandte Ökologie/Küstenforschung (Zoologisches Institut Kiel) unter der Leitung von Prof. Dr. B. HEYDEMANN. Für die stete Förderung und vielseitige Hilfe sowie für das große Interesse, auftretende Probleme bei meinen ökologischen Arbeiten in umfangreichen Diskussionen mit mir zu lösen, bin ich ihm zu großem Dank verpflichtet. Materialbeschaffung, Probenentnahme sowie Betreuung der Wettergeräte und Forschungsreservate war nur in Team-Arbeit mit den Mitarbeitern der Küstenforschung möglich. Neben den Herren Dr. W. BETHGE, Dr. D. STÜNING, Dr. T. TISCHLER, Dr. M. v. TSCHIRNHAUS und Diplom-Biologe H.A. WRAGE gilt Herrn Dr. R.-G. SOMMER mein besonderer Dank für eine sehr intensive kollegiale Zusammenarbeit. Herrn Dr. H. USINGER danke ich für diverse Pflanzendeterminationen sowie für floristische Klassifizierungen der untersuchten Biotope. Für technische Beratungen danke ich Herrn E. LINNEMANN. Die vergleichend-morphologischen Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop wurden mit freundlicher Unterstützung von Herrn W. DREYER durchgeführt.

Überprüfungen der von mir determinierten Arten wurden durch das Entgegenkommen mehrerer Spezialisten ermöglicht: Dr. R.J. GAGNÉ (Washington): Gattung *Hyperdiplosis* und *Procystiphora*; Dr. K.M. HARRIS (London): diverse Cecidomyiinae, Lestremiinae, Porricondylinae; Dr. W. KLEESATTEL (Stuttgart): einige Lestremiinae; Prof. Dr. E. MÖHN (Stuttgart): Gallbildner der Cecidomyiinae; Dr. J. YUKAWA (Kagoshima/Japan): *Cordylomyia truncata* und *Porricondyla decussata*. Mein besonderer Dank gilt Dr. K.M. HARRIS und dem Leiter der Dipterensektion im „British Museum of Natural History“ in London Dr. B.H. COGON für die Erlaubnis, die umfangreichen Sammlungen von BARNES und EDWARDS einzusehen. Die Arbeiten der „Abt. Angewandte Ökologie/Küstenforschung“ wurden in guter Zusammenarbeit mit der Abteilung Wasserwirtschaft beim „Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten“, insbesondere mit den „Ämtern für Land- und Wasserwirtschaft“ in Husum und Heide mit ihren Außenstellen Bredstedt, Dagebüll, Meldorf und Wyk/Föhr durchgeführt. Dank gebührt auch besonders dem Ministerialdirigenten Prof. Dr. Ing. ZITSCHER, Kiel und dem leitenden Regierungsbaudirektor Dr. TARNOW in Heide.

3. Biotopcharakteristik

Die vorliegenden Untersuchungen in Schleswig-Holstein wurden in drei Feuchtgebietsarealen mit unterschiedlich starker anthropogener Beeinflussung im Zeitraum von 1971-75 durchgeführt. Die meisten Untersuchungen wurden in Salzwiesenkom-

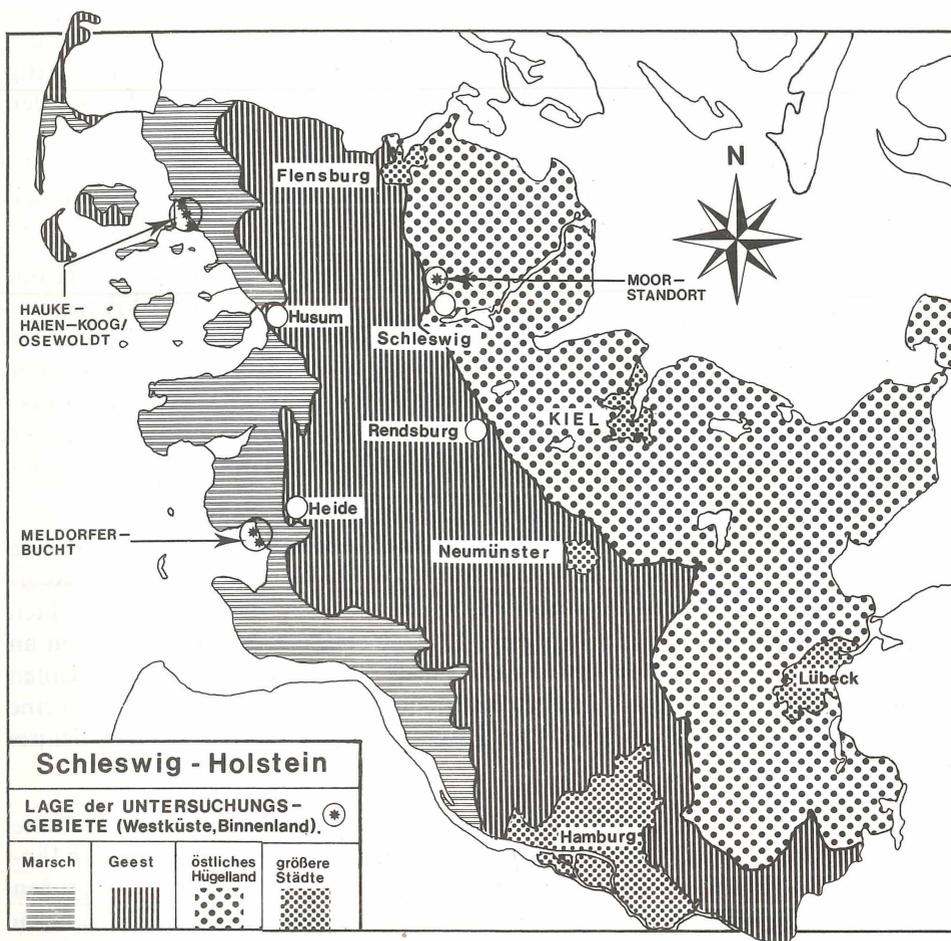


Abb. 1: Geographische Lage der Untersuchungsbiotope in Schleswig-Holstein

plexen durchgeführt, die ca. 65 km (Luftlinie) voneinander entfernt liegen: Meldorfer Bucht - 11 km SW von Heide, Hauke-Haien-Koog u. Osewoldt - 32 km NW von Husum. Zu Vergleichszwecken wurde zusätzlich ein Binnenlandfeuchtgebiet (Flachmoor bzw. „degeneriertes Hochmoor“) 7 km NW von Schleswig untersucht (s. Abb. 1).

3.1. Allgemeines zu Zonierung, Genese und ökologischer Besonderheit der Salzwiesen

Die **Marschgebiete** der deutschen Nordseeküste bilden eine fruchtbare Ebene, deren Niveau nur in geringer Höhe über der mittleren Hochwasserlinie (MThw) liegt und deshalb an der schleswig-holsteinischen Westküste mit einer fast durchgehenden Deichlinie (künstliche Küstenlinie) von ca. 500 km vor dem Zugriff des Meeres geschützt werden müssen. Der Bodenaufbau der Marsch ist durch eine sedimentäre Schichtung gekennzeichnet, die unter Gezeiteneinfluß aus marinen Sedimenten entstanden ist. Die Primärböden wachsen langsam durch Diatomeen- und Cyanophy-

ceenüberzüge begünstigt aus tonreichen Wattsedimenten empor. Wird in etwa das MThw-Niveau erreicht, beginnt eine intensive Salzwiesenbildung, deren rasenartig dichte Vegetationsdecke die Anlandungsgeschwindigkeit zunächst erhöht und den Boden vor Erosion schützt.

Durch Landgewinnungsmaßnahmen - Bau schachbrettartiger Lahnungsfelder sowie wiederholte Grüppelung der aufgeschlickten Vorlandareale (unterhalb MThw) - wird der natürliche Anlandungsprozeß wesentlich beschleunigt.

Salzwiesen existieren in einer typischen niveaubehängigen Sukzessionsreihe (Höhe ca. 0-1,20 m über MThw) in Form von Halophytenassoziationen, die das Faktorengelälle von Salzgehalt, Flutfrequenz und Bodenfeuchte repräsentieren. Über 1,20 m MThw setzt allmählich, durch Aussüßungsvorgänge bedingt, die Umwandlung zu Süßgraswiesen ein (SCHOTT 1956). Zur Landgewinnung wurden früher nur die über MThw liegenden Flächen eingedeicht, während heute auch oft das nackte Watt mit einbezogen wird. Das ergibt Seedeiche, die ohne Vorland ans Eulitoral-Watt angrenzen („Schardeiche“).

Nach Eindeichung der neuen Koogflächen erfolgt eine schnelle Entsalzung, die eine totale Vegetationsveränderung nach sich zieht. Die Aufbau- und Sukzessionsvorgänge, die im Vorland oft Jahrzehnte benötigen, laufen in den neu eingedeichten Kögen im „Zeitraffertempo“ von einigen Jahren ab (HEYDEMANN 1962). Nur an einzelnen salzbeeinflussten Stellen können sich noch in den Kögen Fragmentvarianten der ehemaligen Salzwiesenflora und -fauna erhalten, während im Hauptbereich eine völlige Umgestaltung mit starkem Artenaustausch gegen Arten des Binnenlandes stattfindet.

Einen Sonderfall der Koogbildung stellt das, durch Süßwassereinstau beeinflusste Speicherbeckengebiet im Hauke-Haien-Koog dar, dessen 3 Speicherareale durch Eindeichung unbewachsener Wattflächen entstanden sind. Die insgesamt 700 ha großen Speicherbecken mit einem Bodenniveau von ca. NN + 0,25 m und einer maximalen Stauhöhe bis NN + 1,25 m besitzen eine Speicherkapazität von 7 Mill. m³ Niederschlagwasser. Sie sorgen für Hochwasserentlastung in den Vorflutern der rückwärtigen Marsch, die bei Sturmflutwasserständen nicht in die Nordsee entwässern können. Die Vegetationszusammensetzung wird durch periodischen Süßwassereinstau im Jahresgang sowie im Wechselspiel dazu durch das Eindringen von Salzwasser aus den diluvialen Sanden unter dem Seedeich stark beeinflusst (BREHM und EGGERS 1974).

Die **Seedeiche** bilden einen Grenzbiotop zwischen Marsch und Salzwiese. Auf Grund ihrer Konstruktion unterscheidet man:

Kleideiche

(Deiche vor 1950 angelegt) Sie sind vollständig aus Kleimaterial aufgebaut (Entnahme aus dem Vorland), haben steile Böschungen (Seeseite mit 25-35% Steigung, Deichkehle im oberen Drittel, Landseite noch steiler) und eine Sohlenbreite von ca. 30 m. Die Fallenstandorte Meldorf- und Osewoldt-Seedeich gehören zu diesem Deichtyp (HEYDEMANN 1960).

Sandkerndeiche

(Deiche nach 1950 angelegt) Sie bestehen aus einem aufgespülten Sandkern mit Kleiauflage (Seeseite 1 m, Landseite 50 cm), haben auf der See- und Landseite Böschungen mit geringer Steigung (7-15%) und eine Sohlenbreite von 120-160 m. Beispiel: Speicherbeckendeich Hauke-Haien-Koog (HEYDEMANN 1960).



Abb. 2: Multispektral-Luftbildaufnahme der Salzwiese vor dem Hauke-Haien-Koog mit dem Forschungsreservat.

Die Salzwiese zeigt eine relativ homogene Rotfärbung (dunkle Bereiche, intakte Vegetation). Die grünen (hellen) Bereiche in den Beetmittelzonen weisen auf Störungen (unbewachsene Stellen) in der Vegetationsdecke hin, die durch Vertritt von Schafen sowie durch Ablagerung von Schlick beim Grüppeln auf die Beetmitte entstehen. Die hoch aufgewachsene Reservatvegetation zeigt unterschiedliche Vitalität.

Freigegeben unter SH 800/22

Vergleichsbiotop

Zum Vergleich der Westküstenfauna mit einem Binnenlandfeuchtgebiet wurde ein „sekundärer Flachmoorbereich“ bei Schleswig näher untersucht. Man unterscheidet drei Haupttypen von Moorgebieten in Schleswig-Holstein (s. auch die ausführliche Darstellung bei SCHOTT 1956, Overbeck 1975):

a) Flach- oder Niedermoore (topogene, eutrophe Moore) mit Grundwasserkontakt, relativ nährstoffreichen Böden und artenreicher Flora.

b) Zwischenmoore (soligene mehr oder weniger mesotrophe Moore) ohne Grundwasserkontakt aber mit zusätzlichen Überrieselungswässern aus umgebenden Arealen, Böden mehr oder weniger nährstoffarm, Flora bildet Mischbestand aus Flach- und Hochmoorarten.

c) Hochmoore (ombrogene, oligotrophe Moore) ohne Grundwasserkontakt, Nährstoffzufuhr nur durch Niederschläge und Staub, Böden sehr nährstoffarm, Flora artenarm. Außer im Kreis Herzogtum Lauenburg (Waldhochmoor) treten in Schleswig-Holstein nur baumlose Seeklimahochmoore auf, deren Ostgrenze bei 700 mm Jahresniederschlag liegt. Das Untersuchungsgebiet im Moor bei Schleswig ist nicht eindeutig zu klassifizieren (USINGER mdl.), da es sich in diesem Fall um ein stark anthropogen beeinflusstes ehemaliges Hochmoor handelt, das durch Abtorfung auf den Grundwasserspiegel zurückgesetzt worden ist. Nach USINGER wird dieser Moor-
typ als „sekundäres Flachmoor“ bezeichnet.



Abb. 3: Multispektral-Luftbildaufnahme von Seedeich (Seeseite) und Speicherbecken im Hauke-Haien-Koog.

Seedeich: Der obere Teil der seeseitigen Außenberme hat gegenüber der unteren eine deutlich schwächer entwickelte Vegetationsdecke, was sich in der unterschiedlichen IR-Remission deutlich bemerkbar macht (obere Deichbereiche trockener als die unteren).

Speicherbecken: Vegetation relativ gut entwickelt mit eingestreuten unbewachsenen Schlenken. Freigegeben unter SH 800/27

3.2. Vegetationstypen und Zonierung

Da bei phytophagen Gallmücken eine oft ausgeprägte Wirtspflanzenbindung besteht, erscheint es von großem Interesse, sich einen Überblick über das vorhandene Wirtspflanzenpotential in den einzelnen Untersuchungsbiotopen zu verschaffen.

Nach CHRISTIANSEN 1927, ELLENBERG 1963 und TÜXEN et al. 1957 existiert die folgende Pflanzensukzessionsreihe auf salzigen Schlickböden der Nordsee mit ansteigendem Bodenniveau bzw. sinkendem Salzgehalt vom Vorland bis zum Koog (Nomenklatur der Pflanzennamen nach EHRENDORFER 1973 und Ergänzungen nach BEEFTINK 1977).

a) *Salicornietum strictae* - „Queller Zone“ MThw - 40 cm bis 0 cm

Die ersten *Salicornia* Pflanzen erscheinen bei MThw - 40 cm, um sich dann ab MThw 1- 20 cm „rasenartig“ zu verdichten und den Schlick erstmalig stärker zu durchwurzeln. Im Untersuchungsgebiet verdrängen stellenweise horstförmige Schlickgrasbestände (*Spartina anglica*) den Queller.

b) *Puccinellietum maritimae* - „Anzelzone“ MThw - 20 cm bis + 40 cm

Bei MThw - 20 bis 0 cm beginnt der Anzel den Queller allmählich zu verdrängen und bildet durch starke vegetative Ausläufervermehrung rasenartige dicht verfilzte Vegetationsdecken (besonders in mäßig stark beweideten Zonen), die die Anlandungsvorgänge stark fördern und den Boden vor Erosion schützen. *Puccinellia maritima* ist in dieser Zone dominant; als Begleitarten treten u.a. auf: *Aster tripolium*, *Atriplex hastata*, *Cochlearia danica*, *Halimione portulacoides*, *Suaeda spp.*, *Triglochin maritimum* etc..

c) **Festucetum rubra litoralis** (Typ. Subass.) Juncetum gerardi (s. W. Christiansen) - „untere Rotschwengelzone“ MThw + 40 bis + 70 cm (vgl. REGGE 1973)

An die Anedelzone schließt sich, meist durch eine scharfe Kante gegen das Puccinellietum abgesetzt, die untere Rotschwengelzone an. Das Festucetum rubra litoralis wird auch als typische Subassoziation vom Juncetum gerardi aufgefaßt (Juncetum gerardi ist die Facies von Festuca rubra lit.). Die Übergangszone von Puccinellietum und Juncetum liegt im Bereich von MThw + 35 bis + 40 cm (WEIGMANN 1973) und wird bei CHRISTIANSEN 1927 als Juncetum-bottnicae Zone bezeichnet. *Festuca rubra litoralis* ist bestandsbildend; als Begleitarten treten auf: *Armeria maritima*, *Artemisia maritima*, *Aster tripolium*, *Atriplex hastata* und *littoralis*, *Cochlearia danica*, *Glaux maritima*, *Juncus gerardi*, *Limonium vulgare*, *Halimione portulacoides*, *Plantago maritima*, *Spergularia marina* u. *media*, *Suaeda maritima*, *Triglochin maritimum*.

d) **Leontodon autumnalis - Zone** (Subass.) Juncetum gerardi (s. auch TÜXEN 1957) - „obere Rotschwengelzone“ - MThw + 70 bis + 80 cm (maximal bis + 120 cm).

Diese Zone stellt den Übergangsbereich zwischen Salz- und Süßwiesen dar und enthält deshalb schon die ersten Nichthalophyten (Terminologie nach KREEB 1974).

Halophyten: *Festuca rubra litoralis* häufig, daneben: *Agropyron pungens* (*littorale*), *Armeria maritima*, *Juncus gerardi*, *Glaux maritima*, *Plantago coronopus* ect. **Nichthalophyten:** *Agrostis stolonifera salina*, *Leontodon autumnalis*, *Lolium perenne*, *Potentilla anserina*, *Trifolium fragiferum* und *T.repens*, *Taraxacum officinale* ect.

Allgemeine Bemerkungen zum Salzwiesenareal (Zone a-d):

Die Salzwiesen in Schleswig-Holstein mit einer Fläche von 6490 ha verteilen sich auf 61% Anedel- sowie 39% unterer und oberer Rotschwengelrasen (HEYDEMANN 1979). Sie besitzen, durch die starke Beweidung hervorgerufen, einen rasenartigen Charakter („Salzweide“). Die Schafbeweidung begünstigt einseitig die Entwicklung starker Monokotylenbestände, während andererseits die Dicotyledonen eine starke Artenverarmung, u.a. durch die Vernichtung des gesamten Blütenhorizontes bedingt, erleiden. Beweidete Areale sind deshalb, unter floristischen sowie faunistischen Aspekten gesehen, Gebiete mit sekundärer Regression im Arteninventar (Abnahme dicotyler Pflanzen vermindert das Wirtspflanzenpotential für Phytophage etc.). In ungestörten Gebieten entwickelt sich eine artenreiche ca. 1 m hohe Hochstaudenflur bzw. ein Salzwiesenröhricht, das heute in beweideten Salzwiesen nur noch an unzugänglichen Bereichen (z.B. Prielränder, Forschungsreservate etc.) beobachtet werden kann. Diese Bereiche können auch heute noch bei genügender Größe als **ökologisches Regenerationspotential** dienen.

e) **Lolio-Cynosuretum-Seedeiche**

An die Salzwiese des Deichfußes schließt sich bei den alten Kleideichen die Weidelgras-Weißklee-Weide (Lolio-Cynosuretum) an, die wegen intensiver Beweidung auch zahlreiche Pflanzenarten aus Vertrittgesellschaften (*Plantaginetalia maioris*) enthält (HEYDEMANN 1960). Durch das warme trockene Mikroklima bedingt, treten auf Seedeichen auch einige Pflanzenarten aus Halbtrockenrasengesellschaften (*Mesobromion* z.B. *Ononis spinosa*, *Torylis nodosa* - nach USINGER mdl.) auf. Die übrige Flora entspricht in ihrer Zusammensetzung den Süßgraswiesen in den Kögen. Wie auch im Salzwiesenbereich führt die intensive Beweidung zu einer Artenverarmung der Lebensgemeinschaften, die dadurch instabiler werden. Für das ständige Festtreten der Deichböschungen ist jedoch ein Mindestmaß an Beweidung notwendig, das aber nicht zu starker Überweidung führen sollte, da dann unvermeidlich Vertrittschäden eintreten.

Im Untersuchungsgebiet wurden u.a. folgende Pflanzenarten festgestellt:

Monocotyledoneae: *Agropyron repens*, *Agrostis stolonifera salina*, *Alopecurus geniculatus*, *Bromus mollis*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Hordeum secalinum*, *Juncus gerardi*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, etc..

Dicotyledoneae: *Achillea millefolium*, *Atriplex hastata*, *Armeria maritima*, *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Carum carvi*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsum arvense*, *C. vulgare*, *Geranium molle*, *Leontodon autumnalis*, *Lotus corniculatus*, *Plantago coronopus*, *Pl. lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla anserina*, *Ranunculus acris*, *R. repens*, *Senecio erucifolius*, *Silene alba* spp. *alba*, *Sonchus arvensis*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale*, *Torylis nodosa*, *Trifolium repens*, *Urtica dioica*.

f) Speicherbecken Hauke-Haien-Koog

Insgesamt gesehen zeigt die Vegetation des Speicherbeckens (seit 1959 eingedeicht) starke Aussüßungstendenzen und entspricht deshalb in etwa den Vegetationsverhältnissen an der schwedischen Westküste sowie denen im Ijsselmeergebiet (BREHM 1974). Besonders im Seedeichbereich existieren aber auch noch Reste von Halophyten-gesellschaften. Nach BREHM 1974 lassen sich im Speicherbecken folgende Pflanzen-gesellschaften unterscheiden:

Salicornia-Rasen, *Puccinellia distans*-Rasen, *Puccinellia maritima*-Rasen, *Agrostis stolonifera salina*/*Juncus gerardi*-Flutrasen (Fallenstandort!), *Agrostis stolonifera* Weide, *Festuca rubra* Weide, *Lolio-Cynosuretum*, *Bolboschoenus maritimus*-Röhricht, *Phragmites australis*-Röhricht.

g) Koogweiden

Die als Weiden genutzten Areale sind als *Lolio-Cynosuretum*-Feuchtwiesen ausgebildet.

h) Moor („sekundäres Flachmoor“) bei Schleswig

Es ließen sich in diesem Moorbereich 3 Bereiche (Fallenstandorte) deutlich unterscheiden:

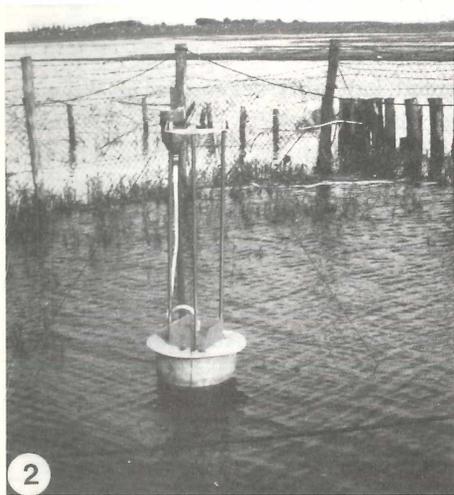
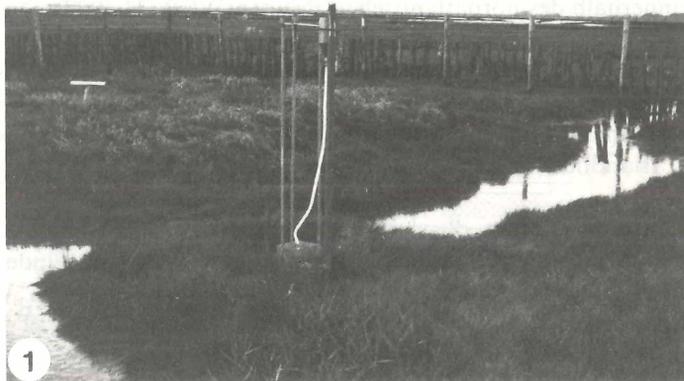
a) Schlenken mit Schwingdecken: *Sphagnen* mit *Eriophorum angustifolium* und *Carex* spp.

b) Verheidungsareale: *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, eingewanderte *Molinia caerulea* Horste (Anzeiger für beginnende Mineralisierung der Torfe)

c) *Juncus effusus* Zone: an alten Torfstichrandzonen - typisch für aufgerissene Moordecken

Tafel I: Untersuchungsbiotope

1. Meldorfer Bucht **unbeweidetes unteres Puccinellietum** Res. III (MThw + 20 cm) bei auflaufendem Wasser mit überflutungssicherem Hebebühnenfangsystem (Gelbschale).
2. Meldorfer Bucht **unbeweidetes unteres Puccinellietum** Res. III (MThw + 20 cm) bei einer mittleren Überflutung mit Hebebühnenfangsystem (Gelbschale).
3. Hauke-Haien-Koog **schwach beweidetes Speicherbecken** mit *Juncus gerardi*/*Agrostis stolonifera* Flutrasen. Farbschale Weiß zum Schutz gegen Weidevieh im Drahtkäfig.
4. Istedt bei Schleswig **unbeweideter sekundärer Niedermoorbereich** in der *Erica*-Verheidungszone mit Farbschale Gelb.



4. Abiotische Faktoren der Untersuchungsbiotope

Schleswig-Holstein gehört, unter klimatischen Aspekten gesehen, zum Nordfriesischen Kreis innerhalb des nordatlantischen Bezirks (WERTH 1927). Durch die Lage zwischen Nord- und Ostsee bedingt, besitzt das Land ein ausgesprochen gemäßigtes, feuchttemperiertes ozeanisches Klima. Der Witterungsverlauf wird durch unregelmäßige Vorstöße kontinentaler oder ozeanischer Luftmassen bestimmt, die im wesentlichen von 3 Hauptaktionszentren außerhalb Schleswig-Holsteins gebildet werden: Azorenhoch, Islandtief, russisch-sibirisches Festlandtief (im Winter entsprechendes Hochdruckgebiet).

Die Temperaturdifferenzen, durch die unterschiedliche Erwärmung von Meer und Land (Sommer, Winter) hervorgerufen, haben jahreszeitlich wechselnde Ausgleichsströmungen zur Folge: „Monsunität“ des Klimas mit zweimaligem Wechsel von maritim zu kontinental bestimmten Witterungsverhältnissen (SCHOTT 1956). Insgesamt gesehen lassen sich folgende Witterungsabläufe in den einzelnen Jahreszeiten auführen (Angaben nach SCHOTT 1956):

a) **Winter:** mild, feucht, nebelreich und sonnenarm. In Ausnahmejahren kommen aber auch strenge kontinental beeinflusste Winter vor (z.B. Winter 1972, Januar Durchschnittstemperatur von $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$!, s. Abb. 4).

b) **Frühling und Frühsommer:** lang, spät einsetzend, kalt und trocken. Das im Winter stark ausgekühlte Meer erwärmt sich langsamer als das Land.

c) **Sommer:** kühl, feucht und kurz. Unterbrechungen durch Azorenhochlagen möglich. Sommermonsun meist ab Juni, Hauptregenzeit Juli/August.

d) **Herbst:** relativ warm und vor allem im Küstenbereich deutlich verlängert (Meer wärmer als das Land). Nachfröste treten besonders an der Küste erst sehr spät auf. Beginn des Wintermonsuns ab Mitte September.

Der Faktor Bewölkung wirkt zusätzlich klimaausgleichend, da er im Sommer die Einstrahlungsintensität herabsetzt und im Winter eine zu starke Abstrahlung unterbindet.

Diese großräumigen Klimaverhältnisse werden durch die Reliefstrukturen und besonders durch die Vegetation der drei Subtypen Marsch, Geest und Hügelland (Definition nach STEWIG 1978) stark modifiziert. Das Westküstengebiet mit der Schleswiger Geest liegt voll im Wirkungsbereich des „atlantischen Klimakeils“. Im Gegensatz zu dem mehr kontinental geprägten SO des Landes, besitzt dieses Gebiet ein besonders ausgeglichenes ozeanisches Klima mit niedrigeren Temperaturen, höheren Niederschlägen (gilt nur für die Geest!) und höheren Windgeschwindigkeiten (STEWIG 1978).

Im **Temperaturverlauf** unterscheiden sich die Küsten deutlich von den übrigen Landesteilen, die nur geringe Temperaturunterschiede aufweisen. Von Oktober bis Januar sind die Küsten durch die verzögerte Abkühlung des Meeres wärmer, während sie im Frühjahr und Sommer durch die verzögerte Meerenserwärmung kühler als das Landesinnere bleiben (SCHOTT 1956). Die Anzahl der Frosttage und die der Sommertage (Tages \varnothing über $25\text{ }^{\circ}\text{C}$) sowie die Sonnenscheindauer liegt niedriger als im Binnenland. Die Jahresdurchschnittstemperaturen liegen, durch die besonders milden Winter bedingt, mit $8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ etwas über den Binnenlandwerten von $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (s. auch HEYDEMANN 1960).

Die **Niederschlagmengen** (langfristige Mittelwerte nach SCHENDEL und PREUSS 1973) sind landschafts- bzw. reliefspezifisch verteilt:

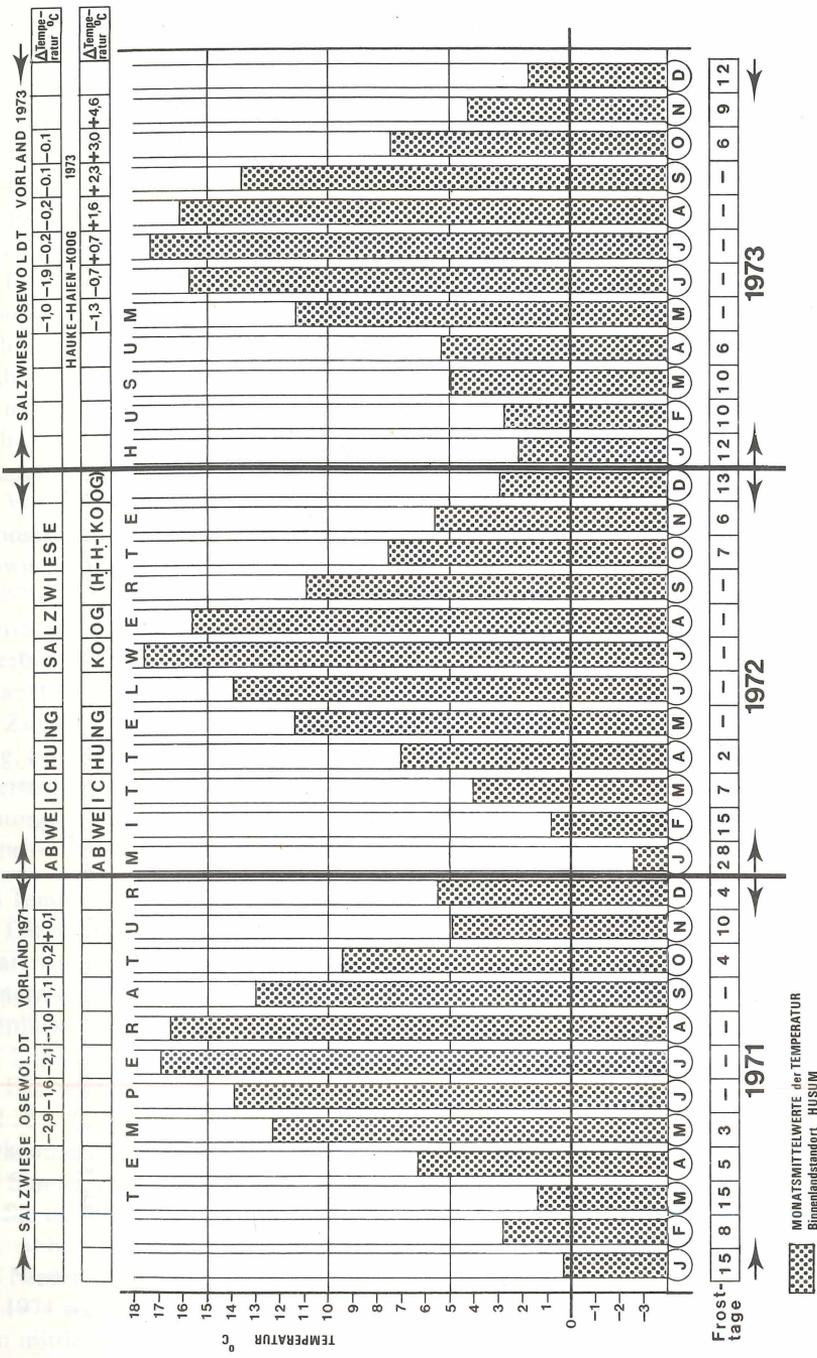


Abb. 4: Temperaturmittelwerte und Anzahl der Frosttage pro Monat vom Binnenlandstandort Husum, Temperaturdifferenzen von Seedeich, Salzwise und Koog zu Husum.

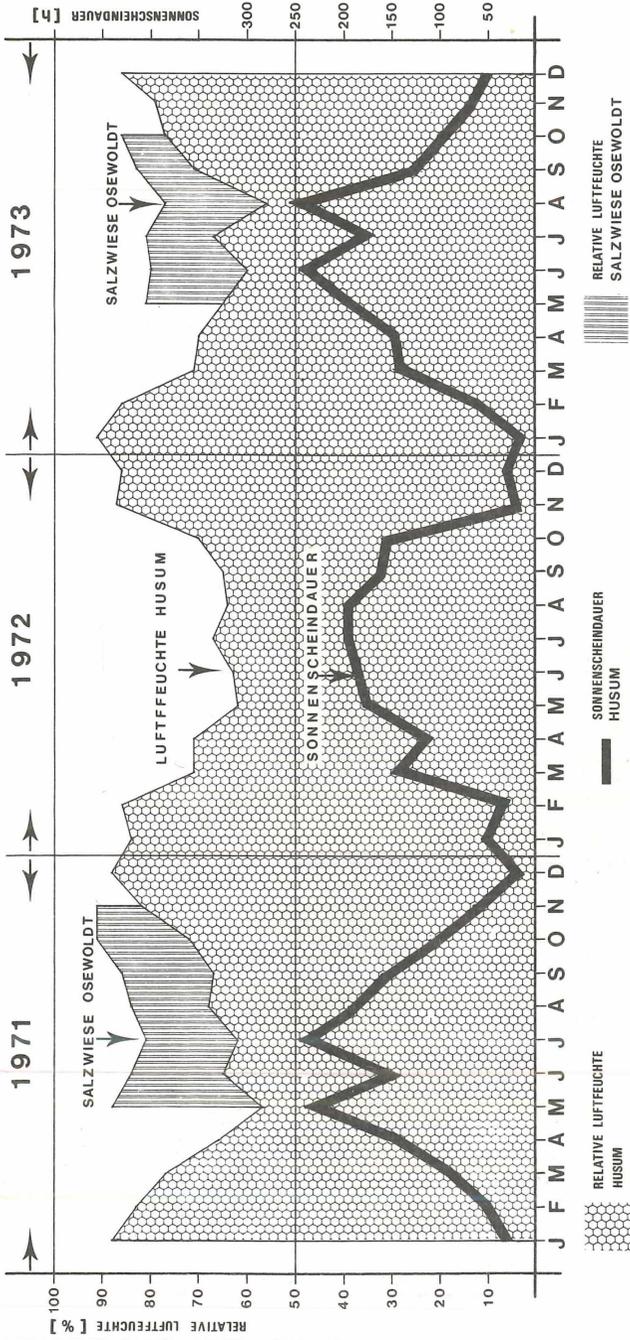


Abb. 5: Sonnenscheindauer und relative Luftfeuchte im Vergleich Binnenland-Husum und Salzwise-Vorland Osewoldt.

Marschgebiete haben insgesamt einen Jahresniederschlag von durchschnittlich 723 mm - die nördlichen Gebiete erhalten mit 689 mm weniger Niederschläge als die mittleren (Dithmarschen) mit 775 mm und südlichen mit 733 mm. Da der größte Teil der vom Meer her durchziehenden feuchten Luftmassen erst durch Aufsteigen und anschließender Kondensation verstärkt zum Abregnen gebracht wird, liegen die Niederschläge im flachen Marschenbereich deutlich unter den Geestwerten, so daß man die Marschen in bezug auf Niederschlagsmengen an sich nicht zum atlantischen Bereich rechnen kann (HEYDEMANN 1960).

Die Geest erhält die meisten Niederschläge mit 771 mm Ø, während das östliche Hügelland meist im Regenschatten der Geest liegt und weniger Niederschläge erhält (723 mm Ø).

Der **Wind** gehört zu den markantesten Kennzeichen des schleswig-holsteinischen Klimas. Besonders an der Nordseeküste **überwiegen Westwindlagen** (Jahresdurchschnitt 53% - im Sommer bis zu 70% nach HEYDEMANN 1960) mit 5-6 m/sec im Jahresmittel, während das Landesinnere windärmer ist. In Bodennähe nimmt die Windgeschwindigkeit erheblich ab; der Wind beeinflusst aber stark die Temperaturschichtung der bodennahen Luftschichten und erhöht die Transpirationsrate des Bodens (Temperatursenkung - Verdunstungskälte).

Von Ende März bis Anfang September kommt es an den Küsten zu Luftzirkulationseffekten, die in Seewindlagen am Tage mit einem Maximum am Nachmittag sowie in nächtlichen Landwinden zum Ausdruck kommen (SCHOTT 1956). Die größte Windhäufigkeit und Stärke liegt im Herbst-/Winterbereich, während die geringste im Frühsommerbereich anzutreffen ist. Der Wind kann an den Küsten in Verbindung mit der Tide und spezifischen, durch die jeweilige Küstenform bewirkten, Stauwirkungen hohe Sturmflutstände erzeugen.

Zur Interpretation klimatischer Einflüsse auf Insektenpopulationen ist es notwendig, auf den Klimaverlauf der Untersuchungsjahrgänge sowie auf die ökoklimatischen Verhältnisse der einzelnen Biotope näher einzugehen. In den einzelnen Untersuchungsjahrgängen konnten die folgenden Witterungsverläufe im Vergleich zu Binnenlandstandorten ermittelt werden:

a) Temperatur (s. Abb. 4)

Die Jahrgänge 1971 mit 8,6 °C und 1972 mit 8,5 °C Jahresdurchschnittstemperatur waren überdurchschnittlich warm, während Jg. 1973 mit 7,9 °C niedriger als das langfristige Jahresmittel von 8,1 °C lag. Der Temperaturverlauf zeigte in allen Jg. ähnliche Verhältnisse.

b) Luftfeuchte (s. Abb. 5)

Die relative Luftfeuchte betrug im Interzeitenbereich 80-90% und lag somit um 10-30% höher als die Werte in Husum, die außerdem durch eine größere Amplitude gekennzeichnet waren (55-90%).

c) Sonnenscheindauer (s. Abb. 5)

Sie ist genau gegenläufig mit der Luftfeuchte korreliert und hat 1972 ihr Minimum (s. Abb. 5).

d) Niederschläge (s. Abb. 6)

1971 war mit 644 mm Jahresniederschlag das niederschlagärmste, 1972 mit 732 mm ein mittleres und 1973 mit 883 mm das niederschlagreichste Jahr. Die Niederschlagsmengen des Vorlandbereiches lagen fast immer unter den Mengen von Husum (Geestprofil!). Die Niederschlagsverteilung auf die einzelnen Monate war in den Jg. unterschiedlich.

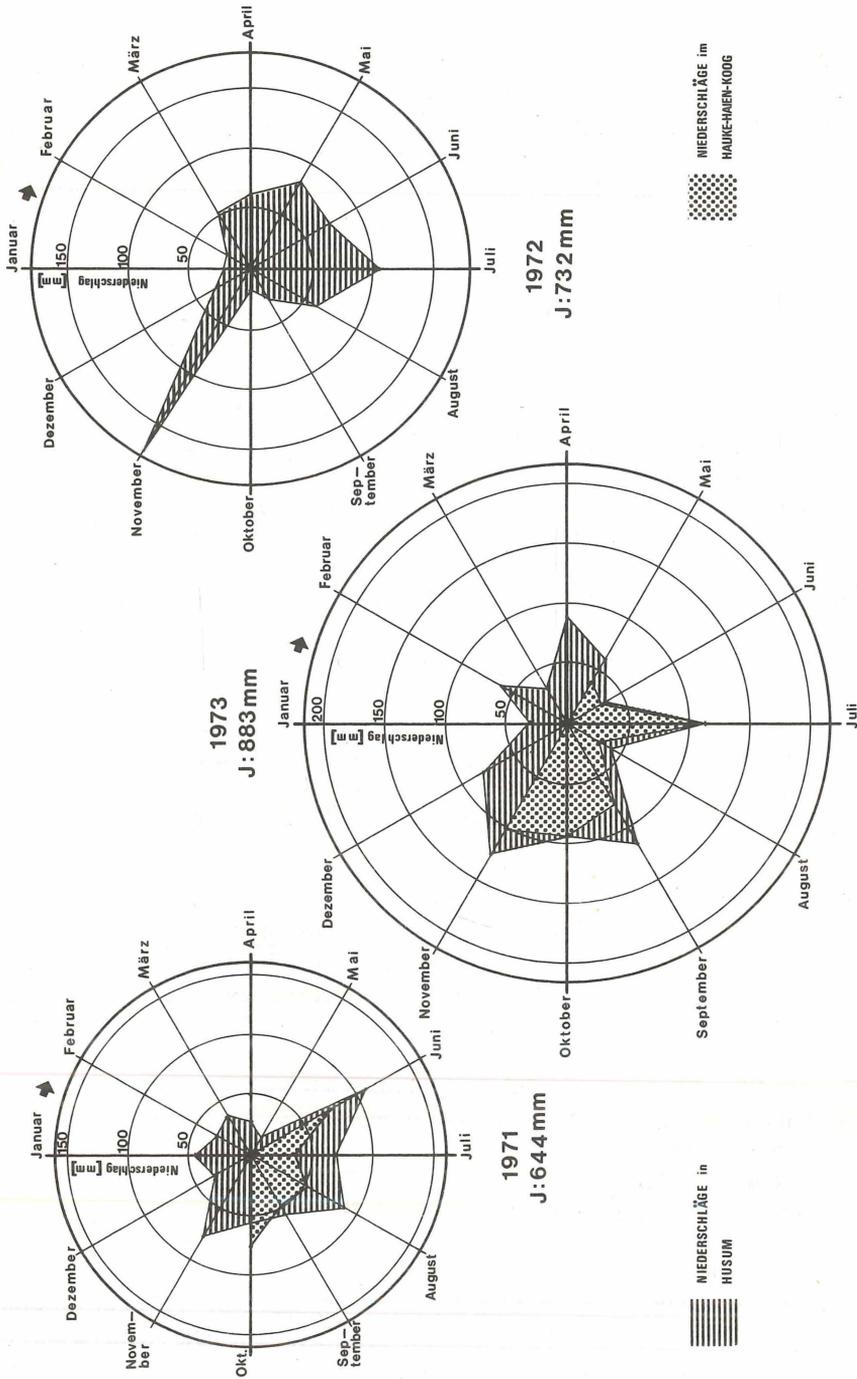


Abb. 6: Verteilung der Niederschläge im Vergleich von Husum (am Geestrand) und dem Hauke-Haien-Koog (Marsch). (Vergleich von 3 Jahren; Kreisdurchmesser proportional der Jahresniederschlagsmenge J).

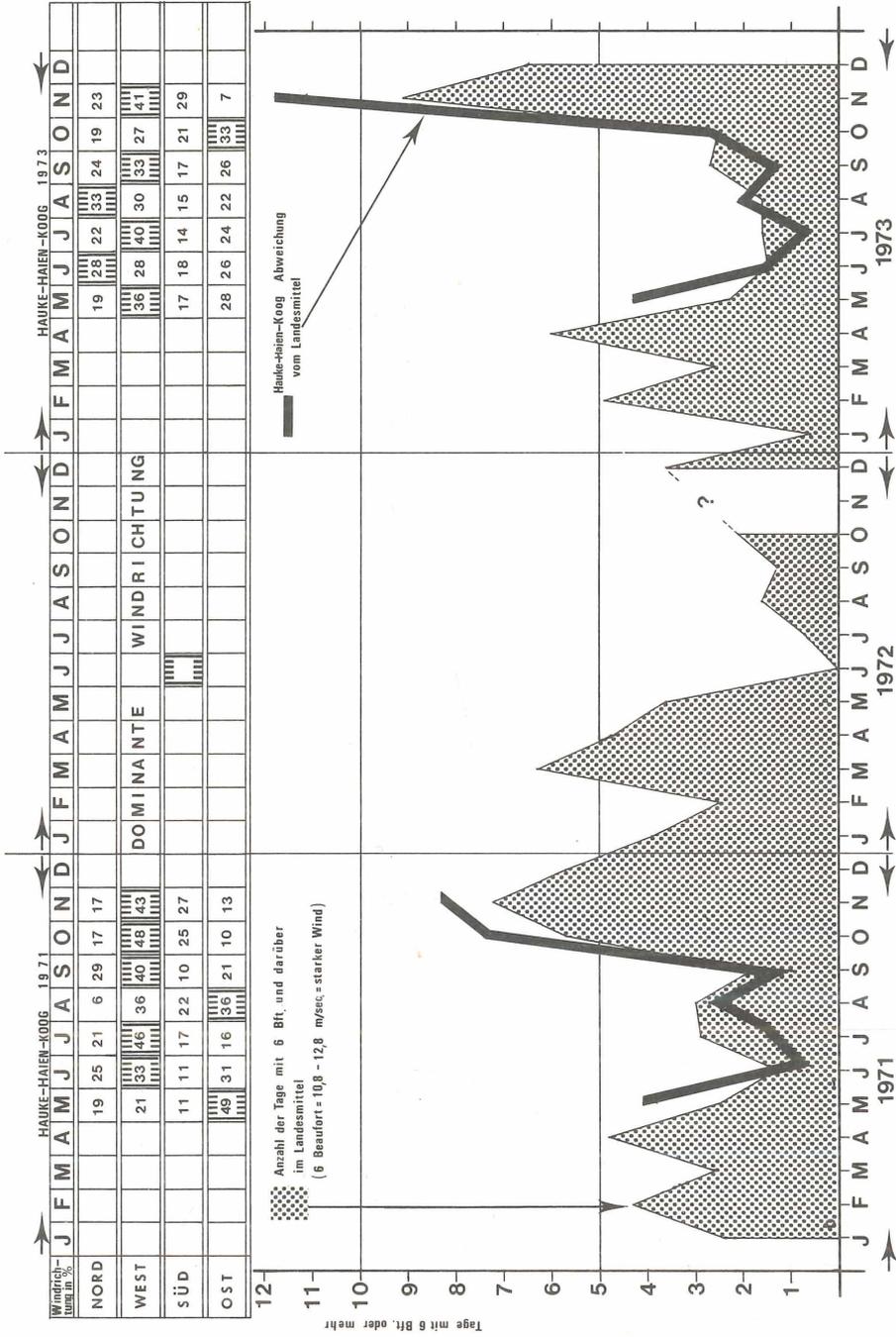


Abb. 7: Windrichtungen (%) und Anzahl der Starkwindtage (6 Bft im 10-Min.-Mittel) pro Monat in Schleswig-Holstein (Landesmittel) im Vergleich zum Hauke-Haien-Koog (100 m hinter dem Seedei, 4 m Höhe).

e) Wind (s. Abb. 7)

Die Anzahl der Starkwindtage (> 6 Bft) lag im Gezeitenbereich meistens über den Landesdurchschnittswerten; es kamen aber auch Perioden mit einer geringeren Anzahl vor. Um die Windmessungen im Biotop, die in 4 m Höhe gemessen wurden, vergleichen zu können, mußte eine Umrechnung nach der Formel:

$$\frac{vx}{(v_{10})} = 8,5 \sqrt{\frac{hx}{10}} \quad \left[\frac{m}{sec} \right]$$

(Windgeschwindigkeit in 10 m bzw. in x m Höhe; hx: Meßpunkthöhe) durchgeführt werden (s. SOMMER 1978).

Windrichtungen: Von Mai bis November waren Westwindlagen dominant - Reihenfolge: West 34-38%, Ost 24-25%, Nord 19-24%, Süd 18-19%. Die untersuchten Areale der Westküste sind im einzelnen durch differente Mikroklimata gekennzeichnet.

4.1. Salzwiese

Salzwiesen ähneln in bestimmten ökologischen Bedingungen den Sumpfwiesenarealen des Binnenlandes, besitzen aber infolge der Gezeiteneinflüsse, durch Überflutung, Salzgehalt sowie durch stark schwankende Feuchtigkeitsverhältnisse besondere Merkmale - ständiger abiotischer Faktorenwechsel.

4.1.1. Überflutung (s. Abb. 8)

Überflutungen, Salzgehalt und Feuchtigkeit sind die ökologisch bestimmenden Faktoren im Ökosystem Salzwiese. Die niveauspezifisch gestaffelte Überflutungsfrequenz nimmt vom oberen Festucetum (MThw + 70 cm und darüber) über das untere Festucetum (MThw + 35-70 cm) und über das obere Puccinellietum (MThw + 20-35 cm) zum unteren Puccinellietum (MThw \pm 0 bis + 20 cm) hin im Verhältnis 1 : 2 : 4 stark zu. Die Salzwiesen in der Meldorfer Bucht werden durch Staueffekte in diesem Bereich häufiger überflutet als die Salzwiesenzonen vor dem Hauke-Haien-Koog. Die Überflutungsfrequenz (1971-1973) weist eine gewisse Jahresperiodizität auf: November stets flutenreichster Monat gefolgt vom Dezember. 1973 war das Jahr mit der größten, 1972 das mit der geringsten Überflutungshäufigkeit.

Der Salzgehalt der Küstenböden liegt im Sommer stets höher als im Winter, obwohl die Flutenanzahl im Herbst und Winter zunimmt. Da aber die Verdunstung im Winter stark gehemmt ist, wirkt sich die Verminderung des Salzgehaltes durch Niederschläge stärker aus als im Sommer. Die Salzgehaltsschwankungen korrelieren im Sommer nicht mit der Überflutungshäufigkeit, sondern eher mit der temperaturabhängigen Verdunstungsintensität (WEIGMANN 1973). Das stärker austrocknende untere Festucetum kann deshalb im Sommer ähnlich hohe Salzwerte wie das Puccinellietum von 20-30‰ erreichen (Durchschnittssalzgehalte: Puccinellietum 13,7‰ unteres Festucetum 11,1‰). Das obere Festucetum (+ 70-85 cm MThw) unterscheidet sich von den anderen Zonen durch einen signifikant niedrigen Salzgehalt von durchschnittlich 4,5 ‰ (nach WEIGMANN 1973).

4.1.2. Wind

Je nach der Vegetationshöhe machen sich Durchmischungseffekte der bodennahen Luftschichten sowie Transpirationserhöhungen bemerkbar (s. auch unter 4e).

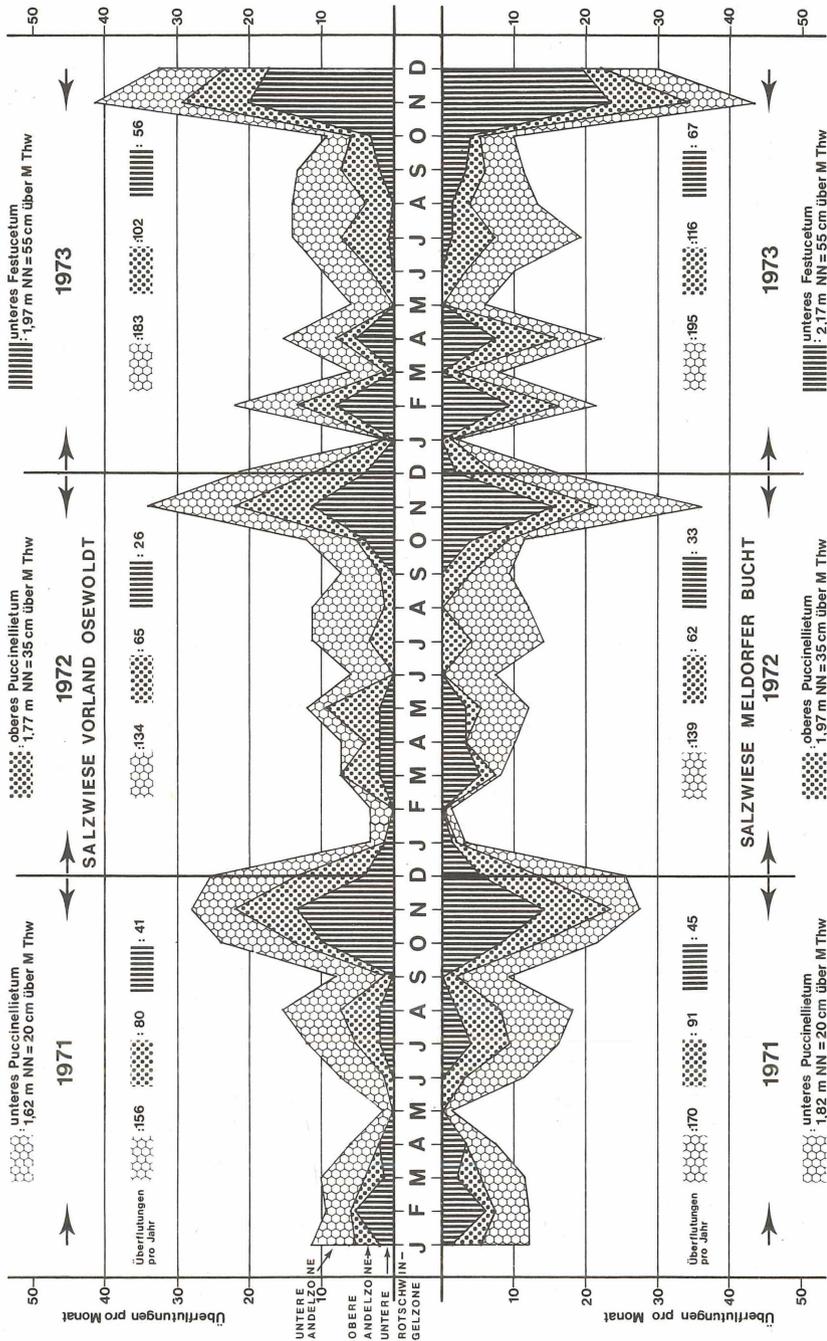


Abb. 8: Anzahl der zonenspezifischen Überflutungen pro Jahr im Salzwiesenbereich der Vorlandbereiche Osewoldt und Meldorfer Bucht (vor Christianskoog).

4.1.3. Temperatur

Im Vergleich zum Binnenlandstandort in Husum liegt die Temperatur zunächst tiefer und erreicht dann im Herbst das Husumer Temperaturniveau.

4.1.4. Feuchte (Luft- und Bodenfeuchte)

Die Salzwiesen haben eine relativ hohe Luftfeuchte mit ausgeglichenem Jahresgang (s. Angaben unter 4b).

Die Bodenfeuchtigkeit (in 0-4 cm Tiefe) schwankt in den einzelnen Salzwiesenzonen (Angaben nach WEIGMANN 1973):

a) Puccinellietum: nasser Standort, oft wasserübersättigt, geringe Wassergehaltsschwankungen.

b) unteres Festucetum: feuchter, nicht nasser Standort, beträchtliche Wassergehaltsschwankungen möglich.

c) oberes Festucetum: mäßig feuchter Standort mit starken Wassergehaltsschwankungen.

4.2. Seedeiche

Seedeiche sind durch ihr trockenes und warmes Mikroklima deutlich von den angrenzenden Vorland- und Koogböden unterschieden.

4.2.1. Wind

Da die meisten Seedeiche an der Westküste in Nord/Süd-Richtung verlaufen, ist ihre Außenberme meistens auch die Westseite (Luvseite) und die Ostseite damit die Leeseite. Besonders in den Sommermonaten (70% Westwind) sind die Außenseiten starken Windeinflüssen ausgesetzt. Die Windgeschwindigkeit in 10 cm Höhe über Bodenniveau nimmt aber schon an der Außenseite der Deiche in Folge des Vegetationseinflusses um ca. 60% ab; die Leeseite ist noch deutlich windärmer (HEYDEMANN 1964).

4.2.2. Temperatur

Die Inklination der Deichböschungen bewirkt eine hohe Wärmeeinstrahlung durch direktes Sonnenlicht und diffuse Himmelsstrahlung. Die Globaleinstrahlung auf den Deichen ist insgesamt gesehen im Jahresdurchschnitt sogar höher als auf senkrechten südexponierten Wänden (HEYDEMANN 1967). Die Westseite der Deiche wird weniger aufgewärmt (Windkühlung) im Vergleich zur windgeschützten Ostseite, die einen deutlichen Temperaturanstieg zeigt. Im Vergleich zum Salzwiesenbereich lag die Außenbermentemperatur im Untersuchungszeitraum stets etwas höher (0,2-1 °C).

4.2.3. Feuchte (Luft- und Bodenfeuchte)

Die Außenböschung hat trotz der Windexponierung eine relativ hohe Luftfeuchte, da sie stark unter dem Einfluß der feuchten Meeresluft steht. Die Innenböschung fällt dagegen in der Luftfeuchte deutlich ab (Leeseite). Die Bodenfeuchte nimmt kontinuierlich von der Sohle zur Krone hin ab - Niederschläge fließen rasch ab und können bei nicht deckender Vegetation zu Erosionserscheinungen an steilen Deichböschungen führen (HEYDEMANN 1964).

4.3. Koog

Die Koogweiden (*Lolio-Cynosuretum*) besitzen ein normales Feuchtwiesenklima, während das Speicherbecken stellenweise noch durch Salz beeinflusst wird (Salzwiesen-Reliktflora), aber keine extremen Überflutungsverhältnisse wie das Vorland aufweist.

4.3.1. Wind

Der Seedeich hat auf die hinter dem Deich liegenden Koogbereiche eine starke Windbremswirkung: Wind in 2 m Höhe über Bodenniveau wird in einer Entfernung von 1-2 km hinter dem Deich noch um 50-70% abgebremst (HEYDEMANN 1964).

4.3.2. Temperatur (s. Abb. 4)

Die Temperaturen liegen am Jahresanfang unter den Werten von Husum, um dann ab Juli deutlich höher zu liegen (windgeschützte Kooglage).

4.3.3. Feuchte (Luft- und Bodenfeuchte)

Die relative Luftfeuchte liegt relativ hoch (stark aufgewachsene Vegetation). Boden besonders im Speicherbecken mit Staunässe.

5. Ökologische Bewertung der abiotischen Faktoren

Das Ökoklima der einzelnen Untersuchungsareale stellt einen Faktorenkomplex dar, dessen Einflußnahme auf *Cecidomyiiden*populationen sich in erster Linie auf Temperatur, Feuchte (Luft- u. Bodenfeuchte, Niederschläge) und Windverhältnisse konzentriert.

Bei phytophagen Gallmücken können Klimafaktoren außerdem die normalerweise vorhandene Entwicklungskoinzidenz zwischen Parasit und Wirtspflanze stören und so zu starken Populationsrückgängen führen (BARNES 1935, 1953). Da die Imaginalstadien der Gallmücken nur eine sehr kurze Lebensdauer von etwa 24-48 h haben, benötigen sie günstige Witterungsverhältnisse (genügend hohe Temperatur, hohe Luftfeuchte, wenig Niederschlag), um eine erfolgreiche Eiablage durchführen zu können. Deshalb können wechselnde Klimaeinflüsse gerade bei Gallmücken zu starken Fluktuationen führen.

5.1. Temperatur

Da alle Entwicklungsvorgänge poikilothermer Insekten temperaturabhängig sind, hat der Temperaturverlauf einen großen Einfluß auf Entwicklung und Aktivität von Larval- und Imaginalstadien sowie auf die Anzahl der Generationen pro Jahr.

An der Westküste kommt der von TISCHLER (1955) definierte Sommeraspekt (Aestival - Juni/Juli) mit seinem besonders starken Auftreten von holometabolen Insekten - bedingt durch die verzögerte Erwärmung der Küstenregion - erst jahreszeitlich verspätet zum Tragen. Viele Gallmücken haben ihr Abundanzmaximum erst im August/Septemberbereich.

Besonders Diapausevorgänge weisen deutliche Korrelationen zu Temperaturfaktoren auf - z.B. der Temperaturwechsel warm - kalt - warm, der die Weiterentwicklung der Larvenstadien ermöglicht (BASEDOW 1977b, BAIER 1963/4). Zum Bruch der Winterdiapause muß die Umgebungstemperatur im Boden bzw. in den Gallen einen

Schwellenwert von etwa 10 °C (NIJVELD in BAIER 1963/4) überschreiten, um den Diapausebruch herbeizuführen.

Für die Aktivität der Imagines (Flug, Kopulation, Eiablage) werden in der Literatur Optimalwerte zwischen 15 ° und 25 °C angegeben (KURZE 1974, KIRCHNER 1966, STOKES 1953).

5.2. Feuchte und Niederschläge

Für viele Gallmücken werden erst optimale Entwicklungs- und Aktivitätsverhältnisse erreicht, wenn günstige Temperaturen mit hohen Feuchtwerten korreliert sind. Eier und Eilarven stellen besonders hygrophile Stadien dar, die oft schon bei einer relativen Luftfeuchte unter 80% absterben (POSTNER 1973). Bei einigen Gallmückenarten wird die Larvaldiapause durch Wasseraufnahme beendet (z.B. *Mayetiola destructor*, NOLL 1959), während bei *Dasineura brassicae* nur der Temperaturverlauf entscheidend sein soll (KIRCHNER 1966).

Morphologisch und ökologisch lassen sich xerophile und hygrophile Gallmückenlarven unterscheiden (MAMAEV 1975). Larven in Pflanzengallen sind geringeren Feuchteschwankungen ausgesetzt als im Erdboden lebende bzw. sich im Erdboden verpuppende Larven (Pflanzengallen gleichen Feuchteschwankungen aus). Viele Erdbodenverpupper verlassen ihre Wirtspflanzen vorzugsweise an Tagen mit hoher Luftfeuchte und bohren sich je nach der Bodenfeuchte verschieden tief ein („Hygrotaxis“ bei *Haplodiplosis equestris* - BAIER 1963/4).

Der Imaginalflug wird durch hohe Luftfeuchte bzw. leichten Nieselregen stark gefördert, während Regen durch seine ungünstigen Auswirkungen auf die zarten Gallmücken (Festkleben der Tiere am Substrat, Flügelschäden) zur Flugeinstellung bzw. Vernichtung führt.

Die Westküste begünstigt durch ihre hohen Feuchtwerte und relativ günstigen Temperaturverhältnisse den Aufbau starker Gallmückenpopulationen.

5.3. Wind

Gallmücken sind sehr windempfindlich und stellen schon bei geringen Windgeschwindigkeiten (3 Bft - 3,4 - 5,4 m/sec) den aktiven Anflug ein (Lichtfänge - KURZE 1974). Die aktive Migration erfolgt meist nur auf kurzen Strecken im Windschutz der Vegetation (zum Teil gegen den Wind), während die Windverdriftung (Anemochorie) zur großräumigen Ausbreitung führt. Besonders die Cecidomyiinae und Porricondyliinae sind auf Grund ihrer langen Extremitäten für einen weiträumigen Windtransport prädestiniert („velum-types“ - MAMAEV 1975). Der Wind kann deshalb besonders an der Westküste durch Verdriftung zu starken Populationsveränderungen führen.

5.4. Überflutungen und Salzgehalt

Die Immigration in den Supralitoralbereich, der durch periodische Überflutungen und schwankende Bodensalzgehalte gekennzeichnet ist, kann nur durch Formen erfolgen, die für diesen Extrembereich praedisponiert, praeadaptiert oder sogar spezialisiert sind (HEYDEMANN 1973). Die oft extrem hohe Wasserresistenz vieler Gallmückenlarven (*Haplodiplosis equestris* bis 2 Jahre nach BAIER 1963/4, eigene Versuche mit anderen Arten ergaben einige Monate) kann als Praedisposition zur Supralitoralbesiedlung angesehen werden. Weitere Faktoren zur Artenpraedisposition stellen Larvalkokons (Erdverpupper der Cecidomyiinae und Porricondyliinae - Lestremiinae ohne Kokons), Puparien (Gatt. *Mayetiola*) und Gallen dar.

Hydrochorer Transport (s. auch PALMEN 1950) von Gallmücken konnte bei einigen Arten - z.B. Puparien in *Puccinellia maritima* Halmstücken von *Mayetiola puccinelliae* - festgestellt werden (Zuchten aus Strandanwurf - Spülsäume am Seedeich).

Terrestrische und limnische Arthropoden besitzen im allgemeinen einen Salzgehalt in ihrer Hämolymphe von 8-15‰ und führen in hypotonischen Medien Osmoregulation durch, während sie in hypertonischen Bodensalzlösungen oft Poikiloosmotie zeigen (WEIGMANN 1973). Die Bodensalzlösung, die im Salzwiesenbereich starke Schwankungen zwischen 0 und 300‰ (partielle Aussüßung - Auskristallisation von Salzen an der Bodenoberfläche etc.) aufweisen kann (HEYDEMANN 1967), wirkt besonders in höherer Konzentration oft letal auf Insektenlarven im Boden.

6. Material und Methoden

Es ist unmöglich, mit nur einer Methode alle Insektenarten eines bestimmten Raumes zu erfassen, da alle Fallentypen - gleich welcher Konstruktion - mehr oder weniger selektiv fangen und mit spezifischen Fehlern behaftet sind. Aus diesem Grund war es notwendig, verschiedene qualitative und quantitative Erfassungsmethoden (vgl. SOMMER 1978) anzuwenden, um ein möglichst repräsentatives Bild der Gallmückenfauna in den einzelnen Regionen zu erhalten.

Aus Gründen der Langfristigkeit (mehrere Jahrgänge) und der besseren Vergleichbarkeit wurden bevorzugt automatische Fangsysteme eingesetzt. Eine Probenmenge von 3473 Einzelfängen ergab ein Gallmückenmaterial von 47320 Tieren (Remissionschalenanteil: 34590), die sich auf ca. 136 Arten mit 57 Gattungen verteilen. Zu diesen Fangzahlen kamen noch 5157 (= 10%) Individuen hinzu, die meistens zur Unterfamilie Cecidomyiinae gehörten und sich nicht bis zur Gattung bestimmen ließen, da es sich hier fast ausschließlich um ♀ ♀ handelte. Sie wurden deshalb im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

6.1. Zuchten und Isolationsproben

Die beste Möglichkeit, Indigenität sowie Wirtspflanzenspezifität von Gallmücken zu ermitteln, stellen Zuchten und Isolationsproben dar. In jeder ökologischen Zone wurden deshalb Pflanzenproben (Einzelpflanzen, Bodenkörper mit Vegetation etc.) sowie vorhandene Pflanzengallen eingesammelt und auf Gallmückenbefall hin untersucht.

6.1.1. Zuchten (nur U. Fam. Cecidomyiinae)-Indigenität, Parasitierungsquote

Zur Aufzucht von Gallmückenlarven wurden nur Larvenfunde berücksichtigt, die von eindeutig bestimmten Wirtspflanzen mit genau definierten Gallen bzw. anderen Larvallokalitäten an diesen Pflanzen ohne Gallbildung (Blütenköpfe etc.) stammten. Nur auf diese Weise ließen sich mögliche Fehler in der Artdetermination ausschließen, da sich die Arten vieler Cecidomyiinae-Gattungen wie z.B. *Dasineura* sich bisher nur nach ihren Wirtspflanzen bzw. Gallen bestimmen lassen.

Zur Aufzucht der Imagines wurden Einzelpflanzen bzw. Gallen in PVC-Beutel eingetütet oder bei größeren Probenmengen in belüftete Ausfangeimer (s. Abb. 9) eingesetzt. Reifes Larvenmaterial verläßt bei den Erdbodenverpuppem meist nach einigen Tagen die Wirtspflanzen und wird dann zur Weiterentwicklung in Gläser, die

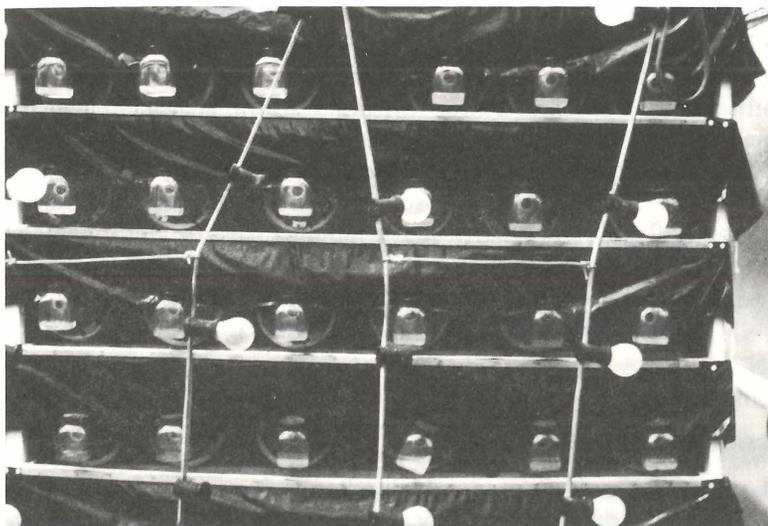


Abb. 9: Regal mit Ausfanggefäßen im Insektarium der Abt. Angewandte Ökologie/Küstenforschung in Kiel. In die Gefäße eingesetzte Isolationsproben (Soden etc.) werden nach dem Prinzip der positiven Phototaxis ausgefangen. Um optimale Fangergebnisse zu erreichen, werden die Fanggefäße während der Nachtphase zusätzlich mit Glühlampenlicht oder Mischlicht (Hg-Mischlichtlampe) illuminiert.

Bau der Ausfangeimer: 10 l Gefäße mit Flanschdeckel, Deckel mit Belüftung durch ein großes mit Gaze abgedecktes Loch, Boden mit eingesetztem halbdurchsichtigem Pulvertrichter, glasklarer Ausfangbehälter mit Fangflüssigkeit.

zur Hälfte mit feuchtem ausgeglühtem Sand gefüllt sind, eingesetzt (Methode nach RÜBSAAMEN/HEDICKE 1925/39). Die positiv geotaktisch (bzw. negativ phototaktisch) reagierenden Larven wühlen sich rasch in den Sand ein. Gallenverpupper werden direkt aus den Gallen gezogen.

Neunzig Zuchtproben erbrachten 8987 Larven, aus denen sich 648 Parasiten und 4165 Gallmücken (15 Gattungen mit 31 Arten - alle Unterfamilie Cecidomyiinae) entwickelten.

6.1.2. Isolationsproben (alle U. Fam. der Gallmücken) - Besiedlungsdichte - Indigenität

Farbschalenfänge liefern keinen direkten Beweis für das indigene Vorkommen von Gallmücken in den einzelnen Sukzessionszonen. Deshalb wurden Bodenkörper mit ihrem spezifischen Pflanzenbewuchs (Soden ca. 20 x 20 x 15 cm) isoliert, langfristig ökologisch intakt gehalten und nach dem Prinzip der positiven Phototaxis ausgefangen. Zum Anfang dienten PVC-Quader (Methode v. TSCHIRNHAUS) oder Ausfangeimer (s. Abb. 9). Besonders für Gallmücken, deren Larven in der Bodenstreu oder im Boden leben (viele Cecidomyiinae, Porricondyliinae und Lestremiinae) bietet diese Methode die Möglichkeit, sich ein genaues Bild von der Indigenität und Individuendichte dieser Arten in den einzelnen ökologischen Zonen zu machen.

Bei diesen Proben wird in erster Linie die Nachproduktion erfaßt, da die momentane aktivitätsbezogene Besiedlungsdichte beim Transport und während des Einset-

zens verloren geht (SOMMER 1978). Der Umrechnungsfaktor zu den 1 m² Photoelektronen beträgt etwa 1 : 25. Aus insgesamt 334 Isolationsproben, die unter statistischen Aspekten für die meisten der untersuchten Standorte eine genügend hohe Stichprobenanzahl ergaben, wurden 4670 Gallmücken mit 73 Arten aus 45 Gattungen gezogen (Cecidomyiinae, Porricondyliinae, Lestremiinae).

6.2. Farbschalen (Trans- und Remissionsschalen)

Trans- und Remissionsschalen arbeiten grundsätzlich nach dem gleichen Fangprinzip, da hier das spezifische Reaktionsverhalten flugaktiver Insekten auf unterschiedliche Farbqualitäten zur Ermittlung ihrer Aktivitätsdichte (Tag-Nachtaktivität) genutzt wird (SOMMER 1978).

Aktivitätsdichte wird von HEYDEMANN (1956) als eine Dichte definiert, die von lokomotorisch aktiven Organismen durch Berühren oder Passieren einer Linie, einer spezifischen Fläche oder einer bestimmten Raumeinheit in definierter Zeit erreicht wird. Die gemessene Aktivitätsdichte der Farbschalen ist abhängig von der Fläche (fangwirksame Öffnung 20 x 20 cm) sowie von den spektralen Eigenschaften der eingesetzten Trans- und Remissionsschalen (s. auch SOMMER und MEYER 1976).

Zur Sicherung langfristiger Untersuchungsreihen im Rahmen der Abt. Angewandte Ökologie/Küstenforschung Kiel wurde die von HEYDEMANN (vgl. 1956, 1958, 1964) stark verbesserte Form der „Moericke Farbschale“ (s. MOERICKE 1951) übernommen: Dimensionen 20 x 20 x 10 cm, 4% Formaldehydlösung als Fangmedium unter Zusatz eines Entspannungsmittels (Pril bzw. Agepon).

Im Gezeitenbereich der Salzwiesen (Schalen in unbeweideten Forschungsreservaten) war es notwendig, die Trans- und Remissionsschalen durch einen „automatischen Hebemechanismus“ (s. MEYER und SOMMER 1972) vor Überflutungen zu schützen. In den übrigen beweideten Arealen (Deiche, Speicherbecken) waren die Schalen in Maschendrahtkäfigen eventuellen Zerstörungen durch Schafe und Rinder weitgehend entzogen.

Da die in allen Zonen eingesetzten Farbschalen frei sichtbar auf Bodenniveau standen und außerdem durch ein Wassernachlaufsystem stets für einen etwa gleich hohen Flüssigkeitspegel in den Schalen gesorgt wurde, ergab sich während der gesamten Fangsaison eine optimale Fängigkeit. Um eine gute Vergleichbarkeit von Trans- und Remissionsschalen zu erreichen, erhielten die Nachtfangschalen die gleichen Abmessungen wie die Tagschalen. In physikalischer Hinsicht ließen sich aber deutlich Unterschiede durch die Verwendung unterschiedlicher Beleuchtungssysteme (Licht- bzw. Körperfarben) nicht vermeiden.

Transmissionsschalen (Nachtfang nur bei Sondereinsätzen) Illumination von transparenten Plexiglasschalen mit Lichtfarben eines Selbstleuchters (Halogenscheinwerfer), der die Schalen durch vorgelegte Glasfilter hindurch in den Farben „weiß“, gelb, grün, blau, rot transmittiert. 938 Einzelfänge (Standzeit: 1 Nacht) erbrachten 425 Gallmückenindividuen.

Remissionsschalen (Tagfang: Serien und Sondereinsätze) Schalen, die auf Körperfarbenbasis fangen, d.h. Farben eines nicht selbst leuchtenden Körpers, der durch Tageslicht illuminiert wird. Als Remissionsfarben wurden „weiß, schwarz“, gelb, grün, blau, rot gewählt (Serienschalen nur in weiß, gelb, blau - übrige Farben zusätzlich nur während der Sondereinsätze). Mit Remissionsschalen wurde die Hauptmenge an Gallmücken gefangen: 34590 Individuen (593 Serienschalen à 15 Tg Standzeit mit 33425 u. 857 Sondereinsatzschalen à 1 Tg Standzeit mit 1165 Tieren).

6.3. Windreusen - Aeroplanktonfang - Emigranten - Immigranten

Gallmücken können aus biotechnischen Gründen wie z.B. geringes Gewicht, lange Extremitäten, reduziertes Flügelgeäder nur in geringem Maß aktive Flüge (meist im Schutze der Vegetation) durchführen. Die Neu- und Wiederbesiedlung von Biotopen erfolgt deshalb in erster Linie durch passive Windverdriftung der Imagines.

Zur Untersuchung dieser „Aeroplanktonflüge“ (Definition nach HEYDEMANN 1967) bzw. zur Ermittlung von passiver Flugdichte, Flugrichtung, Emigranten und Immigranten diente eine Windreusenkonstruktion, die im oberen Puccinellietum (Forschungsreservat II) der Meldorfer Bucht 1,50 m über Bodenniveau aufgestellt war. Das Reusensystem besteht aus 4 gazebespannten (Maschenweite 0,5 mm) Einzelreusen mit je 1 m² fangwirksamer Öffnung (eine pro Haupthimmelsrichtung). Am Reusenende ist basal eine Formalinfalle zum Auffangen der Insekten eingelassen.

52 Windreusenproben lieferten insgesamt 2089 Gallmücken (in den Individuenzahlen der Remissionsschalen enthalten!) mit 51 Arten aus 27 Gattungen.

6.4. Photoelektoren - Besiedlungsdichte, Indigenität

Fangergebnisse von Farbschalen können nicht ohne weiteres einem flächenmäßig abgrenzbaren Einzugsbereich zugeordnet werden, da die Erfassungsintensität in Schallennähe am größten ist (theoretisch 100%), um dann in nicht linearer Weise auf ein Niveau von 0% im Grenzbereich der Anlockung abzusinken (SOMMER, MEYER 1976). Will man deshalb Farbschalenaktivitätsdichte mit der Besiedlungsdichte einer Fläche in Beziehung setzen, muß man die Besiedlungsdichte durch gleichzeitig mit den Farbschalen aufgestellte Photoelektoren ermitteln.

Die eingesetzten Elektoren (s. FUNKE 1971, REGGE 1973, WAEDE 1960) arbeiten nach dem Prinzip der positiven Phototaxis und fangen die flugaktive Insektenfauna einer definierten Fläche bzw. Raumeinheit automatisch aus (Elektoren: 1 m² Grundfläche, Höhe ca. 50 cm, 10 cm tief in den Boden eingelassen).

Die Ausfanggeschwindigkeit von Photoelektoren ist als eine Funktion von Individualaktivität und Raumwiderstand zu verstehen. Raumwiderstand wird von HEYDEMANN 1956 als „Umweltwiderstand bezeichnet, der die Aktivität der Tierwelt in den verschiedenen Schichten der Lebensräume hemmend entgegenwirkt und von der Struktur der gedachten Quer- und Längsschnitte der geologischen und floristischen Aufbauelemente eines Biotops verursacht wird“. Je nach Vegetationshöhe und Dichte kann deshalb der Raumwiderstand in den einzelnen Untersuchungsarealen unterschiedliche Dimensionen (kurz abgegraster Rasen, aufgewachsene Vegetation) annehmen und so Geschwindigkeit und Intensität der Elektorfänge, insbesondere bei schlecht fliegenden Formen wie Gallmücken, negativ beeinflussen. Ausfangzeiten von 12 bzw. 24 h reichten aber meistens aus, um zufriedenstellende Ausfangquoten auch für Gallmücken zu erreichen.

Durch Anwendung verschieden langer Fangzeiten lassen sich **aktivitätsbezogene Besiedlungsdichten** mit zu vernachlässigender Nachproduktionsrate (Sondereinsatzelektoren mit 12 bzw. 24 h Standzeit) sowie totale aktivitätsbezogene Besiedlungsdichten (Elektoren längerer Standzeit inklusive Nachproduktion) mit der Erfassung aller flugfähigen Imagines während einer Generation unterscheiden (Besiedlungsdichtedefinition nach SOMMER 1978).

Zur Feststellung der Indigenität wurde wie bei den unter Punkt 6.1.2. abgehandelten Isolationsproben nur die Nachproduktion berücksichtigt, indem die Fänge der ersten

Tage nach Aufsetzen der Elektoren nicht ausgewertet wurden, da diese zufällig eingeflogene also nicht indigene Arten mit enthalten könnten.

Mit insgesamt 840 Photoelektor-Proben wurden 2462 Gallmücken gefangen (59 Serienelektoren - Standzeit 14 Tage, 4 Wochen und länger mit 1451 u. 781 Sondereinsatzelektoren - 12 bzw. 24 h Standzeit mit 1011 Cecidomyiidae).

6.5. Streifnetzfänge - statischer Sexualindex

Nach der Chromosomentheorie sollten bei Organismen mit bisexueller Vermehrung beide Geschlechter gleich häufig also im Verhältnis 1 : 1 auftreten. Bei Gallmücken wie auch bei anderen Insektenfamilien kommen aber oft starke Abweichungen im Sexualindex vor.

Gallmücken zeigen eine große Variabilität in bezug auf diesen Faktor: Arten mit ♂♂ und ♀♀ im Verhältnis 1 : 1, ♂♂ bzw. ♀♀ im Überschuß, Variabilität einzelner Generationen von polyvoltinen Arten, unterschiedliche Mortalitätsrate von ♂♂ und ♀♀ sowie Arten, die in der Regel nur noch unisexuelle Familien (♂♂ oder ♀♀ erzeugen - *Rhabdophaga heterobia* H. LW. - s. BARNES 1931).

Experimentell konnten außerdem z.B. Temperaturerhöhungen im Winter den Sexualindex modifizieren. Da ♂♂ und ♀♀ häufig eine unterschiedliche Aktivität zeigten (z.B. Aktivitätssexualindex in Farbschalen - s. HEYDEMANN 1960), muß zur Erfassung des Sexualindex eine Methode verwandt werden, die unterschiedliches Reaktionsverhalten von ♂♂ und ♀♀ möglichst ausschließt.

Zur Erfassung größerer Flächen (nur dann genügende Materialmengen erhältlich) kamen deshalb ausschließlich Streifnetzfänge in Frage, die unter statistischen Aspekten gesehen eine Aneinanderreihung zahlreicher Stichproben darstellen (SOMMER 1978).

Die Streifnetzfänge ergeben so relativ genaue Aussagen über den tatsächlich im Biotop vorhandenen Sexualindex der einzelnen Arten. 40 Streifnetzfänge enthielten eine Menge von 1292 Cecidomyiiden.

7. Artidentifikation

Gallmücken stellen eine der umfangreichsten Familien der Dipteren dar und bilden innerhalb der Nematocera eine geschlossene monophyletische Gruppe mit einem äußerst umfangreichen Lebensformspektrum (MÖHN 1966). Bisher wurden auf der Welt etwa 4000 Arten in 530 Gattungen beschrieben (NIJVELDT 1969); es kommen aber ständig neue Arten und Gattungen hinzu, so daß die Gallmückensystematik auch heute noch starken Veränderungen unterworfen ist. Schätzungen gehen davon aus, daß die Weltfauna ca. 30000 bis 40000 Arten als Maximum (WHITE 1950) in 600 bis 1000 validen Gattungen (HARRIS 1966) enthalten könnte.

Trotz intensiver Gallmückenforschung seit 1890 ist man auch in Europa noch weit davon entfernt, für größere Gebiete einen genauen Überblick in Bezug auf Artenzahl und Artenfaunistik angeben zu können. Das gilt vor allem für den relativ großen Anteil an freilebenden Gallmücken (U. Fam. Lestremiinae, Porricondyliinae und viele Cecidomyiinae), die keine Gallen erzeugen. Die Faunistik der Gallenerzeuger (größter Anteil der U. Fam. Cecidomyiinae) ist durch die Standardwerke von HOUARD 1908/9/13 und BUHR 1964/65 auf einem relativ hohen Wissensstand angelangt.

7.1. Präparationstechnik

Larven und Imagines wurden nach der Methode von MÖHN (1955) in 10% Kalilauge mazeriert. Vor dem Auskochen (ca. 1/2-2 Min.) wurden von den Imagines Kopf und Flügel abgetrennt und direkt in Glycerin oder in „W 15“ von C. ZEISS eingebettet. Eine Mazeration für die Durchlichtbetrachtung ist nur für Thorax mit Beinen und Abdomen notwendig. Nach Abspülen der KOH wurde das Mazerationspräparat ebenfalls in Glycerin (bzw. in „W 15“) möglichst flachliegend (Genitalien ausgebreitet) eingebettet, um auch Untersuchungen mit Ölimmersionsobjektiven zu ermöglichen. Zur Herstellung von Dauerpräparaten wurden die Deckgläser der eingebetteten Objekte mit einer dicken Schicht Rhenohistol umrandet (seitlicher Verschluss), die auch nach dem Trocknen nicht spröde wird, sondern ihre zähe Konsistenz beibehält. Larven müssen vor der Mazeration mit Insektennadeln mehrfach seitlich angestochen werden, damit die Kalilauge schneller eindringen kann.

7.2. Determinationsliteratur

Zur Gallmückenbestimmung war ein umfangreiches Literaturstudium notwendig (berücksichtigter Zeitraum 1890-1981), da besonders bei der sehr arten- und gattungsreichen Unterfamilie Cecidomyiinae ein großer Mangel an zusammenfassenden Arbeiten besteht, so daß man auf die Durchsicht zahlreicher Einzelbeschreibungen angewiesen ist. Viele Bestimmungsschlüssel bieten schon auf Gattungsniveau keine Möglichkeit, eine getrennte Determination nach ♂♂ und ♀♀ durchzuführen, da die ♀♀ zu wenig Merkmale aufweisen oder noch unbekannt sind.

Gattungen mit morphologisch sehr ähnlichen Arten lassen sich oft nur durch genaue Kenntnis von Wirtspflanze und Gallenform bis zur Art bestimmen. Die Kenntnis der Zooecidien hat besonders in Europa durch die umfassenden Gallenwerke von HOUARD 1908/9/13 und BUHR 1964/5 ein hohes Niveau erreicht. Im Gegensatz zu den Cecidomyiinen existieren für Lestremiinen und Porricondylinen recht gute Gattungs- und Artenrevisionen.

Es wurden für die einzelnen Unterfamilien in erster Linie folgende **Gattungsschlüssel** benutzt:

U. Fam. **Cecidomyiinae**: GAGNÉ 1973, 1981; MAMAEV 1969, PRITCHARD FELT 1958

U. Fam. **Lestremiinae**: GAGNÉ 1981, KLEESATTEL 1979, PRITCHARD FELT 1958

U. Fam. **Porricondylinae**: GAGNÉ 1981, MAMAEV 1966, 1969; PANELIUS 1965, PARNELL 1971

Für Artidentifikationen mußten Beschreibungen zahlreicher Autoren berücksichtigt werden, die zusammen mit der allgemeinen Literatur aufgeführt werden und mit dem Index „D“ gekennzeichnet werden (Bestimmungsliteratur).

7.3. Nomenklatur und Systematik

Die generelle Einteilung der Gallmücken in die Unterfamilien Cecidomyiinae, Lestremiinae und Porricondylinae ist inzwischen allgemein akzeptiert worden (MÖHN 1966), während für die niedrigeren systematischen Kategorien noch mit Veränderungen durch neu hinzukommende Gattungen und Arten zu rechnen ist.

Die vormals als eigene Unterfamilie geführten Heteropezinae werden nach WYATT (1967) als Tribus, der mit den Winnertziini verwandt ist, den Porricondylinae zugeordnet. In nomenklatorischer Hinsicht habe ich mich in erster Linie an die unter Punkt 7.2. aufgeführten Autoren der Gattungsschlüssel gehalten.

Coxite um 203μ lang, relativ kurz und breit, schwach chitinisierter Innenbereich reicht von der Basis der Penisscheide bis zur Innenseite der Gelenkgrube. Penisscheiden groß, reichen über die Spitze der Coxite hinaus, apikal halbkreisförmig abgestutzt, lateral mit deutlich abgesetzter Schulter. Innenseiten der Penisscheide im apikalen Teil parallel dem Penis anliegend, median ausgebuchtet und mit stark chitinierten Skleriten. Spitze der Penisscheide auf der Innenseite mit einem kleinen Zapfen. Penis etwa so lang wie die Penisscheide. Styli um 142μ lang, gebogen, Längenverhältnis Coxit: Stylus = $1,4 : 1$. Styli basal breit nach apikal allmähliche Verschmälerung, mit deutlichem Zahn am Ende, totale Microtrichenbedeckung sowie einzelne größere Borsten.

♀: Körperlänge ohne Antennen $4,6 \text{ mm}$, Legeröhre (8 und 9 Segment) $2,0 \text{ mm}$, Antennenlänge $1,1 \text{ mm}$.

Antennen: $2 + 15 - 16$ gliedrig, GGL. langgestreckt-zylindrisch, Stiel sehr kurz, Verhältnis Knoten zu Stiel etwa $10 : 1$. Antennengliederlänge wie beim ♂ zur Spitze hin abnehmend (1. GGL. 87μ , 3. GGL. 73μ , übrige GGL. $73-58 \mu$). Schleifenwirtel bilden 2 Ringe mit lateralen Kommissuren, eng anliegend, einige Ringe mit Fortsätzen.

Taster: $T = 1 + 4$, Längenverhältnisse $1 : 1,4 : 1,1 : 1,9$; Gesamtlänge 218μ .

Flügeladern und Beine wie beim ♂.

Flügel: Länge $2,1 \text{ mm}$, W. I. = $2,8$.

Abdomen: Grundfarbe orange-gelb, Tergite und Sternite 1 - 6 wie ♂. 7. Segment aufgeblasen, 7. Tergit dreieckig, 7. Sternit trapezförmig jeweils mit medianem Längsklerit. 7. Tergit und Sternit mit vollständigen caudalen Setenreihen. 8. Segment basal bis zur Hälfte aufgeblasen, Tergit mehr oder weniger aufgelöst. Laterale Tergitränder zu 2 stabförmigen „Stützstäben“ umgebildet, die etwa bis zur Hälfte des 8. Segmentes reichen. Hintere Hälfte des 8. Segmentes verjüngt, bilateral abgeplattet, im Querschnitt dreieckig-röhrenförmig. Gesamtlänge 8. Segment $1,1 \text{ mm}$. 9. Segment bilateral abgeflacht, im Querschnitt dreieckig, extrem zugespitzt.

Obere Lamelle 230μ lang, messerartig zugespitzt, ohne Microtrichen, mit einigen Borsten, hornig sklerotisiert. Oberes $1/3$ der Legeröhre hornig sklerotisiert, mit „stabförmigen Rädern*“.

Untere Lamelle linealisch (36μ lang) schmal mit Microtrichen und Borsten. Längenverhältnis obere Lamelle zur unteren Lamelle = $6,4 : 1$. Gesamtlänge 9. Segment $0,9 \text{ mm}$, Gesamtlänge des teleskopischen Legeröhrensystems (8. + 9. Segment) etwa $1/2$ Körperlänge.

Larve: weißlich, Länge $3,6 \text{ mm}$, Brustgräte (Spatula sternalis) gedrunken mit zwei deutlichen Spitzen, Basalteil der Spatula oft undeutlich bis schwach ausgebildet. Messungen Brustgräte (Maßsystem nach MÖHN 1955): 1. (Länge) = 131μ ; 2. (Einschnittiefe) 15μ ; 3. (Spitzenabstand) 32μ ; 4. (Breite der vorderen Brustgräte) 46μ .

Analsegment besonders durch die auf Loben stehenden Terminalpapillen (je 4 Terminalpapillen mit dreieckigen Enddornen) gekennzeichnet. Stigmen, äußere Dorsal- sowie Pleuralpapillen des 8. Segmentes auf länglichen Höckern stehend. Larven sind bisher für die Gattung Procystiphora nicht beschrieben worden.

Puppe: Länge $3,3 \text{ mm}$.

Bohrhörnchen schwach ausgebildet (7μ lang) und wenig chitiniert. Scheitelwulst mit 2 sehr kurzen (15μ) Scheitelborsten. Prothorakalhörner lang (270μ), im oberen $1/3$ mit schlitzförmigen Poren.

*: „Rädern“ - flachgedrückte Längswülste, keine echten Chitinleisten s. Kap. 18.2.5. - Abb. Taf. III; Lit.: STECHMANN 1978

Lebensweise: Die Larven leben oft zu mehreren unter den Blattscheiden an der Stengelbasis von *Juncus gerardi* Loisel. Der markhaltige Stengel hat jeweils eine Vertiefung, in der die Larve liegt und deren Randzonen leicht vergallt sind. Befallene Stengel sind basal mehr oder weniger angeschwollen. Verpuppung erfolgt in der Galle; zum Schlüpfen arbeitet sich die Puppe nach oben aus dem Stengel heraus (nicht seitlich, schwache Bohrhörnchen). Der messerartige Ovipositor der ♀ ♀ ist besonders gut den harten Pflanzenstengeln angepaßt, da er diese zur Eiablage durchstechen kann.

Beziehungen: Bisher sind nach GAGNÉ (1975) keine Procystiphoraarten aus Europa bekannt, wenn nicht Sterrhaulius Rbs. dieser Gattung zugerechnet werden muß. An der Pflanzengattung *Juncus* stellt *Procystiphora gerardi* n. sp. in Europa den ersten Gallmückennachweis dar, während in Amerika an *Juncus dudleyi* die nah verwandte Art *Procystiphora junci* Felt (GAGNÉ 1975 u. GAGNÉ in Litt.) vorkommt.

Es wurden folgende Unterschiede zu *Procystiphora junci* Felt festgestellt (s. Genital-Abb. in GAGNÉ 1975, 9, fig. 6):

1. nicht chitinisierte Zone der Coxite reicht innen bis zur Coxitspitze (♂ ♂)
2. Penisscheide auf 1/2 Höhe lateral mit stufenartiger Verbreiterung (♂ ♂)
3. Stylus von abweichender Form - stärker gebogen (♂ ♂)
4. Genitalstiel dicker und länger (♂ ♂)
5. Abweichungen in der Antennengliederzahl (♂ ♂, ♀ ♀)
6. Coxit von abweichender Form - deutlich breiter (♂ ♂)

Holotypus: ♂ Kq 184 HT. 13.5.71 Paratypen: 220 ♂ ♂, 115 ♀ ♀
 Speicherbecken Hauke- gleiche Lokalität
 Haien-Koog, Zucht aus V,I X / X 1971, III. 1972
Juncus gerardi.

Paratypenmaterial: (♂ ♂, ♀ ♀, Puppen, Larven) British Museum Natural History, Zoologisches Museum Kiel (incl. Holotype), Coll.Dr. Hans Meyer Kiel, Zool. Inst., National Museum Washington

Abb. 10 a) b): *Procystiphora gerardi*

- | | | |
|-------|-------|--|
| 1. | ♂ | 3. Geißelglied der Antenne |
| 2.,3. | ♂ | Variationen der Antennenendglieder |
| 4. | ♀ | 3. Geißelglied der Antenne |
| 5. | ♀ | Variationen der Antennenendglieder |
| 6. | ♂ | Tastervariationen |
| 7. | ♂ | Flügel |
| 8. | ♂ | Vorderbein |
| 9. | Larve | Brustgräte mit Papillengarnitur |
| 10. | Larve | Analsegment mit Terminalpapillen, dorsal |
| 11. | Puppe | Ventralansicht mit Bohrhörnchen |
| 12. | Puppe | Scheitelwulst mit Scheitelborsten |
| 13. | Puppe | Prothorakalhorn |
| 14. | ♂ | Genital dorsal |
| 15. | ♂ | Lamellengarnitur |
| 16. | ♂ | Genital ventral |
| 17. | ♀ | Legeröhrenspitze lateral, 9. Segment |
| 18. | ♀ | Legepapparat dorsal |

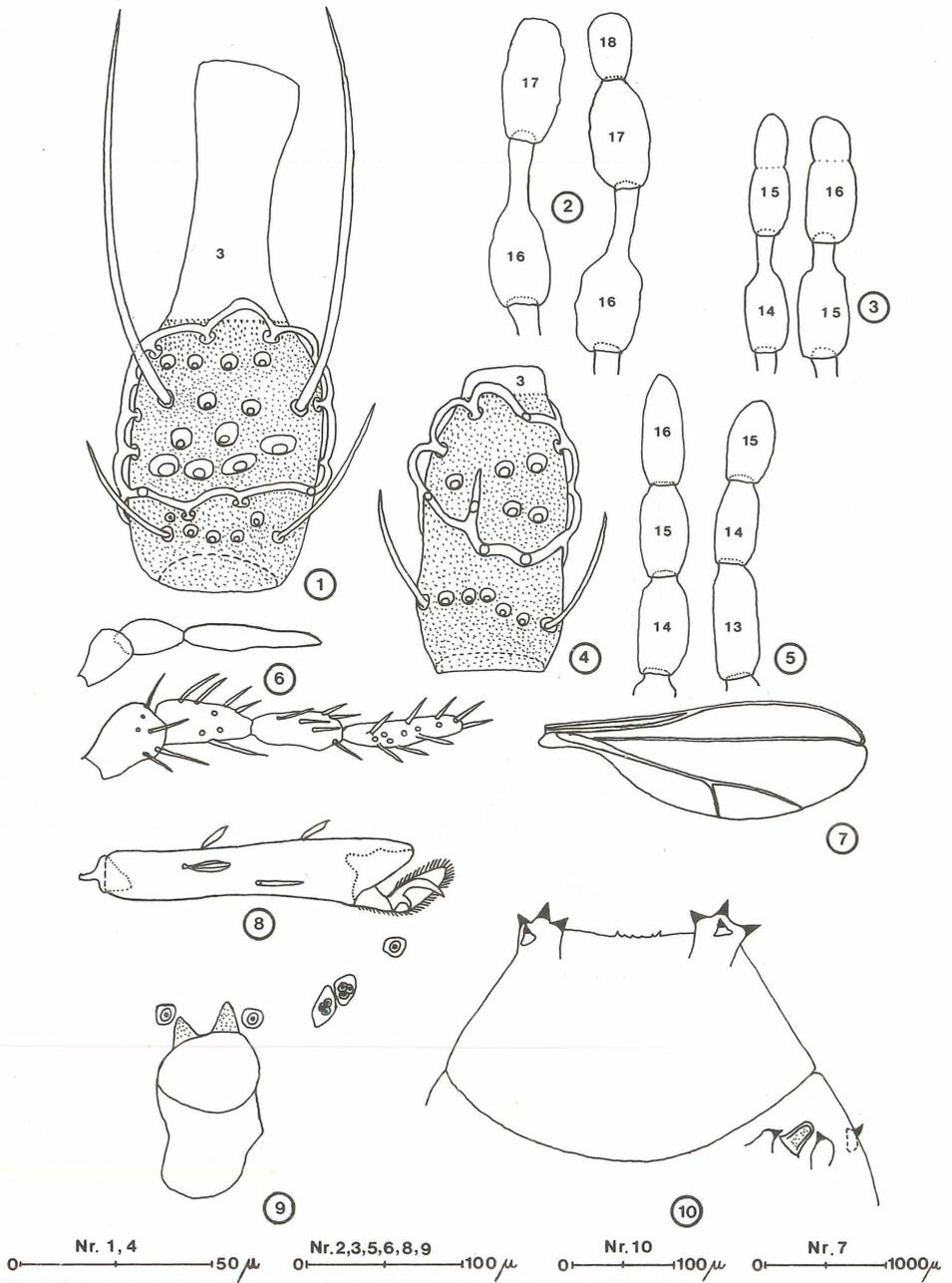
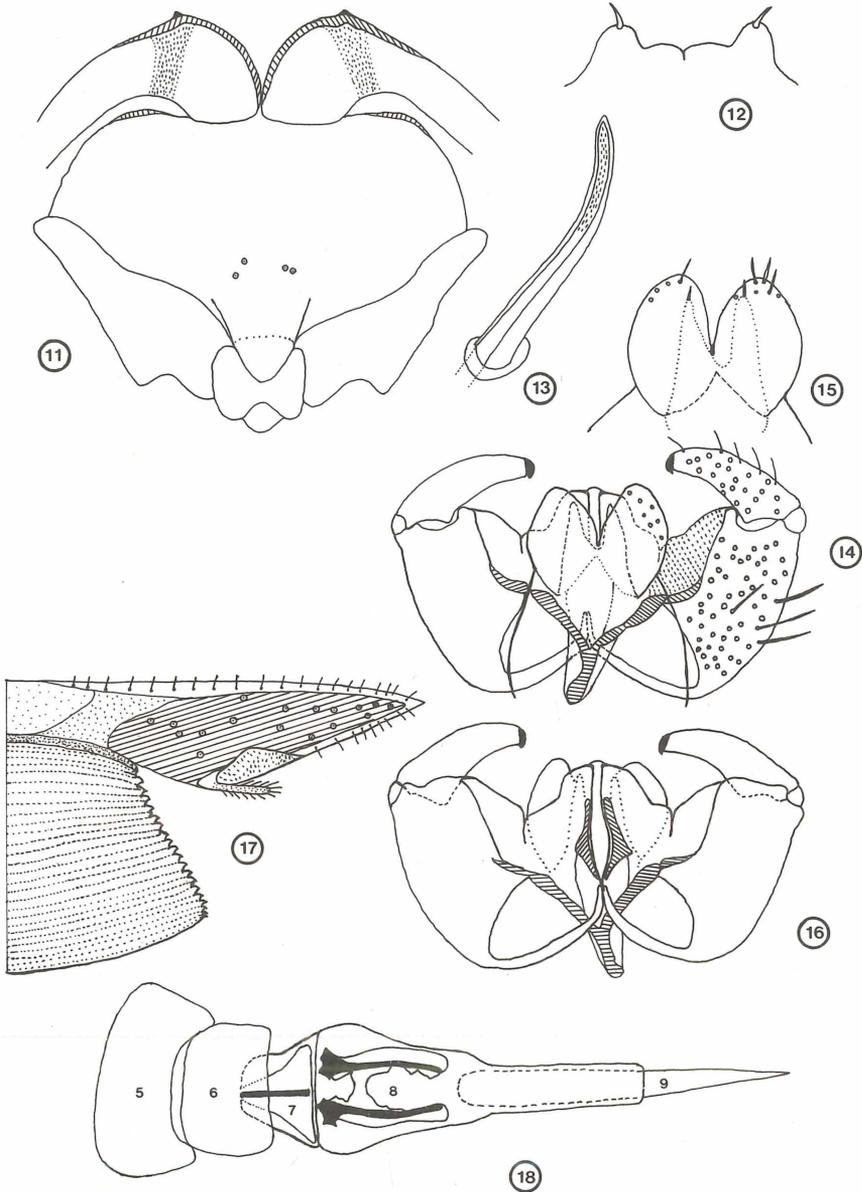


Abb. 10 a: *Procystiphora gerardi* n.sp.



Nr. 11-14, 16
0 ————— 100 μ

Nr. 15, 17
0 ————— 100 μ

Nr. 18
0 ————— 500 μ

Abb. 10 b: *Procystiphora gerardi* n.sp.

7.4.2. *Mayetiola puccinelliae* n. sp. Wirtspflanze *Puccinellia maritima* (s. Abb. 11)

♂: Körperlänge ohne Antennen 2,1 mm, Antennenlänge 1,4 mm.

Antennen: 2 + 14 - 15 gliedrig, variable Antennengliederzahl (s. auch BARNES 1958) durch unterschiedliche Ausbildung der Terminalglieder. Antennenglieder bestehen aus zylindrischen Knoten mit deutlichen Stielen, die etwa 1/3 bis 2/3 der Knotenlänge erreichen (Längenverhältnisse Knoten zu Stiel: 1. GGL. 2,1 : 1, 3. GGL. 1,9 : 1, Rest 1,5 - 22,2 : 1). Gesamtlänge der Antennenglieder nimmt nach apikal hin kontinuierlich ab (1.-5. GGL. 116 μ , Rest 109 - 80 μ). Terminalglied ohne Stiel, manchmal verlängert.

Stiele ohne Microtrichen, Knoten mit Microtrichen und einigen Borstenkränzen (1 basaler mit kurzen - 58 μ , 2-3 mittlere mit langen Borsten - 116 μ und 1 apikaler mit kurzen Borsten - 58 μ). Stützstrukturen halbmondförmig, besonders bei den mittleren Borstenkränzen ausgeprägt. Schleifenwirtel flach anliegend, 2 Ringe mit lateralen Kommissuren. Zwischen GGL. 1. und 2. ist wie zwischen den übrigen Antennengliedern ein Gelenk ausgebildet.

Augenbrücke: median ca. 3-4 Ocellen breit.

Taster: 1 + 4 gliedrig, es kommen aber auch 1 + 3 gl. Taster durch Endgliedverschmelzung vor. Tasterglieder mit Microtrichen und vereinzelt Borsten. Tastervariabilität wurde auch bei BARNES 1958 für die Gattung *Mayetiola* angegeben. Längenverhältnisse T 1 - 4 : 1 : 2 : 1,8 : 2, Gesamtlänge 196 μ .

Flügel: Länge 2,3 mm, Länge/Breite (Wingindex nach KIM 1967) WI = 2,6. Flügel etwas kürzer als der Körper; r1 mündet vor der Flügelmitte in die Costa, r5 fast gerade - mündet bei der Flügelspitze in die Costa, cu mit cu 1,2 als spitzwinklige Zinke ausgebildet. Flügelfläche mit Microtrichen, Fransensaum besonders am Flügelhinter- rand ausgeprägt.

Thorax Rücken: Mittel- und Seitenfelder schwarz-braun, Ende des Mittelfeldes vor dem Scutellum gelblichbraun abgesetzt. Scutellum im Bereich der Seitenfelder und lateral mit stark sklerotisiertem Rand, übrige Randpartien wenig chitinisiert.

Beine: grau-braun, schwarz beschuppt.

Tarsalkrallen fast rechtwinklig gebogen (30 μ lang), mit einem kleinen dicken Basalzahn (9 μ) an allen Beinen. Empodium (39 μ lang) gut entwickelt, etwas länger als die Krallen, lang behaart; Pulvillen klein (12 μ).

Abdomen: Grundfarbe gelb-braun. Tergite rechteckig-breit, median linienförmig durch eine schmale schwach sklerotisierte Zone geteilt. Sternite quadratisch, Sternite und Tergite behaart (Schuppen?).

♂ **Genital:** Coxite relativ kurz (180 μ) und breit mit in Gruppen stehenden Microtrichen und vereinzelt Borsten. Schwach sklerotisierter Innenbereich der Coxite kreisförmig, reicht bis etwa 2/3 Coxitlänge. Penisscheiden (56 μ lang) dreieckig abgerundet, Spitzen mit 3-4 Zäpfchen; median ausgebauchter Bereich mit ovalen Stützkleriten (45 μ) in der Penisscheidenwand. Penis überragt deutlich (23 μ) die Penisscheiden. Stylus relativ kurz und dick, Längenverhältnis Coxit zu Stylus = 1,8 : 1, totale Microtrichenbedeckung (in Gruppen stehend) und einzelne Borsten, Endzapfen deutlich ausgeprägt. Obere Lamelle breit, tiefer v-förmiger Einschnitt (58 μ), Lappen breit und dreieckig apikal gerundet mit Microtrichen und Borsten bedeckt. Mittlere Lamelle schmaler und kürzer als die obere, u-förmig ausgeschnitten (35 μ tief), Lappen spitzdreieckig und schmal, Lappenspitze mit Endborste. Genitalstiel ist lang und zugespitzt.

♀ : Körperlänge ohne Antennen 3,0 mm, Antennenlänge 0,9 mm.

Antennen: 2 + 13 - 14 gliedrig, Antennengliederzahl wie beim ♂ durch Variationen der Endglieder variabel. Antennenglieder bestehen aus zylindrischen Knoten mit kurzen Stielen (Längenverhältnis Knoten zu Stiel: 1. GGL.: 3 : 1; 3. GGL.: 5 : 1; Rest 4,5 - 22 : 1). Antennenglieder nehmen nach apikal hin an Länge kontinuierlich ab (Länge 1.-3. GGL. 87 μ , Rest 80-58 μ). Knoten mit, Stiele ohne Microtrichen;

Taster, Flügel und Beine wie ♂.

Flügel: Länge 2,1 mm, kürzer als der Körper und schmaler als beim ♂, WI = 3,0.

Abdomen: Grundfarbe orange-rot, Legeröhre kurz teleskopisch. Grundglied (8. Segment) röhrenförmig. Endglied (9. Segment) mit einer großen gerundeten oberen Lamelle (116 μ lang, 60 μ breit) und einer linealisch schmalen unteren Lamelle (58 μ lang). Obere und untere Lamelle weichhäutig mit Microtrichen in Gruppen und einzelnen Borsten bedeckt; „Radien“* der Legeröhre sehr schwach sklerotisiert. Legeröhrenlängenverhältnisse: 9. Segment ca. 0,5 mm, 8. + 9. Segment ca. 0,8 mm entsprechend 1/3 der Körperlänge.

Larven: weiß, Länge 2,7 mm letztes Larvenstadium in einem dunkelbraunen Puparium. Brustgräte mit einer deutlichen Spitze, Stielteil variabel in der Form. Messungen 1. (Länge) 138 μ , 2. (Spitzenlänge) 15 μ , 3. (Spitzenbreite) 22 μ . Analsegmente mit wenig hervortretenden Terminalpapillen, Stigmen auf einem Hügel liegend.

Puppen: Länge ca. 3 mm, Bohrhörnchen kräftig entwickelt (Zahn 26 μ hoch und 73 μ breit), Scheitelborsten lang (247 μ), Prothorakalhorn lang (174 μ).

Lebensweise: Die Larven leben oft zu mehreren unter den Blattscheiden an der Stengelbasis (über dem unteren Internodium) von *Puccinellia maritima* Parl. Stengel im Larvenbereich mit Vertiefungen, insgesamt Stengel basal leicht angeschwollen. Gallen von außen kaum zu sehen. Verpuppung erfolgt in der Galle.

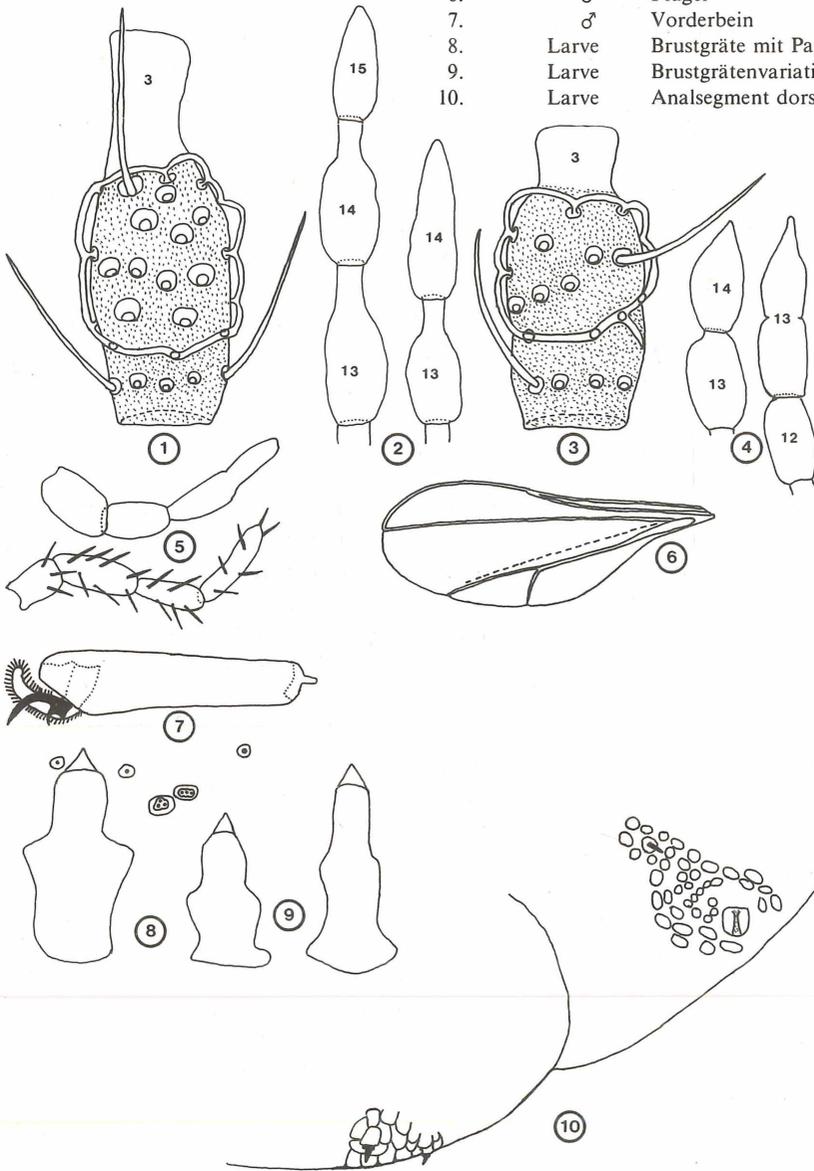
Beziehungen: Erstmals konnte an *Puccinellia maritima* ein Gallmückenparasit nachgewiesen werden. ERTEL 1975 führt noch *Puccinellia* als Wirtspflanze ohne Gallmückenbefall auf. Artsspezifische Merkmale dieser neuen Art sind die dicken aufgeblasenen Coxite (♂♂) mit den kurzen kräftigen Styli, sowie die mediane Skleritstruktur der Penisscheide. Außerdem ist die Anzahl der Antennenglieder relativ gering (♂♂, ♀♀).

Holotyp: ♂ Z 197 HT. 15.9.74
Meldorfer Bucht, be-
weidetes unteres Pucci-
nellietum. Zucht aus
Puccinellia maritima

Paratypen: a) 421 ♂♂, 238 ♀♀
b) 155 ♂♂, 153 ♀♀
a) Osewoldt Salzwiese
V-IX 1969, 1971-75
b) Meldorfer Bucht Salz-
wiese V-VI 1972, 1973
Zuchtmaterial aus *Puccinellia*
maritima Soden

Paratypenmaterial: (♂♂, ♀♀, Puppen, Larven):
British Museum Natural History,
Zoolog. Mus. Kiel (incl. Holotype),
Coll. Dr. Hans Meyer, Zool. Inst. Kiel,
National Mus. Washington

- | | | |
|-----|-------|------------------------------------|
| 1. | ♂ | 3. Geißelglied der Antenne |
| 2. | ♂ | Variationen der Antennenendglieder |
| 3. | ♀ | 3. Geißelglied der Antenne |
| 4. | ♀ | Variationen der Antennenendglieder |
| 5. | ♂ | Tastervariationen |
| 6. | ♂ | Flügel |
| 7. | ♂ | Vorderbein |
| 8. | Larve | Brustgräte mit Papillengarnitur |
| 9. | Larve | Brustgrätenvariationen |
| 10. | Larve | Analsegment dorsal |



Nr. 1,3 0 50 μ

Nr. 2,4,5,7-10 0 100 μ

Nr. 6 0 1000 μ

Abb. 11 a: *Mayetiola puccinelliae* n.sp.

- 11. Puppe Ventralansicht mit Bohrhörnchen
- 12. Puppe Scheitelborste
- 13. Puppe Prothorakalhorn
- 14. ♂ Genital in Dorsalansicht
- 15. ♂ Lamellengarnitur
- 16. ♂ Genital in Ventralansicht
- 17. ♀ Spitze der Legeröhre lateral

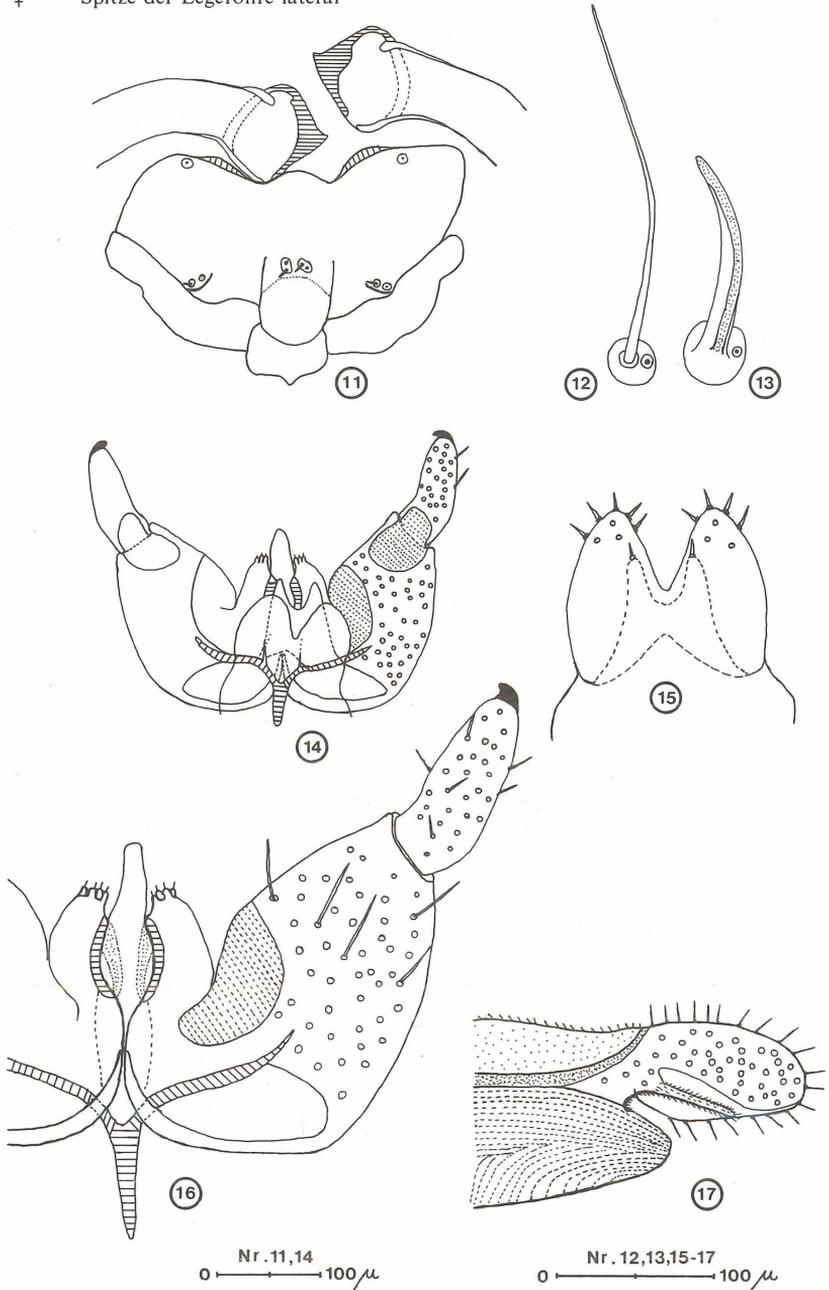


Abb. 11 b: *Mayetiola puccinelliae* n.sp.

8. Arteninventar (s. Tab. 1,3)

Der Gesamtumfang von 47230 Gallmücken verteilt sich auf etwa 57 Gattungen mit 136 Arten. Die arten- und individuenreichste Unterfamilie stellen die Cecidomyiinae — knapp gefolgt von den Lestremiinae — dar, während die Porricondylinae nur mit geringen Individuenmengen aber mit mittleren Artenzahlen vertreten sind:

Verteilung des Arteninventars (Angaben inklusive der sp-Arten!)

Gallmücken Unterfamilien	Individuenzahl	Artenzahl	Gattungs- zahl	Anzahl indigener Arten
Cecidomyiinae	24810 (53%)	59 (43%)	30 (52%)	49 (54%)
Lestremiinae	18442 (39%)	45 (33%)	14 (25%)	25 (27%)
Porricondylinae	3978 (8%)	32 (24%)	13 (23%)	17 (19%)
TOTAL	47230 (100%)	136 (100%)	57 (100%)	91 (100%)

Alle Unterfamilien besitzen einen großen Anteil subrezedenter und rezedenter Arten mit geringen Individuenmengen, während eine kleine Anzahl subdominanter, dominanter und eudominanter Arten die Hauptmasse an Individuen repräsentiert (vgl. Tab. 1, 3). Besonders bei den Porricondylinae besteht eine deutliche Diskrepanz zwischen einer relativ großen Anzahl an Arten bzw. Gattungen und einer geringen Individuenmenge. Als indigen (Isolationsproben, Zuchten) wurden insgesamt 91 Arten (68%) für die verschiedenen Nordseeküsten- und Moorbiotope nachgewiesen (Nordseeküste 72, Moor 19 indigene Arten - s. Tab. 3). Die Differenzierung in verschiedene nahrungsbezogene Lebensformtypen hat in den einzelnen Gallmückenunterfamilien ein unterschiedlich hohes Niveau erreicht. Während bei den primitiven Lestremiinae und Porricondylinae die Myzeto- und Detritophagie die ausschließliche nahrungsbezogene Lebensweise darstellt (MAMAEV 1975), hat bei den Cecidomyiinae ein umfangreicher Evolutionsprozeß stattgefunden und zu einer Fülle verschiedener Ernährungstypen geführt, die von primitiver Saprophagie bis zu hoch spezialisierter Gallbildung reicht. Die Cecidomyiinae besitzen also die größte Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit, auch in der umfangreichen Arten- und Gattungsanzahl in dieser Unterfamilie deutlich zum Ausdruck kommt (MÖHN 1966).

Tab.1 Artenspektrum und Individuenmenge der Cecidomyiidae in den untersuchten Biotopen bzw. Biotopzonen.

Erläuterungen: Zahlenangaben : Individuenmengen ; ✕ Arten nur aus Zuchten ; → zonenspezifische Indigenität der Arten ; * unvollständige Indigenitätserfassung ;

Raster : Dominanzgrad der Arten pro Zone in % - Dominanzklasseneinteilung n. HEYDEMANN 1960 :

: subrezedent <1 % Ind.	: rezedent 1-4,9 % Ind.	: subdominant 5-9,9 % Ind.	: dominant 10-30 % Ind.	: endomiant >30 % Ind.
-------------------------	-------------------------	----------------------------	-------------------------	------------------------

ARTEN	GEBIET MELDORFER BUCHT Vorland : S A L Z W I E S E N				GEBIET OSEWOLDT/HAUKE-HAIEN-KO.				MOOR	TOTAL	
	unteres Puccinellietum *	oberes Puccinellietum	unteres Festucetum	Seedeich *	unteres Puccinellietum	VorlandsALZWIESEN	unteres Festucetum	Seedeich			Speicherbecken/Koog
U.Fam. Cecidomyiinae (59 Arten)											
1. APHIDOLETES aphidimyza Rond.		2	104	1	2	28			2	1	140
2. BRACHYNEURA squamigera Wtz.			1	3	3	4		18		46	75
3. BREMIA sp. 1										19	19
4. BREMIA sp. 2										7	7
5. CLINODIPLYSIS cilicrus Kffr.	12	112	69	181	12	661	464	125		50	1686
6. CONTARINIA bromicola Marik.Ag.		15	2	3	1	5	238	20			284
✕ 7. CONTARINIA festucae Jones							94	103			103
✕ 8. CONTARINIA hypochoericidis Rübs											94
✕ 9. CONTARINIA poae Tomaszewski											139
✕ 10. CONTARINIA steini Karsch											1
11. CONTARINIA spp.	1	58	16	19	2	11	111	2			220
12. COQUILLETOMYIA caricis Möhn			9	10		68	17	4		1	109
13. COQUILLETOMYIA dentata Felt		1		1	1		65				68
14. COQUILLETOMYIA extensa Mam.						1	1				2
15. COQUILLETOMYIA lobata Felt	3	126	65	99	49	872	155	11		1	1381

ARTEN	GEBIET MELDORFER BUCHT			GEBIET HAUKE - HAIEN - KOOG			MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres Fest.	unteres Fest.	unteres Pucc.	See- deich *		
×16. CYSTIPHORA sonchi Bremsi						150	175	325
×17. CYSTIPHORA taraxaci Kffr.						117		117
18. CYSTIPHORA spp.						1	1	2
×19. DASINEURA compositarum Kffr.				42			367	426
×20. DASINEURA festucae Barnes							17	17
×21. DASINEURA gentneri Pritchard							61	61
×22. DASINEURA leguminicola Lint.							130	130
×23. DASINEURA lotharingiae Kffr.					16		125	141
×24. DASINEURA trifolii F.Lw.			2				11	32
×25. DASINEURA urticae Perris					3		18	3
26. DASINEURA spp.	3	52	6	4	277	775	21	1194
27. DICHODIPLOSIS sp. 1	1	4	2	3	3	136		188
28. HYPERDIPLOSIS bryanti Felt	1				15	6	1	23
29. HYPERDIPLOSIS lobata Felt	6	7	5		22	149		194
×30. GIRAUDIELLA inclusa Frfld.							11	11
31. JAAPIELLA schmidti Rübss.	15	45	57			56		689
32. KARSHOMYIA caulicola Coq.		63	19	88		15	92	1070
33. KARSHOMYIA marikovskii Mam.						1		8
34. LASIOPTERA spp.		4						4

ARTEN	GEBIET WELDORFER BUCHT				GEBIET OSEWOLDT u. HAUKE - HALTEN - KOOG				MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres Fest.	See - * deich	unteres Pucc.	unteres Fest.	See - deich	Sp.-b. Koog		
35. IATHYROMYZA florum Rüb.s.			3 →							4
36. LESTODIPIOSIS sp. 1	103	2216	1022	231	277	837	407	231	201	5585
37. LESTODIPIOSIS spp.	4	167	58	127		52	90	1	37	536
✕38. MACROLABIS achilleae Rüb.s.				35 →			6	44	6	91
39. MAMAEVIA vvsineki Skubrava	1	2	1	9		11	10		1	35
40. MAYETIOLA agrostidis Ertel ?	4	52	237	24		4	9	248		578
41. MAYETIOLA puccinelliae n.sp.	2624	1628	266	98	685	193	120	35		5649
42. MAYETIOLA schoberi Barnes	1	22	6	8		23	153	1		214
43. MAYETIOLA sp. 1		16	15	5		8	14	7		65
44. MAYETIOLA sp. 2				27			11		2	40
45. MAYETIOLA sp. 3				90			86			176
46. MAYETIOLA ventricola Rüb.s.									23	23
✕47. NEOMIKIELIA lychnidis Heyd.				626 →						626
48. OCTODIPIOSIS sp. 1	1		13	11	1	21	124		8	179
49. ODNODIPIOSIS punctiventris Mam.	7	37	11	26	1	8	153	4	38	285
50. OZIRHINCUS tanacetii Kffr.				1	1	1	1			4
51. PROCYSTIPHORA gerardii n.sp.	1	2	26	1				500		530
52. RHABDOPHAGA spp.									269	269

ARTEN	GEBIET MELDORFER BUCHT			GEBIET OSEWOLDT u. HAUKE - HAIEN - KOOG			MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres See - * deich Fest.	unteres Pucc.	unteres See - deich Fest.	Sp.-b. Koog		
53. RHIZOMYIA sp. 1								125
54. RHOPALOMYIA florum Kffr.			1 		766 			767
55. RHOPALOMYIA millefolii H.Iw.		2 	9 		33 			45
✕ 56. RHOPALOMYIA ptarmicae Vallot						2 		2
57. STOMATOSEMA kamali Grover ?		3 						3
58. THURAUIA aquatica Rübs.							1 	1
✕ 59. TRICHOLOBA barnesi Milne						16 		16
U. Fam. Lestremiinae (45 Arten)								
60. ACOEONIA sp. 1	1 			1 				2
61. ALLARETE distincta Mam.					2 			2
62. ANARETE candidata Haliday				1 				1
63. ANARETE coracina Zett.		5 		26 			210 	244
64. ANARETE corni Felt		1 	1 	235 	2 	2 		665
65. ANARETE johnsoni Felt		14 		16 			18 	48
66. ANARETE lacteipennis Kffr.		2 		128 				162
67. ANARETE triarthra Edwards	8 	5 	2 	2 	4 	1 		22
68. ANARETELLA defecta Wtz.			129 	4 		1 		134

ARTEN	GEBIET MELDORFER BUCHT				GEBIET OSEWOLDT u. HAUKE - HALEN - KOOG				MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres Fest.	See - * deich	unteres Pucc.	unteres Fest.	See - deich	Sp.-b. Koog		
69. ANARETELLIA iola Pritchard				9			6			15
70. ANARETELLIA spiraeina Felt		32	28	413		27	232	5	9	746
71. ANARETELLIA sp. 1		4	5	23			3			35
72. APRIONUS bidentatus Kfrf.		3		2		1	2		8	16
73. APRIONUS flaviventris Wtz.			1	1					6	8
74. APRIONUS similis Mam.	1	8	2	15	1	2	61			90
75. APRIONUS sp. 1		4		3		2	12	2		23
76. APRIONUS spp.	2	4	3	12	1	3	25	4	8	62
77. BRYOMYIA bergrothi Kfrf.		2		4			2		57	65
78. BRYOMYIA gibbosa Felt				2		1			46	49
79. CAMPYLWYZA bicolor Meig.							115			115
80. CAMPYLWYZA dilatata Felt		3	4	5		2	2	4		20
81. CAMPYLWYZA flavipes Meig.	16	532	115	676	5	54	726	38	42	2204
82. CAMPYLWYZA fusca Wtz.		9					2			11
83. CAMPYLWYZA praecox Kfrf.	5	43	17	132		8	63	4	67	339
84. CATOCHA latipes Haliday		13	23	22			27		5	90
85. CORDYLWYMIA excavata Yukawa				5			1		1	7
86. CORDYLWYMIA rudis Wtz.						1				1

ARDEN	GEBIET MELDORFER BUCHT				GEBIET OSEWOLDT u. HAUKE - HAIEN - KOOG			MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres Fest.	See - * deich	unteres Pucc.	unteres Fest.	See - deich		
87. CORDYLOMYIA truncata Felt	1	1			1	1	1	7	14
88. LESTREMYIA cinerea Macquart	35	510	450	2733	10	216	1504	21	5516
89. MICROMYIA lucorum Rondani	5	69	20	9		8	17	1	135
90. MONARDIA stirpium Kffr.		4	2				2		8
91. MONARDIA toxicodendri Felt	59	735	470	582	10	356	1919	107	4251
92. PEROMYIA bicolor Edwards				4			5		36
93. PEROMYIA borealis Felt			2	10			11	2	25
94. PEROMYIA caricis Kffr.		9	7	1075	3	8	171	195	1592
95. PEROMYIA cornuta Edwards	1	4	2	17		2	33	1	63
96. PEROMYIA ovalis Edwards	1	3	15	34		2	24	5	88
97. PEROMYIA palustris Kffr.	3	14	17	625	3	22	502	54	1254
98. PEROMYIA photophila Felt				4			7		34
99. PEROMYIA ramosa Edwards			1	3					5
100. PEROMYIA trimera Edwards				4			2		6
101. PEROMYIA spp.		1		5	1	2	5	1	226
102. POLYARDIS adela Pritchard				5			1		6
103. POLYARDIS carpini Felt				2			3		6
104. POLYARDIS kasloensis Felt				1					1

ARTEN	GEBIET MELDORFER BUCHT				GEBIET HAUKE - HALEN - KOOG			MOOR	TOTAL
	unteres Pucc.*	oberes Pucc.	unteres Fest.	See - * deich	unteres Fest.	See - deich	Sp.-b. Koog		
U. Fam. <u>Porricondylinae</u> (32 Arten)									
105. BRYOCRYPTA maculata Mam.								3	3
106. CLASPETOMYIA chrysanthemi Pan.		1							1
107. CLASPETOMYIA montana Mam.						1		1	1
108. HAPLUSIA longipalpis Mam.			30	1	1		26		58
109. HETEROPEZA pygmaea Wtz.		6			1			2	9
110. HOLONEURUS paneliusi Yukawa								9	9
111. LEPTOSYNA nervosa Wtz.		1							1
112. MIASTOR metraloas Meinert		1	1						2
113. MONEPIDOSIS pectinata Mam.		1						4	5
114. NEOCOLPODIA paradoxa Mam.			7	1			5		13
115. PAREPIDOSIS argentifera DeMeij.	13	82	282	179	4	39	932	7	1543
116. PAREPIDOSIS venustus Wtz.	1	15	16	86	1	2	49	4	177
117. PORRICONDYLA aurantiaca Pan.							1	7	10
118. PORRICONDYLA colpodoides Mam.								5	5
119. PORRICONDYLA decussata Yukawa								1	1
120. PORRICONDYLA distinguenda Mam.	7	12	13	88		13	877	25	1038
121. PORRICONDYLA hypoxantha Pan.								4	4
122. PORRICONDYLA nigripennis Meig.		1	4	4		179	9	1	198
123. PORRICONDYLA rufescens Pan.								4	4

ARTEN	GEBIET MELLDORFER BUCHT				GEBIET HAUKE - HAIEN - KOOG				MOOR	TOTAL
	unteres Pucc. *	oberes Pucc.	unteres Fest.	See - * deich	unteres Pucc.	unteres Fest.	See - deich	Sp.-b. Koog		
124. PORRCONDYLA sp. 1		8	15	3		2	29		1	58
125. PORRCONDYLA sp. 2		1						1		2
126. PORRCONDYLA sp. 3							1	1	8	10
127. PORRCONDYLA spp.			1				1		2	4
128. STACKELBERGIELLA hordei Barnes		2	3	13		51	43	43		155
129. WINNERTZIA bulbifera Mam.		14	7	70	1	6	169			267
130. WINNERTZIA calciequina Felt	1	1		1			15		1	19
131. WINNERTZIA equestris Mam.	1	36	7	59		12	132	1	4	252
132. WINNERTZIA globifera Mam.		3	1	1			2	1		8
133. WINNERTZIA nigripennis Kffr.							1	2		3
134. WINNERTZIA tumida Pan.		1	2	2			4		2	11
135. WINNERTZIA xylostei Mam.			1	22			60	1		84
136. WINNERTZIA spp.			1	1			20		2	23
TOTAL (Cec., Les., Porr.)	2949	6856	4239	10285	1081	4765	12241	2900	1914	47230
Anzahl der nachgewiesenen Arten	35	67	63	86	26	57	88	59	67	

Im einzelnen lassen sich folgende Lebensweisen unterscheiden:

8.1. Phytophagie - Gallenbildung (- nur bei der Unterfam. Cecidomyiinae) (s. Tab. 2)

In den Küsten- und Moorbiotopen wurden ca. 155 Pflanzenarten (50 Monocotyledoneae mit 32 Poaceae und 105 Dicotyledoneae) festgestellt, von denen 109 Arten auf Gallmückenbefall näher untersucht wurden. Bei 24 Pflanzenarten (22%) wurde eine Wirtsbeziehung zu 27 Gallmückenarten (10 an Monocotyledoneae und 17 an Dicotyledoneae) durch Zuchten nachgewiesen. Bei diesen phytophagen Gallmückenarten ließen sich auf Grund verschiedener Verpuppungsmodi 13 Arten als **Gallenverpupper (G)** (mit vollständiger Entwicklung bis zur Imago in der Galle) und 11 Arten als **Erdbodenverpupper (E)** (mit Larvalentwicklung in der Galle und anschließender Verpuppung im Erdboden) feststellen. Bei 3 Arten kamen beide Verpuppungsarten vor (G, E) - (s. Tab. 2). Für 8 Gallmückenarten incl. der beiden neu beschriebenen Arten wurden neue Wirtspflanzenarten festgestellt (unterstrichene Namen in Tab. 2).

Der Grad der Vergallung an den Wirtspflanzen war unterschiedlich ausgeprägt und reichte von phytophagen Formen ohne deutliche Gallbildung (9 Arten) z.B. in Compositenköpfen bis zu hoch spezialisierten Gallen mit Umgestaltung von Pflanzenorganen (18 Arten, s. Tab. 2). Infloreszenzen und Stengel waren am häufigsten befallen, gefolgt von Blättern und Früchten mit deutlich geringeren Befallsquoten. Monophage Arten (22 Arten), die nur auf eine Pflanzenart bzw. auf eine Pflanzengattung spezialisiert sind, waren eindeutig dominant vor den dann folgenden oligophagen Arten (5 Arten), die an Pflanzen verschiedener Gattungen einer Pflanzenfamilie leben (Definition nach HERING 1950, TISCHLER 1975). Nach der Literatur sind 15 Gattungen in Tab. 1 als cecidogen anzusehen:

Contarinia
Cystiphora
Dasineura
Giraudiella
Jaapiella
Lasioptera
Lathyromyza
Macrolabis

Mayetiola
Neomikiella
Ozirhincus
Procystiphora
Rhabdophaga
Rhopalomyia
Tricholaba (?)

GALLMÜCKENARTEN	ÖKOLOGISCHE ZONE		GALLENTYPEN		PHAGIESTUFEN			WIRTS - PFLANZEN-ARTEN	bekannte Arten-zahl an der betreffenden Pflanze-Literaturang.				
	Moor	Salz-See-wiesendeich	Koog	Sten-Blät-ter	Blü-ten	Frü-chte	mono-phag			oligo-phag	poly-phag		
DASINEURA urticae									URTICA dioica	4			
GRAUDELLEA inclusa									PHRAGMITES australis	9			
JAAPIELLA schmidti									PLANTAGO maritima	1			
MACROLABIS achilleae									ACHILLEA millefolium	6			
MACROLABIS "									ACHILLEA ptarmica	3			
MAYETIOLA agrostidis ?									AGROSTIS stoloniferata	1			
MAYETIOLA puccinelliae									Puccinellia maritima	1			
MAYETIOLA schoberi									POA pratensis	6			
MAYETIOLA ventricola									MOLINIA caerulea	4			
NEOMIKIELLA lychnidis									SILENA alba subsp. alba	2			
PROCYSTIPHORA gerardi									JUNCUS gerardi	1			
RHOPALOMYIA florum									ARTEMISIA maritima	2			
RHOPALOMYIA millefolii									ACHILLEA millefolium	6			
RHOPALOMYIA ptarmicae									ACHILLEA ptarmica	3			
TRICHOLABA barnesi									TRIFOLIUM pratense	11			
b) phytosaprofage (p.s.) und zoophage (z.) Arten													
APHIDOLETES aphidimyza(z)									ATRIPLEX hast. (Blattläuse)	1			
CLINODIPLOSIS cilicrus(ps)									CIRSIIUM, TRIFOLIUM spp. (faulende Pflanzenteile)	1			
SUMME	3	6	14	21	8	5	16	3		22	5	1	1

8.2. Myzeto-Detritophagie

Myzeto- und Detritophagie stellen - in Bezug auf das Niveau der ökologischen Evolution - primitive Lebensweisen dar, die bei allen primär freilebenden Gallmücken vorkommen (Die myzeto- und detritophagen Porricondylinae und Lestremiinae stellen auch unter anderen taxonomischen Gesichtspunkten primitive Gruppen dar).

Zu diesen gehören alle Lestremiinen und Porricondylinen, von denen keine Gallbildung bekannt ist. Sie leben im Larvenstadium u.a. in der Bodenstreu, in Pilzfruchtkörpern, an faulenden Pflanzenteilen, zwischen Moospolstern, in faulendem Holz und unter Baumrinde (MAMAEV 1975, MÖHN 1966) - bei vielen Arten ist die Larval-Biologie bisher nicht bekannt. Unter den **Porricondylinen** konnten die **myzetophagen** Gattungen *Heteropeza*, *Leptosyna* und *Miastor* nachgewiesen werden. Sie vermehren sich pädogenetisch, also im Larvalstadium durch Tochterlarvenbildung.

Bei den **Cecidomyiinen** wurden 12 Gattungen mit 19 Arten als freilebend festgestellt; sie leben im Larvalstadium in der Bodenstreu, an faulenden Pflanzen etc.; vielfach ist ihre Biologie aber noch unbekannt. Folgende Gattungen gehören dazu:

<i>Brachyneura</i>	<i>Karshomyia</i>
<i>Bremia</i>	<i>Mamaevia</i>
<i>Clinodiplosis</i>	<i>Octodiplosis</i>
<i>Coquilettomyia</i>	<i>Rhizomyia</i>
<i>Dichodiplosis</i>	<i>Stomatosema</i>
<i>Hyperdiplosis</i>	<i>Thurauia</i>

Larvenstadien von Lestremiinen, Porricondylinen und freilebenden Cecidomyiiden wurden in der Untersuchungsregion nicht gefunden.

8.3. Zoophage Arten

Bei den Cecidomyiinen sind viele Arten sekundär freilebend geworden und zur Lebensweise als zoophage Ektoparasiten (einige Arten auch als Endoparasiten! z.B. *Endaphis*) übergegangen. Sie parasitieren an *Aphidoidea*, *Cecidomyiidae*, *Coccoidea*, *Eriophyidae*, *Myriapoda*, *Psyllidae*, *Tetranychidae*, *Thysanoptera* und können so in der biologischen Regulation bzw. in der biologischen Schädlingsbekämpfung eine wichtige Rolle spielen (MÖHN 1966). Es wurden 2 Gattungen mit mindestens 3 Arten nachgewiesen: *Aphidoletes*, *Lestodiplosis*.

8.4. Inquiline Arten

Sie leben als Mitbewohner in den Gallen anderer Gallmückenarten. Diese abgewandelte Lebensweise ist meistens nicht als Zoophagie, sondern lediglich als Raumparasitismus anzusehen. Von dieser Gruppe wurden keine Arten im Untersuchungsgebiet nachgewiesen.

Tab. 3 Verteilung der Dominanzklassen und Anzahl der indigenen Arten in den Untersuchungsgebieten.

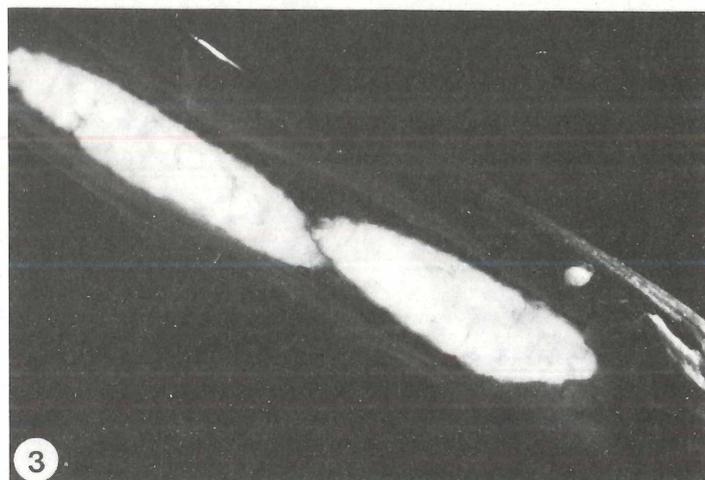
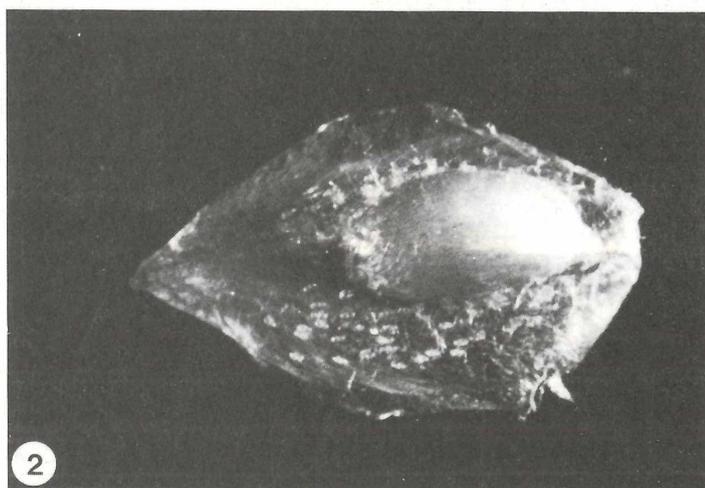
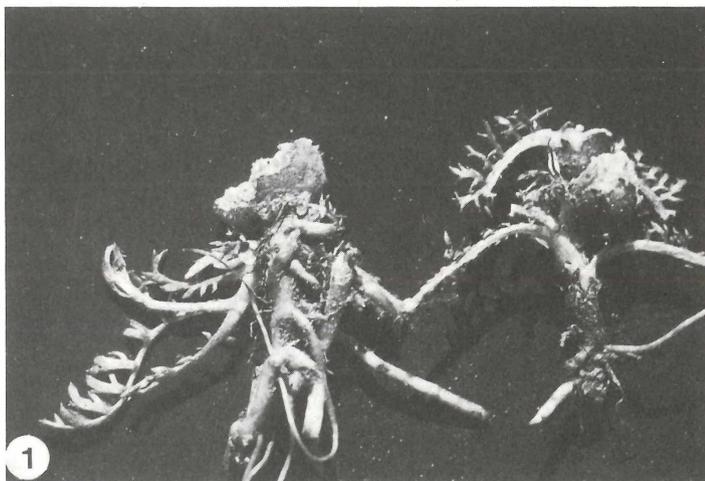
Dominanzklassen	VORLAND u. DEICH MELDORFER BUCHT (Salzwiese)		VORLAND OSEWOLDT (Salzwiese)		DEICH u. SPEI- CHERBECKEN HAUKE-HAIEN-KOOG		MOOR
	unteres Pucc.	oberes Pucc.	unteres Pucc.	unteres Fest.	See - deich	Sp.-b. Koog	
1) subrezedent unter 1 %	Anzahl	31	57	50	69	63	42
	%	4,3	9,9	9,5	10,5	11,3	8,5
2) rezedent 1-4,9 %	Anzahl	3	5	6	10	19	11
	%	6,7	8,1	12,6	19,5	33,7	30,3
3) subdominant 5-9,9 %	Anzahl	-	2	3	5	4	3
	%	-	15,2	18,5	33,0	7,5	21,3
4) dominant 10-30 %	Anzahl	-	2	4	2	2	3
	%	-	34,5	59,3	37,0	65,8	39,9
5) eudominant über 30 %	Anzahl	1	1	-	-	-	-
	%	89,0	32,3	-	-	-	-
TOTAL	Anzahl	35	67	63	86	88	59
	%	100	100	100	100	100	100

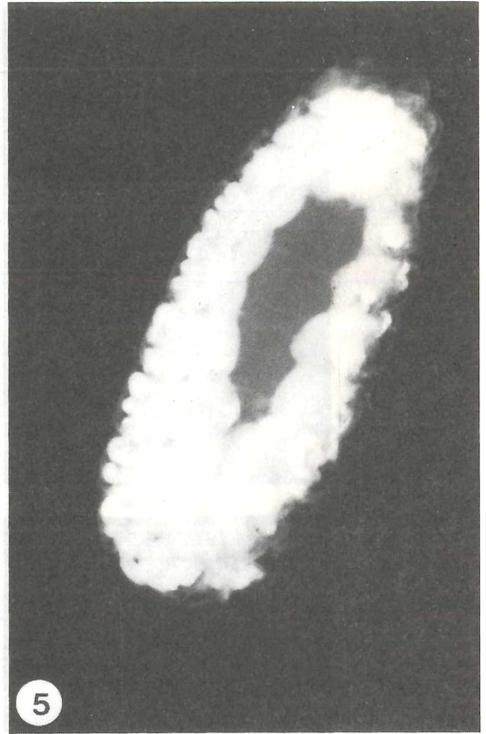
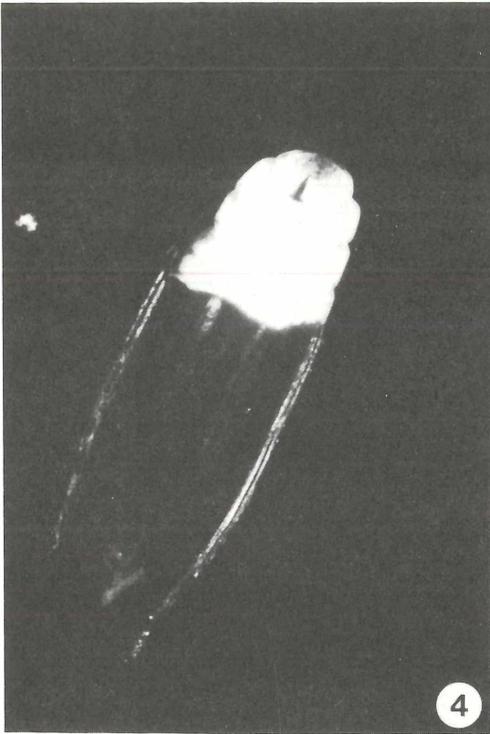
Anzahl der indigenen Arten - Zahlen in () bedeuten Gesamtanzahlen aller gefangenen Arten s. Tab. 1

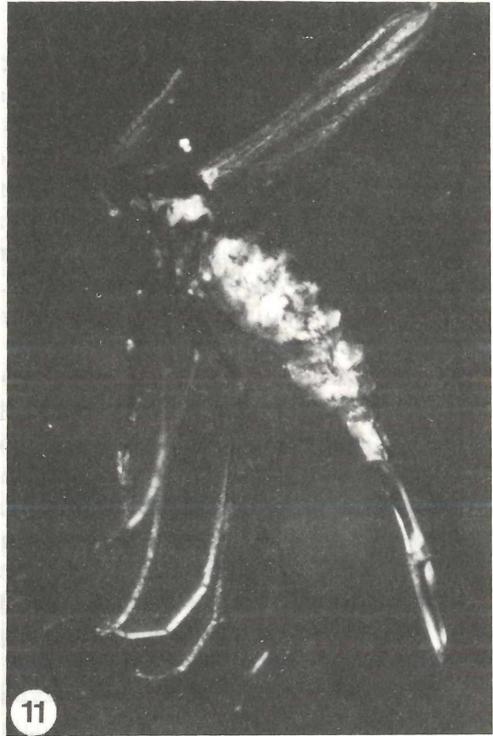
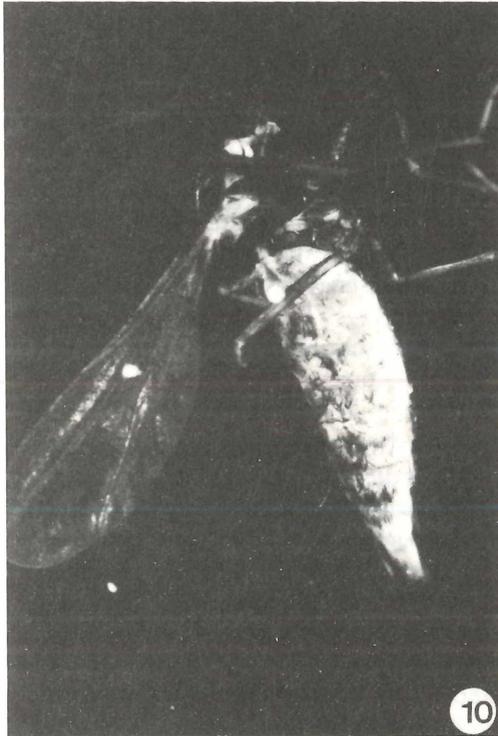
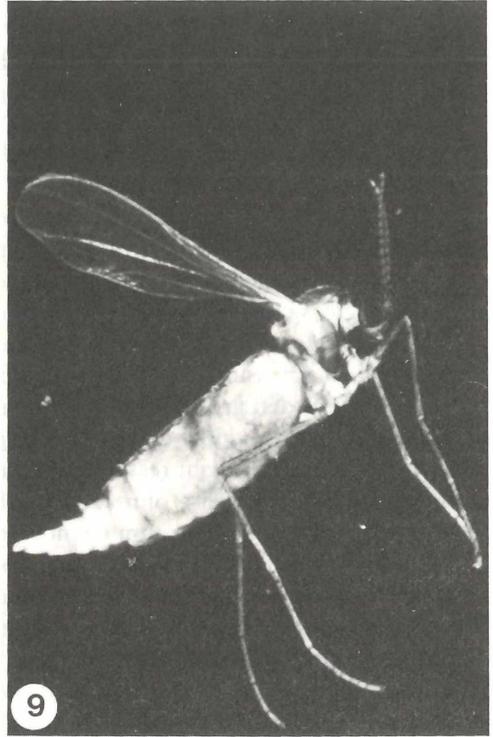
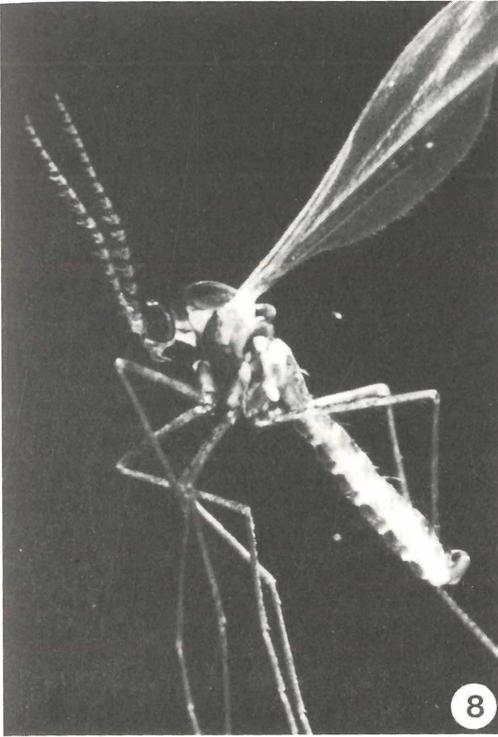
a) U.Fam. Cecidomyiinae	? (17)	6 (23)	20 (25)	9? (33)	9 (13)	16 (27)	25 (33)	23 (29)	7 (22)
b) U.Fam. Lestremiinae	? (13)	3 (27)	10 (22)	0? (39)	7 (10)	6 (20)	14 (37)	9 (17)	10 (25)
c) U.Fam. Porricondyliinae	? (5)	0 (17)	9 (16)	0? (14)	3 (3)	3 (10)	9 (18)	5 (13)	2 (20)
TOTAL: FAM. CECIDOMYIIDAE	? (35)	9 (67)	36 (63)	9? (86)	19 (26)	23 (57)	48 (88)	37 (59)	19 (67)

Tafel II: Gallmücken und Gallen (Zuchten)

1. *Rhopalomyia millefolii* mehrkammerige Triebspitzengallen an *Achillea millefolium*; Gallen ca. 7-15 mm, Vergr. 1 : 1.
2. *Rhopalomyia florum* kornartige Spreublattgalle an *Artemisia maritima* (in den Köpfchen); Gallenlänge 1 mm, Vergr. ca. 45 x.
3. *Procystiphora gerardi* ex Stengelgallen an *Juncus gerardi*
Stengelgalle mit weißen Larven; La. Länge 3,6 mm, Vergr. ca. 20 x.
- 4.-5. *Mayetiola agrostidis* (?) ex Stengelgallen an *Agrostis stolonifera salina*
4. geöffnetes Puparium, weiße Larve von ventral mit Brustgräte (Spathula sternalis);
Länge Pup. 3 mm, Vergr. ca. 35 x
5. Pupariumlarve - letztes Larvenstadium; Länge 3 mm, Vergr. ca. 35 x.
6. *Rhopalomyia millefolii*
Puppe mit **schwach ausgeprägten** Bohrhörnchen; Länge 2 mm, Vergr. ca. 60 x.
7. *Giraudiella inclusa* ex Stengelgallen von *Phragmites australis* - Gallen im Halmlumen - Hohlraumbesiedler
Puppe lateral mit **sehr stark entwickelten** Bohrhörnchen - Puppe durchbohrt die Blattscheiden vor dem Schlupf; Länge 4 mm, Vergr. ca. 30 x.
- 8.-9. *Mayetiola puccinelliae* ex Stengelgallen von *Puccinellia maritima*
8. ♂ Körperlänge 2 mm, Vergr. ca. 36 x
9. ♀ Körperlänge 3 mm, Vergr. ca. 27 x, Kurzteleskop-Legeröhre.
- 10.-11. *Procystiphora gerardi* ex Stengelgallen *Juncus gerardi*
10. ♂ mit eingezogener Legeröhre; Körperlänge ca. 2,6 mm, Vergr. ca. 35 x.
11. ♀ mit ausgestülpter Legeröhre; Körperlänge ca. 4,6 mm, Vergr. ca. 23 x; Langteleskop-Legeröhre.







9. Faunistik (s. Tab. 4)

Die faunistische Bearbeitung der Gallmücken ist bis heute besonders in bezug auf Nichtphytophage nur ansatzweise in einigen kleineren Gebieten durchgeführt worden, während Phytophage besser bearbeitet sind. Es liegen deshalb bisher keine (Phytophage ausgenommen) einigermaßen vollständige Artenlisten für größere Faunenregionen vor (HARRIS 1966, MAMAEV 1969).

Die Gründe dürften auch in erfassungsmethodischer Hinsicht zu suchen sein, da sich die bisherigen Untersuchungen meistens auf Streifnetzfänge, Handaufsammlungen und Gallenzuchten beschränkten. Besonders bei nichtphytophagen Gallmückenarten zeigte sich bei meinen Untersuchungen der Vorteil kontinuierlich fangender Systeme (Saison IV-XI) wie Farbschalen und Photoelektoren, die den oben genannten punktuellen Erfassungsmethoden deutlich überlegen waren. Mit automatischen Fangmethoden wurden große Individuenmengen in sehr gutem Erhaltungszustand erfaßt, wobei auch viele akzidentiell auftretende Arten gefangen wurden, deren Existenz im Biotop sonst sicher nicht festgestellt worden wäre. Eine umfassende Faunenuntersuchung ist deshalb meist ohne zusätzliche Anwendung automatischer Fangsysteme über einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Saison) nicht möglich.

Trotz unvollständiger Artenlisten soll anhand der vorhandenen Literatur eine Zuordnung der schleswig-holsteinischen Gallmückenfauna in bezug auf Ähnlichkeiten im Arteninventar mit anderen Gebieten durchgeführt werden. Die so erhaltenen Angaben über Artenzahlen sind aber weiterhin als vorläufig anzusehen, können jedoch eine gute Grundlage für weitere Bearbeitungen der schleswig-holsteinischen Gallmückenfauna darstellen.

9.1. Neue Arten für Schleswig-Holstein

Die für Schleswig-Holstein vorliegenden Faunenlisten von KRÖBER 1935, 1956 konzentrieren sich in erster Linie auf Gallenerzeuger.

Die Faunenliste von Kröber enthält 257 Arten (71 Gattungen), von denen 18 Arten (12 Gattungen) auch im Material der Nordseeküste und des Moorbiotops enthalten waren. Meine Untersuchungen erbrachten zusätzlich **94 neue Arten** (38 Gatt.) für **Schleswig-Holstein**, so daß jetzt in diesem Bereich ein Arteninventar von **mindestens 367 Arten** in 105 Gattungen vorliegt. Es wurden nur die bis zur Art bestimmten Tiere berücksichtigt, von denen 111 Arten (49 Gatt.) im Untersuchungsgebiet erfaßt wurden (25 Arten, 8 Gattungen nicht bis zur Art determiniert - s. Tab. 1 Artenliste).

Für 8 phytophage Arten inklusive der beiden neu beschriebenen halophytophagen Arten (*Mayetiola puccinelliae*, *Procystiphora gerardi*) konnten neue Wirtspflanzenarten festgestellt werden (unterstrichene Pflanzennamen in Tab. 2).

Bei einem Faunengebietvergleich tritt der hohe Ähnlichkeitsgrad mit der **russischen** (73 gemeinsame Arten, 37 Gattungen) und mit der **englischen Fauna** (67 gemeinsame Arten, 32 Gattungen) deutlich hervor. Zur **Nearktis** lagen aber auch noch Ähnlichkeiten vor, die einen Bestand von 36 gemeinsamen Arten (21 Gatt.) umfaßten. Weiträumige Faunenähnlichkeiten lassen sich besonders für nichtphytophage Formen (myzetodetrilo-, zoophage Formen) feststellen, die nicht - wie die phytophagen Gallmücken - an das jeweilige Verbreitungsareal ihrer Wirtspflanzen gebunden sind (s. auch MAMAEV 1972, 1975).

Eine Gesamtauswertung aller Insektengruppen in Farbschalenfängen eines Jahres (Salzwiese Meldorf 1974, 3 Schalen pro Zone: unteres Festucetum, oberes und

Region	Autor	Cecidomyiinae		Lestremiinae		Porricomyiinae		Total	
		Arten	Gatt.	Arten	Gatt.	Arten	Gatt.	Arten	Gatt.
Schleswig-Holstein	Kröber 1935/58	248	64	6	4	3	3	<u>257</u>	<u>71</u>
England	Kloet u. Hincks 1975	536	104	67	16	32	17	<u>635</u>	<u>137</u>
UDSSR	Mamaev 1969	298	101	120	24	119	35	<u>537</u>	<u>160</u>
Europa	Mamaev 1969	613	101	128	24	160	35	<u>901</u>	<u>160</u>
USA	Gagné 1981	883	104	88	30	76	29	<u>1047</u>	<u>163</u>
Schleswig-Holstein (Nordseeküste/Moor)	Meyer 1980	44	23	41	14	27	13	<u>112</u>	<u>50</u>
Schleswig-Holstein (neue Arten in SH.)	Meyer 1980	30	14	37	11	27	13	<u>94</u>	<u>38</u>
SH/GB (gemeinsame Arten)	Meyer	26	14	32	11	9	7	<u>67</u>	<u>32</u>
SH/UDSSR (gemeinsame Arten)	Meyer	21	12	32	12	20	12	<u>73</u>	<u>37</u>
SH/Palaearktis (neue A. für Pal.)		5	2	6	-	-	-	<u>11</u>	<u>2</u>
SH/USA (gemeinsame Arten)	Meyer	10	6	21	10	5	5	<u>36</u>	<u>21</u>
Schleswig-Holstein (Gesamtbestand)	Meyer 1980	293	76	44	15	30	14	<u>367</u>	<u>105</u>

Tab. 4: Faunenvergleich Schleswig-Holstein/UdSSR, GB, EUROPA, USA

unteres Puccinellietum), ließ die relativ große ökologische Bedeutung von Gallmückenpopulationen in der Salzwiese deutlich werden. Einerseits beeinträchtigten phytophage Arten (z.B. *Mayetiola puccinelliae* n. sp.) das Wachstum ihrer Wirtspflanzen, während andererseits alle Gallmückenstadien räuberischen Formen (Konsumenten 2. Grades) - Dolichopodiden wurden direkt beim Fang von *Mayetiola puccinelliae*-Imagines beobachtet - als Nahrungsgrundlage dienen. Die Farbschalenfänge (1974) enthielten insgesamt ein Insektenmaterial von 144560 Individuen, das sich auf 123333 Dipteren (85%) und auf 21227 (15%) Individuen der übrigen Insektenordnungen verteilt.

Der Nematocerenanteil erreichte 58% bei den Dipteren (bzw. 50% vom Gesamtfang) und enthielt 7,8% Cecidomyiiden (Anteil am Gesamtfang 3,9%). Der größte Individuenreichtum von Gallmücken war mit 13% Nematocerenanteil (bzw. 7,5% am Gesamtfang) im unteren Puccinellietum festzustellen, das den Lebensraum für die dort eudominant vorkommende „Andelgras-Mücke“ *Mayetiola puccinelliae* n. sp. (2343 Individuen) darstellt.

9.2. Neue Arten für Deutschland

Die deutsche Fauna wurde bisher in erster Linie auf Gallenerzeuger untersucht (RÜBSAAMEN-HEDICKE 1926-38, BUHR 1964/5) und enthält deshalb relativ wenig Angaben für freilebende Cecidomyiinae, Lestremiinae (zum Teil aber durch KLEESATTEL 1979 erfaßt) und Porricondyliinae.

In meinen Untersuchungen wurden für Deutschland 57 Arten (in 18 Gattungen) neu nachgewiesen. 55 bisher aus Deutschland bekannte Arten (in 32 Gattungen) kamen auch in den Untersuchungsgebieten vor. Für 8 phytophage Arten wurden neue Wirtspflanzenarten nachgewiesen (s. auch 9.1.).

9.3. Neue Arten für die Palaearktis

Durch meine Untersuchungen wurden für die Palaearktis 11 Arten (2 Gattungen) neu nachgewiesen, von denen bisher 8 Arten (1 Gatt.) nur für die Nearktis bekannt waren.

Zusammenfassend läßt sich also für viele unspezialisierte (nichtphytophage) Gallmücken eine holarktische Verbreitung feststellen.

10. Absolute und relative Arten und Populationsdichten

Zur Darstellung des ökologischen Stellenwertes einzelner Arten bzw. Artengruppen in Ökosystemen sind qualitative und quantitative Angaben erstrebenswert.

Die Analyse von Mengenverhältnissen in Tierbeständen wird deshalb möglichst in zwei Richtungen durchgeführt: 1. flächen- bzw. volumenunabhängige Erfassung der prozentualen Individuen- und Artenzusammensetzung eines Bestandes - relative Charakteristika-Angabe von Dominanzverhältnissen. 2. Angabe zur Besiedlungsdichte von Arten und Individuen bezogen auf eine Flächen- bzw. Volumeneinheit - absolute Charakteristika-Abundanz, Biomasse etc..

Relative Mengencharakteristika sind häufig die einzig praktikable Möglichkeit, um ökologische Aussagen zu machen, da es besonders bei adulten flugfähigen Insekten schwierig ist, flächen- bzw. volumenbezogene absolute Bestandserfassungen durchzuführen. Die Dominanz ist theoretisch von der Größe der Probenfläche unabhängig. Das anteilige Verhältnis der Arten am Gesamtbestand bleibt unverändert, wenn ein unterer Minimalwert an Flächengröße überschritten wird und das untersuchte Areal für die Arten als hinreichend homogen anzusehen ist, d.h. ein Areal von z.B. 100 bzw. 10000 m² hat dann gleiche Individuenrelationen der Arten zueinander (BALOGH 1958). **Aktivitätsbezogene Individuenerfassung** (z.B. in Farbschalen) hat darüber hinaus noch den Vorteil, dynamische Prozesse in den Biotopen verstärkt zu berücksichtigen, da Photoelektor- und Isolationsproben, im Gegensatz zu kontinuierlich fangenden Farbschalen, „ökologische Momentaufnahmen“ darstellen, dafür aber flächen- bzw. volumenbezogene Aussagen ermöglichen.

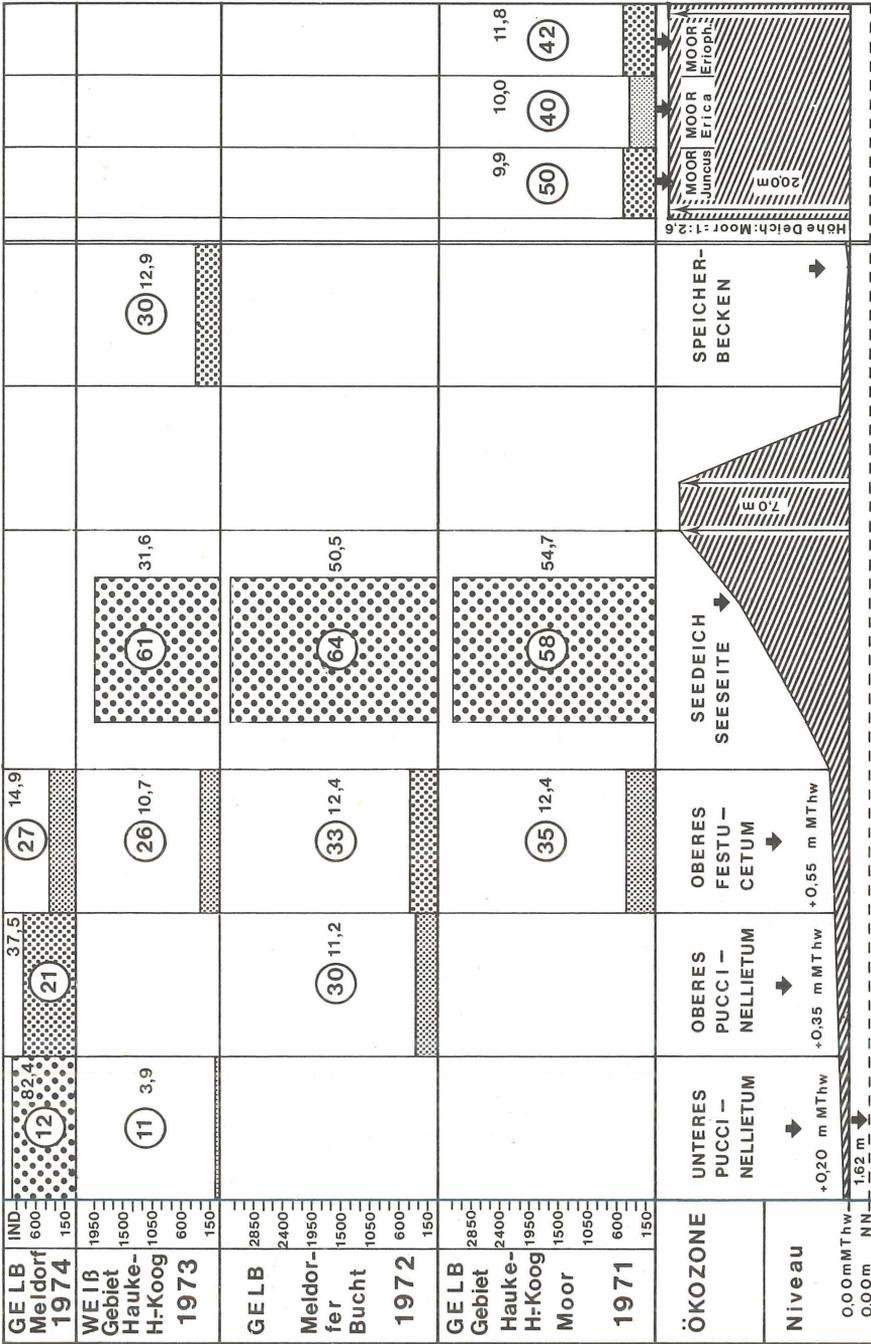


Abb. 12: Aktivitätsarten- und Individuendichten einzelner Untersuchungsareale: Salzweide, Seedeich, Koog und Flachmoor (Raster: grob = größte Individuenzahl); Index: Individuen pro Art; Farbschalen: GELB = Gelbschale, WEISS = Weißschale, ○ = Artenzahl

Um Dominanzwerte von verschiedenen Beständen besser vergleichen zu können, wurden die %-Werte in 5 Dominanzklassen zusammengefaßt, die nach HEYDEMANN 1960 folgende Dimensionen besitzen:

- | | | |
|----------------|---|--------------------------|
| 1. subrezedent | : | unter 1 % der Individuen |
| 2. rezedent | : | 1-4,9 % der Individuen |
| 3. subdominant | : | 5-9,9 % der Individuen |
| 4. dominant | : | 10-30 % der Individuen |
| 5. eudominant | : | über 30 % der Individuen |

Die Berechnung des Dominanzgrades einer Art erfolgt nach der Formel $D = 100 \times b/a$ (%), wobei b die Individuenmenge der Einzelart und a die Gesamtindividuenzahl aller Arten im Bestand bedeutet (SCHWERDTFEGER 1978).

Die Dominanzklassenverteilung ergab für alle untersuchten Zonen ein ähnlich charakteristisches Bild (s. auch BALOGH 1958): eudominante und dominante Arten mit großen Individuenmengen sind in verhältnismäßig geringer Anzahl, rezedente und besonders subrezedente Arten mit geringen Individuenmengen dagegen sehr zahlreich vertreten. So lassen sich in bezug auf Individuendichten die Untersuchungsareale bei der statischen Besiedlungsdichte schon mit 18 häufigen (von insgesamt 70) Arten bzw. bei der Aktivitätsdichte mit 24 häufigen (insgesamt 111) Arten zu 75% bzw. 76% charakterisieren (s. Abb. 13/4 und Tab. 1, 3).

10.1. Abundanz - statische Besiedlungsdichte - statische Dominanz (s. Abb. 13)

Die Werte der stationären Besiedlungsdichte wurden durch Photoelektor- und Isolationsprobenfänge in den einzelnen Beständen ermittelt. 329 Einzelproben, die insgesamt eine Fläche von 32 m² erfaßten und eine Ausfangdauer von mindestens 4 Wochen hatten, enthielten 70 Arten mit 5861 Individuen. In Abb. 13 werden 18 (26%) häufige Arten mit 4406 (75%) Ind. in bezug auf statische Besiedlungsdichte und statische Dominanz pro m² und Zone näher dargestellt. Eudominante Arten kamen in allen untersuchten Biotopen und ökologischen Zonen vor:

- a) Puccinellietum : *Mayetiola puccinelliae*, *Coquilletomyia lobata*
- b) Festucetum : *Clinodiplosis cilicrus*
- c) Seedeich : *Parepidosis argentifera*
- d) Speicherbecken : *Procystiphora gerardi*

Dominante Arten treten dagegen nur im Speicherbecken und im Vorland - Festucetum - auf; der Anteil rezedenter Arten überwog in allen Beständen deutlich. Die Gesamtartenzahl erreichte die höchsten Werte auf dem Seedeich (39) und im Vorland der Meldorfer Bucht - Festucetum (38), während die übrigen Areale deutlich geringere Artenzahlen aufwiesen.

Der Index „Individuen pro Art“ (Durchschnittswert) lag im Puccinellietum und auf dem Seedeich am höchsten, während das Speicherbecken und das Festucetum deutlich darunter lagen. Drei Arten hatten die größten Individuenmengen: *Mayetiola puccinelliae* (phytophag) mit 119, *Procystiphora gerardi* (phytophag) mit 131 und *Parepidosis argentifera* (myzetophag) mit 219 Individuen pro m². Es konnten keine höheren Besiedlungsdichten von kleinen gegenüber großen Arten festgestellt werden (nach BALOGH 1958 haben Arten mit geringer Körpergröße oft höhere Besiedlungsdichten aber geringere Aktivitätsdichten als große Formen!).

	GEBIET UM DIE MELDORFER BUCHT				GEBIET UM DEN HAUKE-HAIEN-KOOG		
	XX	VORLAND-SALZWIESE		VORLAND-SALZWIESE		BINNENKOOGSGEBIET	
		IND	PUCCINELLIE-TUM	FESTUCETUM	PUCCINELLIE-TUM	FESTUCETUM	SEEDEICH
<i>Clinodiplosis cilicrus</i>	25						
<i>Coquilletomyia caricis</i>	25						
<i>Coq. dentata</i>	25						
<i>Coq. lobata</i>	25						
<i>Jaapiella schmidti</i>	25						
<i>Mayetiola pagrostidis</i>	25						
<i>Mayetiola puccinelliae</i>	100 25						
<i>Procytiphora gerardi</i>	100 25						
<i>Anaretella defecta</i>	25						
<i>Anaretella spiraeina</i>	25						
<i>Campylomyza flavipes</i>	25						
<i>Lestremia cinerea</i>	25						
<i>Monardia toxico-dendri</i>	25						
<i>Peromyia caricis</i>	25						
<i>Peromyia palustris</i>	25						
<i>Haplusia longipalpis</i>	25						
<i>Parepidosis argenti-fera</i>	225 100 25						
<i>Porricondyla nigripennis</i>	25						
Artenzahl Σ		7(3) ^x	38(12)	30(6)	23(7)	39(11)	26(9)
Ind.-Zahl Σ		159(132) ^x	162(121)	179(136)	71(60)	600(467)	289(266)
DOMINANZKLASSEN :		< 1 %	1- 4,9 %	5- 9,9 %	10- 30 %	>30 %	

Abb.13 Statische Arten- und Individuendichten je m² und Zone von 18 häufigen Arten und zonenspezifische Dominanz.

xx: INDIVIDUENZAHLEN DER FLÄCHE: 1mm²±1 IND; (x): WERTE FÜR DIE ARTEN DER ABB.

10.2. Aktivitätsdichte - Aktivitätsdominanz (s. Abb. 12, 14)

In insgesamt 38 Remissionsfarbschalen wurden in 4 Jahren (Schalen jeweils in der Zeit von April bis November eingesetzt) zusammen 111 Arten mit 31270 Individuen erfaßt. Durch den kontinuierlichen Farbschalengang werden im Gegensatz zu den Elektor- und Isolationsprobenfängen (stat. Besiedlungsdichte - „ökologische Momentaufnahme“) Rückschlüsse auf das dynamische Verteilungsmuster von Arten während einer Fangperiode im Biotop ermöglicht. In Abb. 14 werden 24 (22%) häufige Arten mit 23689 (76%) Individuen in Bezug auf Aktivitätsdichte bzw. Aktivitätsdominanz pro Schale, Bestand und Jahrgang dargestellt. Im Gegensatz zu den Daten der „statischen Dominanz“ erhält man Angaben der „Aktivitätsdominanz“ eudominanter Arten (wie *Mayetiola puccinelliae*) nur noch im Puccinellietum; dominante Arten kommen dagegen in allen Zonen vor (s. Abb. 14).

Die Anzahl der Arten zeigt eine deutliche Zonierung (bei den Elektorfängen - statische Besiedlungsdichte - nicht so deutlich ausgeprägt): Artenminimum im unteren Puccinellietum, Anstieg im oberen Puccinellietum und im unteren Festucetum, Maximum auf den Seedeichen; Speicherbecken etwa auf dem Niveau vom unteren Festucetum und Moorareal auf einem Niveau zwischen Seedeich und Festucetum liegend.

Der Index „Individuen pro Art“ erreichte im unteren Puccinellietum und auf den Seedeichen die höchsten Werte, während die übrigen Bereiche deutlich darunter lagen.

In der Salzwiese ist die Abnahme von ökologischen Extremfaktoren z.B. der Überflutung (unteres Puccinellietum bis zu 4-fach häufiger überflutet als das Festucetum, s. Abb. 8) meist mit einer Individuenabnahme sowie mit einer Artenzunahme verbunden. Seedeiche besitzen aufgrund ihres größeren Artenreichtums an Pflanzen (Nicht-halophyten) und eines ausgeprägten Zersetzungshorizonts bei wärmeren Mikroklima relativ hohe Arten- und Individuenzahlen an Gallmücken.

Insgesamt 5 Arten erreichten sehr hohe Individuenmengen pro Schale und Standort: *Karshomyia caulicola* (294), *Mayetiola puccinelliae* (514), *Lestremia cinerea* (911), *Monardia toxicodendri* (375), *Peromyia caricis* (358). Mit Ausnahme der Salzwiesenart *Mayetiola puccinelliae* erreichten die anderen 4 Arten ihr Aktivitätsmaximum auf den Seedeichen.

Wie bei der stationären Besiedlungsdichte traten keine signifikanten Aktivitätsunterschiede zwischen kleinen und großen Arten auf. Die Aktivitätsdichtewerte lagen bei den meisten Gallmückenarten deutlich über den Werten der Besiedlungsdichte. Gallmücken sind insgesamt gesehen als relativ aktivitätsarm anzusehen, was aber durch ihren hohen Anpassungsgrad an passive Windverdriftung kompensiert wird. Sie sind deshalb trotz geringer Eigenaktivität in der Lage, auch großräumige Arealbesiedlungen in verschiedenen Biotopen durchzuführen (s. Kap. 12).

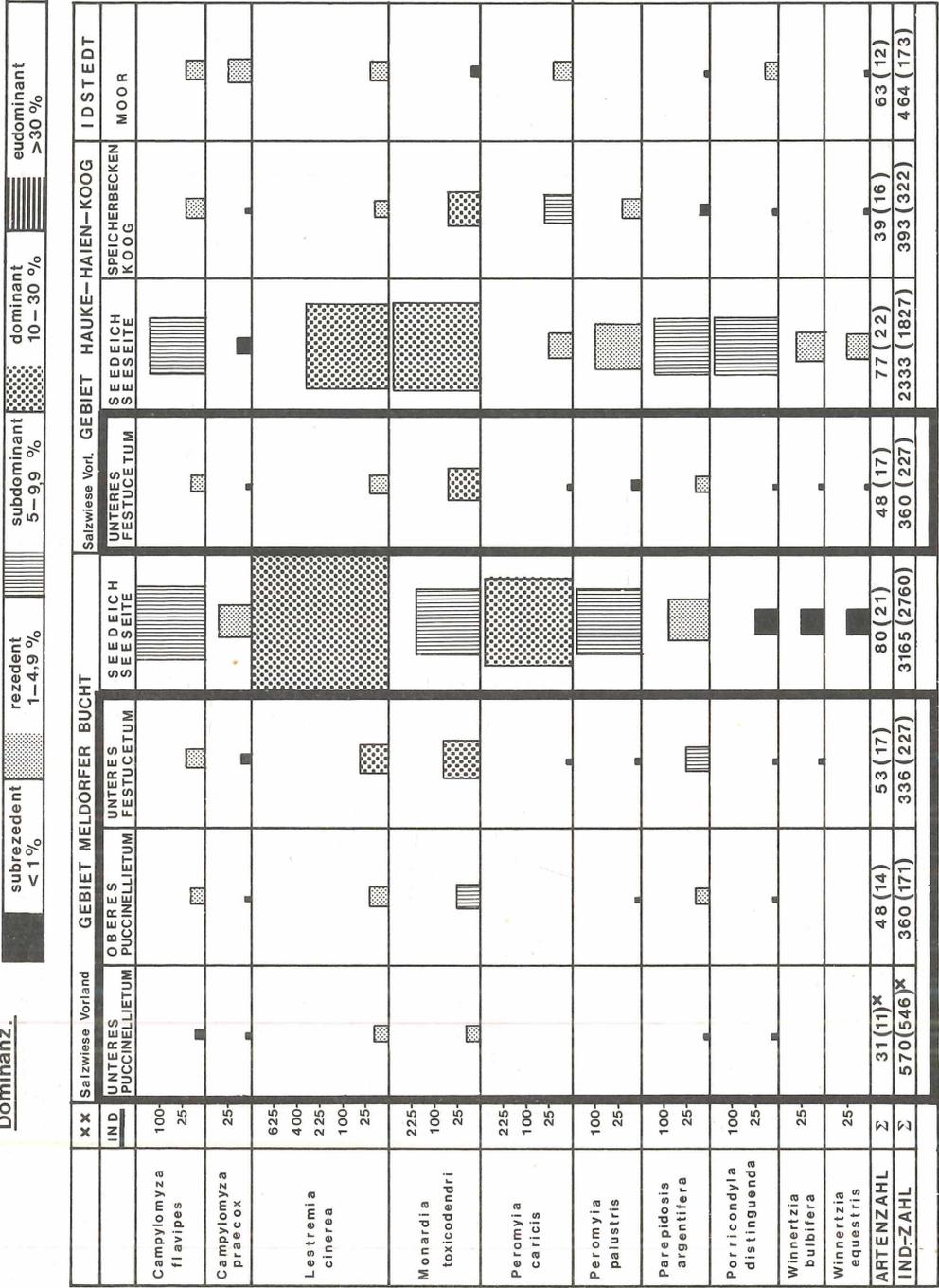
Abb. 14a Aktivitätsarten- und Individuendichten je Farbschale und Zone von 24 häufigen Arten, zonenspezifische Dominanz.



X X	IND	GEBIET MELDORFER BUCHT				GEBIET HAUKE-HAIEN-KOOG			IDSTEDT
		Salzwiese Vorland	SEEDEICH SEESEITE	UNTERES FESTUCETUM	SEEDEICH SEESEITE	UNTERES FESTUCETUM	Salzwiese Vorl.	Speicherbecken Koog	
		UNTERES PUCCINELLIETUM	OBERES PUCCINELLIETUM	UNTERES FESTUCETUM	SEEDEICH SEESEITE	UNTERES FESTUCETUM	SEEDEICH SEESEITE	SPEICHERBECKEN KOOG	MOOR
	25								
<i>Clinodiplosis cificrus</i>	25								
<i>Coquilletomyia lobata</i>	25								
<i>Jaapiella schmidti</i>	25								
<i>Karshomyia caulicola</i>	225-100-25								
<i>Mayetiola agrostidis(?)</i>	25								
<i>Mayetiola puccinelliae</i>	400-225-100-25								
<i>Mayetiola schoberi</i>	25								
<i>Procytiphora gerardi</i>	25								
<i>Hyperdiplosis lobata</i>	25								
<i>Anarete coracina</i>	25								
<i>Anarete corni</i>	25								
<i>Anarete lacteipennis</i>	25								
<i>Anaretella spiraeina</i>	100-25								
<i>Campylomyza bicolor</i>	25								

Abb. 14 b

Aktivitätsarten- und Individuendichten je Farbschale und Zone von 24 häufigen Arten, zonenspezifische Dominanz.



x x: INDIVIDUENZAHL / DER FLÄCHE : 1 MM² = 1 IND.

(x) WERTE FÜR DIE ARTEN DER ABB.

10.3. Passive Verdriftung (Aeroplankton, Immigranten, Emigranten) (s. Abb. 15)

Passive Windverbreitung, die nach JOHNSON 1969 als aktive Migration in Windrichtung aufzufassen ist (sofern sie über das Populationswohngebiet der Art hinausführt) hat für Gallmücken eine große ökologische Bedeutung. Die Gallmücken zeigen nach MAMAEV 1975 verschiedene Anpassungsgrade an den anemochoren Transport wie Reduktion des Flügelgeäders, Gewichtsreduktion durch Ausbildung sehr kleiner Arten, Extremitätenverlängerung und Oberflächenvergrößerung durch vermehrte Macrotrichen- und Schuppenbildung.

Aktives Fliegen ist bei den meisten Arten nur noch auf die nähere Umgebung der Schlupflokalisierung beschränkt, so daß die größte Ausbreitungsintensität durch Luftströmungen zustande kommt. Im typischen Fall erfolgt eine Dispersion nach folgendem Modus (Definition nach JOHNSON 1969): a) Schlupf von ♂♂ und ♀♀ b) Kopulation am Schlupfort c) ♂♂ verbleiben in der näheren Umgebung der Schlupflokalisierung und sterben bald darauf ab d) „Exodus“ der ♀♀ - aktiver Aufflug e) „transit flight“ - Windtransport zu anderen Lokalitäten f) „appetitive flight“ — Befallsflug in der Vegetation — **aktives Umherfliegen im Schutz der Vegetation** und Eiablage (s. auch Beobachtungen von BASEDOW 1977 an Weizengallmücken). Ähnliche Dispersionsverhältnisse wurden bei Ichneumoniden (HORSTMANN 1970) und bei Pteromaliden (ABRAHAM 1969) festgestellt. Sämtliche Windreusenfänge enthielten deshalb deutlich mehr ♀♀ als ♂♂, während alle Farbschalenfänge das entgegengesetzte Ergebnis zeigten (s. auch Kap. 11 Sexualindex).

Die Ausbreitungsintensität erreicht besonders bei nichtphytophagen Gallmückenarten - phytophage Arten gehen meist nicht über das geographische Verbreitungsgebiet ihrer Wirtspflanzen hinaus - ein hohes Niveau und führt so zu großräumigen Arealbesiedlungen sowie zur maximalen Ausnutzung aller im Biotop vorhandenen Einzelbestände eines ökologischen Nischen-Typus. Auch scheinbar völlig voneinander isolierte zoogeographische Gebiete besitzen keine endemischen Gallmückenarten aus dem Bereich der „nichtphytophagen“ Arten (phytophage Arten - Gallenerzeuger - ausgenommen), da deren Genpool durch Ein- und Auswanderung ständig erneuert wird und es deshalb nicht zu Artneubildungen kommen kann (s. auch ABRAHAM 1973). Als Beispiel dafür wird die Gattung *Coquilettomyia* mit myzetophagen Arten von MAMAEV 1972 angegeben, von der die Mehrzahl der Arten eine holarktische Verbreitung aufweist. Windreusenfänge in den Salzwiesen der Meldorfer Bucht erfaßten während einer Saison (1973) 51 Arten mit 2089 Individuen. Drei häufige Arten erreichten bereits einen Individuenanteil von 59% (*Campylomyza flavipes* 444 Ind., *Lestremia cinerea* 316 Ind., *Monardia toxicodendri* 477 Ind.) und wurden in bezug auf die spezifischen Mengenverhältnisse zu den einzelnen Windrichtungen untersucht (Abb. 15). In bezug auf Arten- und Individuenmenge steht die den Ostsektor bestreichende Reuse eindeutig an erster Stelle (s. auch REGGE 1972, SOMMER 1978), während sich die anderen Reusen in der Rangfolge Nord, Süd und West anschließen. Ein Vergleich mit den indigen in den Meldorfer Salzwiesen vorkommenden Arten zeigt, daß der Anteil nichtindigener Arten in der Ostreuse (19 Arten) am größten und in der Westreuse am kleinsten ist (7 Arten); Nord- (12 Arten) und Südreuse (9 Arten) liegen auf einem mittleren Niveau. Das bedeutet, daß der Anteil der Hospites (Arten aus angrenzenden Biotopen, Definition s. TISCHLER 1949) aus den Nachbarbiotopen Seedeich und Koog in der Ostreuse am größten und in der Westreuse am geringsten ist. Man kann daraus schließen, daß eine beträchtliche Immigration von Arten und Individuen in die Salzwiesenbiotope stattfindet, während umgekehrt die

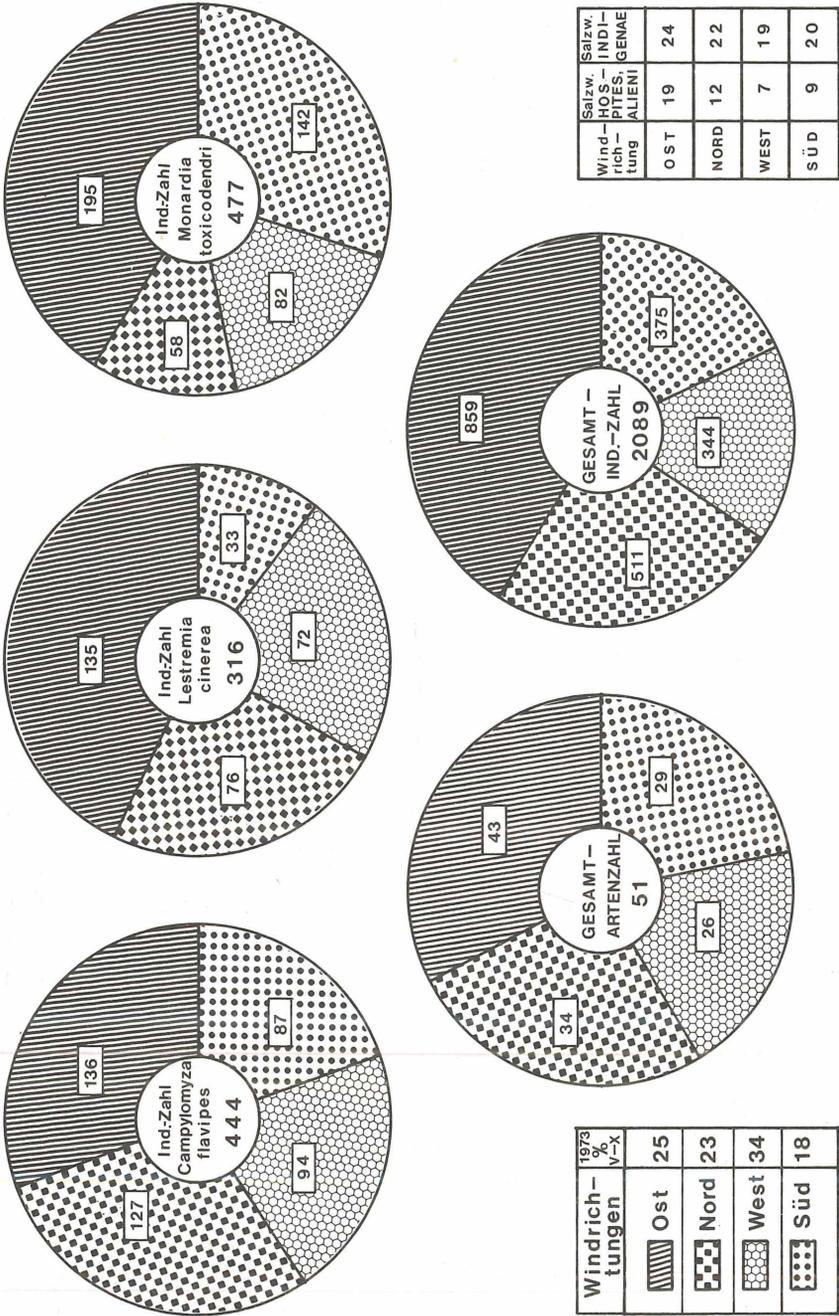


Abb. 15: Windreusenfänge in Relation zur Windrichtung, Artenzahl der Hospites und Indigenae; Meldorfer Bucht 1973, oberes Puccinellietum.

Emigration aus Salzwiesen als gering zu veranschlagen ist. Obwohl der prozentuale Anteil der Windrichtungen für West mit 34% Windanteil am größten und für die anderen Richtungen (Nord 23% Ost 25% Süd 18%) deutlich darunter lag, verlief die bevorzugte Immigrationsachse von Ost nach West (s. auch SOMMER 1978). Der Seedeichbereich, der sich in östlicher Richtung an die Salzwiesen (Windreusenstandort) anschließt, stellt die Region dar, aus der die größte Anzahl der Arten und Individuen stammt. Arten- und Dominantenidentitätstests wiesen zwischen Deich und Ostreuse das Stadium „größter Ähnlichkeit“ auf, während die Artenidentitäten Seedeich/West, Nord und Süd nur die Stufe „identitätsneutral“ erreichten (Dominantenidentität war für alle Richtungen mit dem Seedeich „stark ähnlich“ - s. auch Kap. 13). Als biotopfremde Arten (Alieni) sind für die Salzwiesen die Arten *Campylomyza fusca* WTZ, *Leptosyna nervosa* WTZ und *Monepidosis pectinata* Mam. anzusehen; sie wurden ausschließlich durch Windreusenfänge erfaßt.

10.4. Tag- und Nachtaktivität

Im Zeitraum von 1973-5 wurde während der Saison Juni bis August mit 1500 Trans- und Remissionsschalen, die jeweils nur einen Tag oder eine Nacht standen, ein Material von 1310 Gallmücken erfaßt, das 38 Arten enthielt.

Ein Vergleich von Tag- und Nachfangquoten erbrachte ein eindeutiges **Überwiegen der Tagfänge**, deren Artenzahl 35 gegenüber 19 sowie 1034 Individuen gegenüber 276 im Nachfang betrug. Summarisch wurde ein Tag/Nachfangmengenverhältnis von 3,5 : 1 festgestellt, während die Artenzahlen den Wert 1,8 : 1 erreichten. Nur die Art *Mayetiola agrostidis* (?) Ertel wies eine stark erhöhte Nachtaktivität auf (Tag : Nacht wie 1 : 10). Die Individuenmengen konzentrierten sich im Nachfang auf nur eine Art (*Mayetiola agrostidis* (?) Ertel mit 48% Individuenanteil, während die Tagfänge mehrere relativ individuenreiche Arten enthielten. Die Anzahl der erfaßten salzwiesenindigenen Arten lag bei Tag- (71%) und Nachfängen (79%) auf etwa gleichem Niveau.

Die einzelnen Gallmückenunterfamilien zeigen eine unterschiedlich ausgeprägte Nachtaktivität: Lestremiinae kaum nachtaktiv, Porricondyliinae mit geringer und Cecidomyiinae mit mittlerer Nachtaktivität. Die Abnahme der Artenzahl in der Nacht im Vergleich zur Tagesperiode betrug bei den Cecidomyiinae 19%, Lestremiinae 69%, Porricondyliinae 57%; die Abnahme der Individuenzahl bei den Cecidomyiinae 60%, Lestremiinae 97%, Porricondyliinae 74%.

Die dominanten Arten in den Lichtfängen sind salzwiesenindigene Formen der Unterfamilie Cecidomyiinae, die wahrscheinlich in erster Linie aus der näheren Fallenumgebung aktiviert und angelockt wurden („weißes Licht“ war besonders fangaktiv - s. auch SOMMER MEYER 1976). Der Einflug aus entfernteren Arealen war dagegen relativ gering (Aeroplankton).

10.5. Farbpräferenz

Es wurde **keine ausgeprägte Farbpräferenz** gegenüber farbigen Remissionsschalen bei den untersuchten Gallmückenarten nachgewiesen, obwohl besonders die ♂♂ in ihrem jeweiligen Verbreitungsgebiet aktiven Farbschalenanflug zeigten (s. auch Kap. 11 Sexualindex).

In bezug auf Arten- und Individuenzahlen wirkte „Weiß“ meist etwas weniger attraktiv im Vergleich zu „Gelb“ und „Blau“, die in unterschiedlicher Relation zueinander insgesamt etwas bevorzugt wurden. Die Fängigkeit der Schalen beruht entweder

auf der Farbqualität oder auf Anlockeffekte der reflektierenden Wasseroberfläche oder auf beiden Faktoren. Die etwas geringere Fängigkeit von „Weiß“ könnte also dadurch entstehen, daß sich die spiegelnde Wasseroberfläche auf dunkler gefärbtem Hintergrund (Gelb, Blau) besser abhebt. Das für die untersuchten Arten festgestellte indifferente Farbwahlverhalten wurde auch von ROTH, M. u. COUTURIER, G. 1966 bei Farbfängen mit Schwarz, Orange-Rot, Gelb, Grün, Weiß beobachtet. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß mit jedem Farbschalentyp (Weiß, Gelb, Blau) eine typische Arten- und Individuenerfassung in den Untersuchungsbiotopen möglich war, d.h. es liegt keine starke Selektivität für einzelne Farben vor, wie das z.B. bei Dolichopodiden für „Blau“ (SOMMER 1978) der Fall war.

11. Sexualindex (s. Tab. 5)

Nach HEYDEMANN 1960 muß zwischen „statischem Sexualindex“ (z.B. ermittelt durch Kescherfang oder als Ausschlußpfichte) und „Aktivitätssexualindex“ (Farbschalenanflug etc.) unterschieden werden, da sich die Sexualindexverhältnisse im Schalenfang z.B. durch erhöhte ♂♂-Aktivität, oder durch geschlechtsspezifische Farbpräferenzen etc. im Vergleich zum Streifnetzfang erheblich unterscheiden können. Der Sexualindex besitzt bei vielen Gallmückenarten eine deutlich ausgeprägte Variabilität (s. Kap. 6.5.). Bei allen untersuchten Arten lag beim statischen Sexualindex ($\text{♂♂} : \text{♀♀} = 1,2-10,3 : 1$) und beim Aktivitätssexualindex in Farbschalenfängen ($\text{♂♂} : \text{♀♀} = 1,1-6,3 : 1$) eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte ♂♂-Dominanz vor. Der erhöhte ♂♂-Anteil im Kescherfang (stat. Sex. Ind.) läßt auf eine primär vorhandene Überzahl von ♂♂ zu ♀♀ schließen.

Windreusenfänge weisen dagegen eine eindeutige Dominanz der ♀♀ auf ($\text{♂♂} : \text{♀♀} = 1 : 1,8-10,3$). Diese unterschiedlichen Sexualindexverhältnisse von Farbschalen- und Windreusenfang lassen sich nach HORSTMANN 1970 durch die Annahme erklären, daß die ♂♂ in ihren Vermehrungsgebieten eine größere Aktivität als die ♀♀ besitzen, sich aber nur wenig aus diesen Arealen mit passiver Flugverbreitung entfernen. Gallmücken-♂♂ haben darüber hinaus noch eine deutlich kürzere Lebensdauer als die ♀♀, so daß die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Kopulationen mit einer erhöhten ♂♂-Aktivität erheblich wächst. Die ♀♀ sind dagegen mit Hilfe passiver Windverdriftung ausbreitungsaktiver und sorgen damit für die Besiedlung neuer Areale und für Populationsaustausch.

Besonders deutlich sind diese Verhältnisse bei *Campylomyza flavipes* Meig., *Lestremia cinerea* Macq. und *Monardia toxicodendri* Felt. ausgeprägt, die im Hauptvermehrungsgebiet (Seedeiche) einen erhöhten ♂♂-Anteil im Farbschalengang und im angrenzenden Verbreitungsareal (Windreusenfang in der Salzwiese) stark erhöhte ♀♀-Anteile aufweisen.

Vergleicht man statischen Sexualindex und Aktivitätssexualindex (aus Kescher- bzw. Farbschalenfängen) miteinander, ergeben sich folgende Indexverhältnisse:

a) Arten mit hohem Aktivitäts-Sexualindexanteil der ♂♂ und geringen ♂♂-Anteilen im statischen Sexualindex (Kescherfang): *Anarete corni* Felt, *Lestremia cinerea* Macq., *Parepidosis argentifera* de Meijere.

b) Arten mit verhältnismäßig geringem Anteil der ♂♂ am Aktivitäts-Sexualindex (in Farbschalen) und relativ großen ♂♂-Anteilen im statischen Sexualindex (Kescherfang): *Monardia toxicodendri* Felt, *Porricondyla distinguenda* Mam.

ARTEN	STATISCHER SEXUALINDEX				AKTIVITÄTS-SEXUALINDEX							
	KESCHERFÄNGE n = 40				FARBSCHALENFÄNGE Ø Weiß+Gelb+Blau n = 84				WINDREUSENFÄNGE Ø West+Ost+Nord+Süd n=52			
	♂♂ : ♀♀ absolute Zahlen		♂♂ : ♀♀ relative Zahlen		♂♂ : ♀♀ absolute Zahlen		♂♂ : ♀♀ relative Zahlen		♂♂ : ♀♀ absolute Zahlen		♂♂ : ♀♀ relative Zahlen	
<i>Mayetiola puccinelliae</i>	13	11	1,2	1	565	216	2,6	1	3	4	1	1,3
<i>Anarete corni</i>	15	11	1,4	1	87	17	5,1	1	–	–	–	–
<i>Campylomyza flavipes</i>	55	48	1,2	1	56	52	1,1	1	26	85	1	3,3
<i>Lestremia cinerea</i>	77	56	1,4	1	263	48	5,5	1	7	72	1	10,3
<i>Monardia toxicodendri</i>	300	74	4,1	1	305	117	2,6	1	43	76	1	1,8
<i>Parepidosis argentifera</i>	17	14	1,2	1	145	23	6,3	1	–	–	–	–
<i>Porricondyla distinguenda</i>	41	4	10,3	1	186	72	2,6	1	–	1	0	1
TOTAL (Tabelle) dominante Arten	518	218	2,4	1	1607	545	2,9	1	81	238	1	3
TOTAL Gesamtfang	904	378	2,4	1	2460	846	2,9	1	153	370	1	2,4

Tab. 5: Statischer Sexualindex (Kescheproben) und Aktivitätssexualindex (Farbschalen, Windreusen) von 7 dominanten, indigenen Arten der Seedeiche und Salzwiesen.

c) Arten mit ähnlicher ♂♂ : ♀♀-Relation in bezug auf Aktivitäts-Sexualindex und statischem Sexualindex: *Campylomyza flavipes* Meig.

Bei den gezüchteten phytophagen Gallmückenarten (Resultat: statischer Sexualindex-Index: X in Tab. 1) lag dagegen ein mehr oder weniger deutlich ausgeprägtes Übergewicht der ♀♀ vor, was auch für den Großteil aller phytophagen Gallmücken in der Literatur beschrieben wird (MAMAEV 1975).

12. Ökologische Typen-Abhängigkeit von Wind, Salzgehalt und Bodenstruktur (s. Abb. 16)

Cecidomyiiden haben in Larval- und Imaginalstadien zahlreiche ökologisch und morphologisch deutlich unterscheidbare Lebensformtypen entwickelt. Die Lebensformtypen der Larven unterscheiden sich in erster Linie durch Anpassungen an unterschiedliche Feuchtigkeitsverhältnisse, Nahrungssubstrate und Bodenstrukturen, während bei den Imagines verschiedene Anpassungen an den anemochoren Transport eine große Rolle spielen.

12.1. Abhängigkeit vom Wind (Imaginalstadien)

Es läßt sich eine Entwicklungsreihe von einfachen bis zu hoch differenzierten Anpassungserscheinungen an den Windtransport feststellen, die sich beim „dynamischen“ sowie beim „Halbsegler-“ und „Vollsegler-Flugtyp“ unabhängig voneinander entwickelt haben (MAMAEV 1975). Abgesehen von kleinen aktiven Flügen, die meist nur einige Meter weit reichen, können weiträumige Biotopbesiedlungen nur durch Windtransport erreicht werden. Nach MAMAEV 1975 lassen sich vier morpho-ökologische Flugtypen unterscheiden:

a) „Dynamischer Flugtyp“ (Dynamic type)

Zu diesem Typ gehören relativ große Gallmückenarten mit stark costalisierten *) gut entwickelten Flügeln, die deutliche Medialadern besitzen ($m_{1,2}$ als Gabel, $m_{3,4}$ einfach). Bei diesem Typ kommen noch keine Schuppen auf Tarsen und Palpen vor - nur einfache Borsten. Die Flugmuskulatur ist kräftig entwickelt (Thorax verhältnismäßig voluminös) und ermöglicht so auch größere aktive Flugleistungen, die bei einigen Arten (z.B. *Anarete johnsoni* Felt) zu längeren Schwarmflügen ausreichen. Die Beine sind als mäßig lange, kräftige „Laufbeine“ ausgebildet, die den Arten eine schnelle Lokomotion auf dem Substrat ermöglichen (offene Lebensweise). Zu diesem Flugtyp gehören die Arten vom Tribus Lestremiini der U. Fam. Lestremiinae. Insgesamt wurden 12 Arten dieses Typs im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Windreusenfänge enthielten 7 Arten, von denen *Lestremia cinerea* Macq. dominant war.

b) „Halbsegler Typ“ (prevelum type)

Dieser Typ umfaßt alle kleinen Gallmückenarten mit schwach costalisierten* Flügeln, die ein reduziertes Geäder (m-Ader nur noch einfach) aufweisen und deren Oberfläche meist mit langen Macrotrichen besetzt ist. Die Beine sind als kurze schwache „Hängebeine“ ausgebildet, die gleichzeitig als eine Anpassung an das Mikrohabitat der Spalten und Bodenvertiefungen anzusehen sind (versteckte Lebensweise). Die Tarsen und Palpen sind mit Schuppen besetzt.

Halbsegler Typen stellen die erste Anpassungsstufe an den Windtransport dar, was in der Ausbildung von Schuppen und Macrotrichen (Oberflächenvergrößerung!) sowie in Reduktionserscheinungen von Flügeladern und Körpergröße (Gewichtseinsparung) zum Ausdruck kommt. Kurze aktive Flüge sind aber noch möglich. Zu diesem Lebensformtyp gehören alle übrigen Lestremiinengattungen. Insgesamt wurden 33 Arten - in Windreusen 14 - im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. In Windreusenfängen waren die Arten *Campylomyza flavipes* Meigen und *Monardia toxicodendri* Felt dominant.

c) „Vollsegler Typ“ (velum type)

Gallmücken des „Vollsegler Typs“ erreichen den höchsten Anpassungsgrad an den aerodynamischen Transport durch Extremitätenverlängerung und Oberflächenvergrößerung (Schuppen- und Macrotrichenbildung auf Beinen, Rumpf und Flügel). Die Flügel zeigen relativ starke Geäderreduktionen (m-Adern meist vollständig rückgebildet) sowie Ausbildung von langen Haarsäumen am Flügelhinterrand und bei vielen Arten noch einen Schuppenbesatz auf den Flügeladern (z.B. Gatt. *Dasineura*, *Lasioptera*). Es lassen sich schwach costalisierte (U. Fam. Porricondyliinae, Cecidomyiinae

*) costalisiert bedeutet: mit verstärkten Randadern (Costae)

ohne Lasiopteridi) und stark costalisierte (Lasiopteridi) Formen unterscheiden. Die dünnen Beine besitzen stark verlängerte Tarsalglieder und sind unter funktionsmorphologischen Gesichtspunkten als „**Kletterbeine**“ anzusehen, die aber nicht mehr in der Lage sind, schnelle Lokomotionen auf Substraten durchzuführen. Typische Vertreter sind die Arten der Unterfamilien Cecidomyiinae und Porricondyliinae (ohne Heteropezini). Der „Vollsegler“-Typ stellt mit 88 Arten die größte Gruppe im Untersuchungsgebiet. Windreusen erfaßten davon 28 Arten, von denen *Clinodiplosis cilicrus* Kieffer und *Lestodiplosis* sp. 1 dominant waren.

d) „Passiver Flugtyp“ (passive type)

Zu diesem Typ gehören alle Arten des Tribus Heteropezini (U. Fam. Porricondyliinae), die durch starke Reduktionstendenzen zahlreicher Organe und durch ihre spezielle Vermehrungsart (Pädogenese) gekennzeichnet sind. Es treten beispielsweise folgende Reduktionen auf: Flügelgeäder mit maximal 3 Längsadern bis zur vollständigen Rückbildung der Adern; Tarsengliederzahl zwischen 5 und 2, Mundwerkzeuge — Taster mit 4 bis 1 Glied, Augen verkleinert — mit und ohne Augenbrücke, ♀ ♀ nur noch wenige Eier im Abdomen, Antennen mit 2 + 7-11 Gl.. Aktives Fliegen ist infolge der starken Geäderreduktion kaum noch möglich (höchstens einige Dezimeter weit). Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 3 Arten — in Windreusenfängen 2 — mit nur geringen Individuenzahlen nachgewiesen.

12.2 Phagie- und Kutikulartypen der Larven

Bei Gallmückenlarven lassen sich nach MAMAEV 1975 fünf Lebensformtypen in bezug auf ihre Ernährungsweise (Phagie) unterscheiden, die spezifische milieubedingte Kutikularbildungen aufweisen. Die Ausgangsform in der Phagieentwicklung stellen in Anlehnung an MAMAEV 1975 die „detritophilen Polyphagen“ (nach MAMAEV „Eurybionte“) dar, von denen sich „detritophile Epibionten“, die weitgehend an Oberflächen aktiv sind und „xylophile Endobionten“, die innerhalb von Holzsubstanzen leben, entwickelt haben. Die weitere Entwicklung verlief dann von „detritophilen Epibionten“ über „phytophile Heterobionten“ (Gallenerzeuger mit Verpuppung im Boden) zu „phytophilen Endobionten“ (Gallenerzeuger mit Verpuppung in der Galle) (s. Abb. 16).

a) detritophile Polyphage

Sie haben eine myzotrophage oder predatorische Lebensweise und kommen in feuchteren Streuhorizonten (tiefere Bodenhorizonte) sowie in faulem Holz vor. Die glatte und relativ dünne Larvaskutikula besteht aus einer dicken Endo-, reduzierten Exo- sowie einer dünnen Epikutikula und hat nur auf der Ventralseite der Larve Dörnchenfelder ausgebildet. Die dünnen gut beweglichen Larven sind deutlich hygrophil und suchen beim Austrocknen ihrer Habitats aktiv feuchtere Zonen auf, da ihr Integumentaufbau sie nur wenig gegen Vertrocknen schützt.

Ausnahmen von dem geschilderten Aufbau bilden die Gattungen *Miastor* Meinert und *Aphidoletes* Kieffer (zoophag), denen die Epikutikula fehlt. Während *Miastor* durch hohe Milieufeuchte vor Austrocknung geschützt ist, gibt *Aphidoletes* sogar Wasser an die Umgebung ab, da die Art pro Tag mehr als ihr eigenes Körpergewicht an flüssiger Nahrung zu sich nimmt (Körperflüssigkeit von 3-5 Blattläusen pro Tag). Das bedeutet, daß bei hoher Umgebungsfeuchte bzw. bei wasserreicher Nahrung die Kutikula Tendenzen zur Schichtenreduktion erkennen läßt (gilt auch für Larven mit vollständiger Entwicklung in Gallen) und damit eine erhöhte Wasserabgabe ermöglicht.

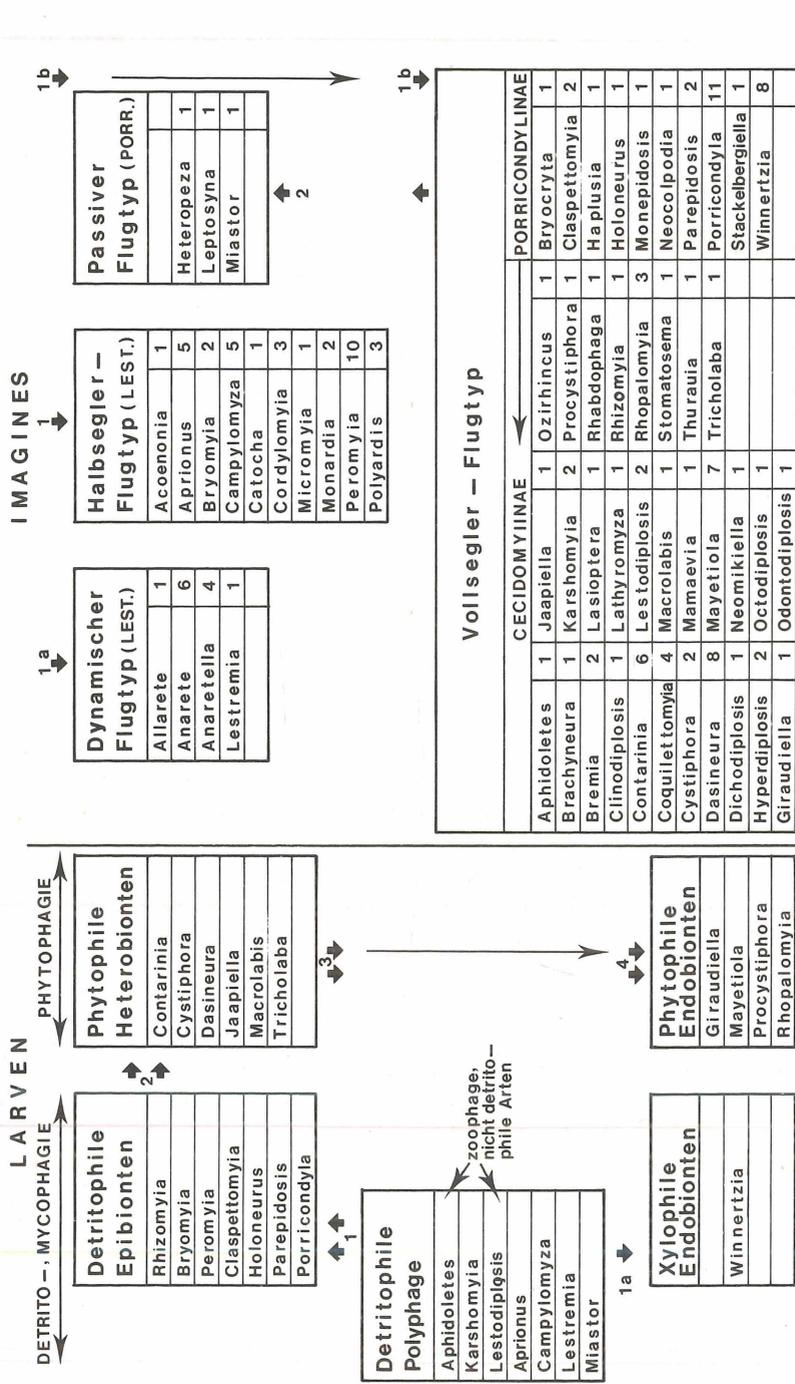


Abb. 16: Lebensformtypenspektrum von Larval- und Imagoalstadien mit Angabe der Gattungen und ihrer Artenzahl im Untersuchungsgebiet - Pfeile geben die Richtung der Lebensformtypengese an (Typennomenklatur nach Mamaev 1975).

b) detritophile Epibionten

Die myzetophagen Formen kommen im Boden, in oberen wechselfeuchten Streuhorizonten (z.B. zwischen Blättern etc.) und auf Substratoberflächen (z.B. Blattoberflächen, Baumrinde, Stubben etc.) vor. Die Larven sind meist abgeflacht (Spaltenbewohner) und führen eine halbsessile Lebensweise. Die skulpturierte dicke Larvenkutikula hat einen deutlich dreischichtigen Aufbau: dicke Endo-, Exo- und deutlich ausgeprägte Epikutikula; Ventralseite der Larven mit Dörnchenfeldern, Dorsalseite mit komplexen Papillen, die oft lange Borsten tragen. Der Kutikularaufbau schützt die Larven zuverlässig gegen Austrocknung, so daß sie in der Lage sind, Lebensräume mit stark wechselnden Feuchteverhältnissen zu besiedeln.

c) xylophile Endobionten

Hierher gehören myzetophage Formen, die unter Baumrinde und tief in faulendem Holz vorkommen. Die Larven besitzen eine recht gut entwickelte unskulpturierte Kutikula, sind muskulös und können sich langsam im Substrat bewegen. Der Larvenkörper ist langgestreckt dünn und hat dorsal sowie ventral deutliche Dörnchenfelder ausgebildet, die die Lokomotion in Medien mit großem Raumwiderstand unterstützen. Die Papillenstrukturen sind einfach.

d) phytophile Heterobionten

Zu dieser Gruppe gehören phytophage Formen, deren Larven sich in primitiven Gallen entwickeln, diese als reife Larven verlassen und sich im Erdboden verpuppen (s. auch „E“ in Tab. 2). Die stark skulpturierte Kutikula ist entweder dreischichtig entwickelt (sehr dicke Endo-, dünne Exo- und Epikutikula) bei Formen in wechselfeuchten Habitaten, oder zwei-schichtig bei Arten, die in nassem Milieu leben (nur Endo- und Exokutikula). Das Larvenintegument hat besonders auf der Dorsalseite beborstete Papillengarnituren ausgebildet, während auf der Ventralseite Dörnchenreihen oder Kutikularvorsprünge auftreten. Die Muskulatur der Larven ist kräftig und befähigt sie, weite Strecken im Erdboden zurückzulegen. Einige Gattungen wie *Contarinia* Rond. besitzen Larven mit gut entwickeltem Sprungvermögen, das mögliche Verluste durch Festkleben der Tiere am Substrat beim Abwandern aus den Gallen der Wirtspflanzen deutlich vermindert.

e) phytophile Endobionten

Phytophage Arten, deren Larven sich vollständig bis zur Imago in meist hochentwickelten Gallen weiterentwickeln (s. auch „G“ in Tab. 2). Die schwach skulpturierte oder glatte Kutikula, deren Dörnchenfelder und beborstete Papillengarnituren stark reduziert sind, hat nur einen zwei-schichtigen Aufbau (Endo- und Exokutikula). Die schwach entwickelte Muskulatur sowie das Fehlen von vorschubfördernden Strukturen (Dörnchen etc.) können als Anpassungen an die halbsessile Lebensweise in den Gallen angesehen werden.

12.3. Abhängigkeit vom Salzgehalt

Wie schon im Kap. 10.2. erwähnt, läßt sich eine deutliche Arten- und Individuenzunahme in Richtung auf salzärmere bzw. salzfreie Böden hin feststellen und zwar sowohl bei phytophagen als auch bei nichtphytophagen Arten. Man kann mit gewisser Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, daß der Salzgehalt insbesondere Eier und Junglarven am stärksten schädigt, während bei ausgewachsenen Larven erst bei höheren Salzgehalten merkliche Mortalitätsraten auftreten (30‰ S - s. Überflutungsversuche Kap. 18.1.). Das gilt besonders für frei im Boden lebende Gallmückenlarven, während

gallenerzeugende Larven zumindest von stärkeren Salzgehaltsschwankungen durch das Leben in Gallen (Salzgehaltsregelung durch die Wirtspflanze) geschützt werden (z.B. *Mayetiola puccinelliae*, *Rhopalomyia florum*, *Jaapiella schmidtii*). Die indirekte Wirkung des Bodensalzgehaltes besteht bei phytophagen Arten in einer drastischen Verringerung des Wirtspflanzenspektrums, während die geringere Streuhorizontbildung auf Salzböden im Vergleich zum Deich und Koog für myzeto-detritophage Arten ebenfalls eine Verringerung des Nahrungsangebotes darstellt. Außerdem ist der Parasitierungsgrad an Halophyten noch nicht so weit fortgeschritten wie an Nichthalophyten.

12.4. Abhängigkeit von der Bodenstruktur

Relativ gut durchlüftete Böden (z.B. Seedeich, Koog) mit deutlich ausgeprägten Streuhorizonten bieten vielen Gallmückenarten gute Entwicklungsmöglichkeiten, da insbesondere für hygrophile Larventypen (detritophile Polyphage) die Möglichkeit besteht, ungünstigen Milieuveränderungen (Austrocknung der oberen Streu) durch Abwanderung in tiefere Schichten auszuweichen.

Auf Salzböden mit ihren schwach ausgebildeten Streuschichten (weniger Pilzmyzel) und der schlechten Bodendurchlüftung (hoch anstehende H₂S-Horizonte) sind dagegen der Larvenabwanderung in tiefere Horizonte relativ enge Grenzen gesetzt.

13. Ökologische Zonierung (s. Abb. 12, 17 a, b)

Die ökologische Zonierung wurde auf Grund von Schalen-, Elektorfängen und Zuchten phytophager Arten festgestellt. Die Beurteilung von Faunenähnlichkeiten der untersuchten Bestände wurde mit statistischen Methoden - „Arten- und Dominantenidentitätstests“ - an Farbschalensmaterial durchgeführt (s. BALOGH 1958).

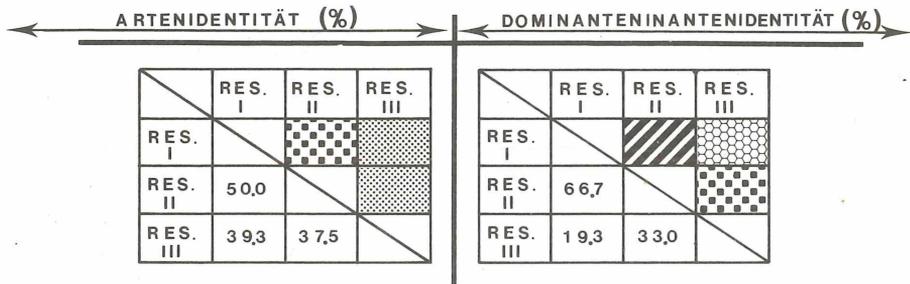
Es konnten alle eingesetzten Farbschalentypen (Weiß, Gelb, Blau) für diese Tests verwandt werden, da alle Schalenfarben bei Gallmücken einen ähnlichen repräsentativen Querschnitt von Arten- und Individuenzahlen (s. Kap. 10.5. - Farbreaktion) erfaßten. Die Identitätstests wurden 1971/1972 und 1974 mit je 1 Gelbschale und 1973 mit je 1 Weißschale pro Standort und Jahr (Saison IV.-XI.) durchgeführt.

13.1. Bindung an die verschiedenen ökologischen Zonen

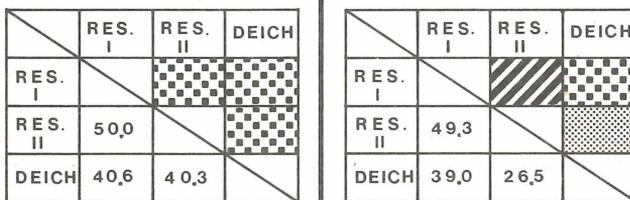
Bei den meisten Cecidomyiidenarten ließ sich eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Zonierung im Litoralbereich feststellen. Grundsätzlich muß bei der Betrachtung ökologischer Bindungen von Gallmücken zwischen phytophagen und nichtphytophagen (myzeto-, detrito-, zoophagen) Formen unterschieden werden.

Phytophage Arten sind oft an spezielle Wirtspflanzen (über die Spezialisierung an bestimmte Eiweiße) gebunden, so daß sich dann ihre Verbreitung auf das zonenspezifische Wirtspflanzenvorkommen beispielsweise in der Küstenregion beschränkt (topographische Übereinstimmung von Pflanzen- und Tierbestand s. auch HEYDEMANN 1955). Salzwiesenareale mit ihren artenarmen Pflanzenbeständen besitzen deshalb deutlich weniger Gallmückenarten als die artenreicheren Vegetationsflächen von Seedeich und Koog (Salzwiese 6, Seedeich 14, Koog 24 phytophage Arten).

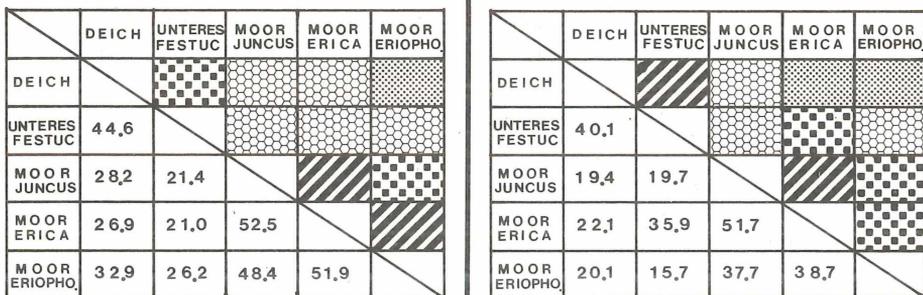
Die myzeto- und detritophagen Arten zeigen trotz fehlender Wirtspflanzenbindung ebenfalls eine recht deutlich ausgeprägte Zonierung, die vermutlich auf eine Bindung



a. Vorlandbereiche Meldorfer Bucht, unbeweidete Areale 1974:
 Res. I: unteres Festucetum; Res. II: oberes - Res. III unteres Puccinellietum



b. Vorlandbereiche und Seedeich Meldorfer Bucht 1972:
 Res. I: unteres Festucetum, Res. II oberes Puccinellietum unbeweidet; Seedeich beweidet.



c. Vorlandbereiche und Seedeich Osewoldt, Niedermoor bei Idstedt 1971

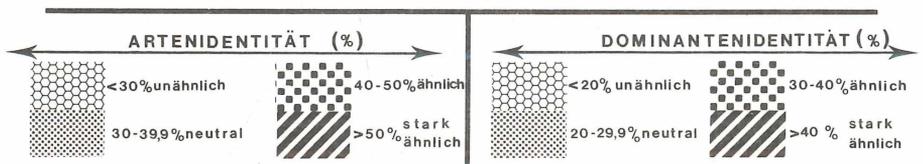


Abb. 17 a: Arten- und Dominantenidentität der Gallmücken-Fauna verschiedener Biotope: Küste und Binnenland 1971/2 und 1974.

an ausreichend vorhandene Streuschichten (genügend Pilzmyzel; Salzgehalt, Überflutung, Feuchtigkeit?) zurückzuführen ist. In bezug auf diese wenig spezialisierten (euryöken) Formen hat der Seedeich ein ausgeprägtes Maximum an Arten und Individuen gegenüber Vorland- und Speicherbeckenareal.

13.2. Affinität der ökologischen Zonen auf Grund der Artenidentität (qualitativer Vergleich) (s. Abb. 17 a, b)

Ein Vergleich des Arteninventars verschiedener Bestände ermöglicht die Feststellung ökologischer Affinitäten auf qualitativer Basis. Eine statistische Methode, die Berechnungen von Artenidentitäten verschiedener Bestände ermöglicht, stellen z.B. der „**Quotient of Similarity**“ Q/S von SOERENSEN 1948 u. die **Jaccard-Zahl (Ja)** dar. Sie beziehen sich ausschließlich auf die Artenzahl der jeweiligen Bestände, ohne Berücksichtigung von deren jeweiligen Individuenmengen. Das bedeutet, daß akzidentielle und z.B. eudominante Arten als gleichrangig eingestuft werden.

Die Berechnungsformel ist
$$Ja = \frac{c}{a + b - c}$$
 wobei c gemeinsame Artenanzahl in beiden Beständen, a Artenzahl in Bestand a und b Artenzahl in Bestand b bedeutet. Durch Multiplikation von Ja mit 100 erhält man die Artenidentität in %; die Klassifizierung der Artenidentitäten erfolgte nach SOMMER 1978.

Für die einzelnen Bestände ergaben sich folgende Resultate:

a) **unteres Festucetum** ähnlich (1971/2) bis neutral (1972) mit dem Seedeich, ähnlich mit dem oberen Puccinellietum und neutral zum Speicherbecken.

b) **oberes Puccinellietum** ähnlich mit dem unteren Festucetum und ähnlich zum Seedeich.

c) **unteres Puccinellietum** neutral zum oberen Puccinellietum und unähnlich zum Seedeich.

d) **Seedeich** ähnlich (1971/2) bis neutral (1973) mit dem unteren Festucetum und neutral zum Speicherbecken (Seedeich und Speicherbecken sind etwas ähnlicher als Seedeich und unteres Festucetum).

e) **Puccinellietum** in der Meldorfer Bucht ist - wie zu erwarten - ähnlich zum Puccinellietum von Osewoldt (Entfernung ca. 70 km Luftlinie).

f) **Küstenbiotope** (Vorland, Seedeich, Speicherbecken) sind unähnlich bis neutral zum sekundären Niedermoorbiotop.

g) **Moorstandorte** untereinander ähnlich bis stark ähnlich.

13.3 Affinität der ökologischen Zonen auf Grund der Dominantenidentität (quantitativer Vergleich) (s. Abb. 17 a, b)

Während der Quotient of Similarity (Q/S) bzw. die Jaccard-Zahl (Ja) qualitative Zoozönoseaffinitäten darstellen, werden mit der Renkonenzahl (Re) quantitative Affinitätsberechnungen auf der Basis von Dominantenidentitäten durchgeführt. Im Gegensatz zum Q/S- bzw. Ja-Wert, die auch durch Arten mit geringen Individuenmengen stark beeinflusst werden können, berücksichtigt die Renkonenzahl in erster Linie die individuenreichen Arten, die das Grundgerüst der Zoozönosen bilden.

Zur Ermittlung der Dominantenidentität — Renkonenzahl — werden für vergleichbare Bestände die Dominanzwerte der einzelnen Arten berechnet, paarweise geordnet und die jeweils kleineren Werte addiert.

ARTENIDENTITÄT (%)

	MELDORFER BUCHT						Hauke-Haien-Koog/Osewoldt			
	RES. III UNTERES PUCCIN.	RES. II OBERES PUCCIN.	WIND- REUSE WEST	WIND- REUSE OST	WIND- REUSE NORD	WIND- REUSE SÜD	Speicher- becken	Seedeich	unteres Festucet	unteres Puccin.
RES. III UNTERES PUCCIN.										
RES. II OBERES PUCCIN.	36,4									
WIND- REUSE WEST	42,9	40,0								
WIND- REUSE OST	26,7	37,2	46,8							
WIND- REUSE NORD	33,3	42,9	57,9	63,8						
WIND- REUSE SÜD	30,3	50,0	52,8	56,5	61,5					
Speicher- becken	25,7	31,4	33,3	46,0	33,3	51,3				
Seedeich	21,0	26,2	35,9	50,7	39,7	36,4	37,9			
unteres Festucet	37,9	40,0	40,5	38,0	39,5	41,0	33,3	38,1		
unteres Puccin.	47,1	28,6	32,1	20,0	21,6	25,0	32,3	16,1	27,6	

DOMINANTENIDENTITÄT (%)

	MELDORFER BUCHT						Hauke-Haien-Koog/Osewoldt			
	RES. III UNTERES PUCCIN.	RES. II OBERES PUCCIN.	WIND- REUSE WEST	WIND- REUSE OST	WIND- REUSE NORD	WIND- REUSE SÜD	Speicher- becken	Seedeich	unteres Festucet	unteres Puccin.
RES. III UNTERES PUCCIN.										
RES. II OBERES PUCCIN.	33,8									
WIND- REUSE WEST	25,3	49,4								
WIND- REUSE OST	24,0	56,7	76,7							
WIND- REUSE NORD	23,8	48,3	74,6	74,6						
WIND- REUSE SÜD	24,2	55,0	74,1	74,0	65,2					
Speicher- becken	22,2	27,7	23,8	31,3	27,9	30,7				
Seedeich	24,2	51,1	59,1	61,9	61,6	52,0	33,1			
unteres Festucet.	27,3	61,7	34,2	40,1	36,1	38,4	48,8	39,5		
unteres Puccin.	49,4	56,8	52,7	54,1	45,8	42,5	31,1	49,2	45,9	

 < 30 (20) % unähnlich
  30-39,9(20-29,9) % neutral
  40-50(30-40) % ähnlich
  > 50(40) % stark ähnlich

ARTEN- (DOMINANTEN)IDENTITÄTSKLASSEN

Abb. 17 b: Arten- und Dominantenidentität der Gallmücken-Fauna verschiedener Küstenbiotope (Meldorf und Hauke-Haien-Koog/Osewoldt) 1973.

Formel: $Re = D_1 + D_2 + \dots + D_n$ (%)

D_1 = kleinerer Dominanzwert für Art 1 in zwei Beständen

D_2 = kleiner Dominanzwert für Art 2 in zwei Beständen etc.

Die Klassifizierung der Dominantenidentitäten erfolgte nach SOMMER 1978; für die untersuchten Bestände ergaben sich folgende Ergebnisse:

a) **unteres Festucetum** ähnlich (1972/3) bis stark ähnlich (1971) mit dem Seedeich; stark ähnlich mit dem oberen Puccinellietum und dem Speicherbecken.

b) **oberes Puccinellietum** stark ähnlich mit dem unteren Festucetum und neutral zum Seedeich.

c) **unteres Puccinellietum** ähnlich zum oberen Puccinellietum und unähnlich zum Seedeich.

d) **Seedeich** ähnlich (1972/3) bis stark ähnlich mit dem unteren Festucetum und ähnlich zum Speicherbecken.

e) **Puccinellietum** Meldorfer Bucht stark ähnlich mit Puccinellietum Osewoldt.

f) **Küstenbiotope** (Vorland, Seedeich, Speicherbecken) sind neutral/unähnlich bis ähnlich (unt. Fest./Moor, „Erica“) mit dem Moorstandort.

g) **Moorstandorte** untereinander ähnlich bis stark ähnlich.

13.4. Vergleichende Beurteilung der ökologischen Zonierung der dominanten Arten und des Arteninventars

Zusammenfassend lassen sich bei einem Vergleich von Arten- und Dominantenidentitäten in bezug auf Biotopaffinitäten folgende Tendenzen erkennen:

a) Identitätsvergleich Vorlandareal (Salzwiese) und Deichregion ergibt ein ähnliches bis neutrales Arteninventar sowie stark ähnliche bis neutrale Dominanzwerte. Die Ähnlichkeitsdichte zeigt eine eindeutig abnehmende Tendenz, d.h. unteres Festucetum (Res. I) und oberes Puccinellietum (Res. II) sind ähnlicher als unteres Festucetum (Res. I) und Seedeich sowie ähnlicher als oberes Puccinellietum (Res. II) und Seedeich (s. Jg. 1972).

b) Die Vorlandareale Meldorf und Osewoldt zeigen, trotz einer räumlichen Trennung von ca. 70 km Luftlinie, stark ähnliche Arten- und Dominantenidentitäten. Das bedeutet, daß beide Standorte in bezug auf Arten- und Individuenmengen eine fast gleichartige Zusammensetzung aufweisen.

c) Die höchsten Arten- und Individuenzahlen konzentrieren sich bei Cecidomyiiden auf die Seedeichbereiche (Untersuchungen im Koogbereich wurden meist nur im Speicherbecken durchgeführt!).

d) Trotz einer relativ hohen Ausbreitungsaktivität (s. Fänge in Windreusen) besitzen die einzelnen Biotopzonen differenzierte Ähnlichkeitsstufen.

e) Ein Identitätsvergleich über mehrere Jahre am jeweils gleichen Standort zeigte eine deutlich ausgeprägte Konstanz in bezug auf Artenidentitäten, während die Dominantenidentitäten, vermutlich durch unterschiedliche Witterungsverläufe von Jahr zu Jahr größeren Fluktuationen unterworfen waren. Die Zusammensetzung der Artenkombinationen von Gallmücken wäre also in den Nordseeküstenbiotopen schon in einem Jahr hinreichend genau untersuchbar, wenn die Umweltfaktoren ebenfalls hinreichend typisch ausgebildet sind. Nach Eindeichungsmaßnahmen treten aber starke Veränderungen im Arteninventar der Cecidomyiidae auf.

f) Speicherbecken- und Moorstandorte können auf Grund ihrer geringen Ähnlichkeit mit Salzwiesenbeständen nicht als Ersatzbiotope für durch Eindeichungsmaßnah-

men verlorengegangene Vorlandareale dienen. Das Arteninventar erreichte nur die Stufe „identitätsneutral“ im Vergleich mit der Salzwiese. Die ökologische Ähnlichkeit zwischen den Zoozönosen von Vorland und Binnenland ist also gering.

14. Indigenität (s. Tab. 1, 3; Abb. 15)

91 Arten sind als indigene Arten in allen Biotoptypen anzusehen (ermittelt mit Hilfe von Photoelektoren, Isolationsproben und Zuchten). Der Anteil der Unterfamilie Cecidomyiinae erreichte dabei mit 49 Arten den größten Anteil (54%), dem dann die Lestremiinae mit 25 Arten (27%) und Porricondyliinae mit 17 Arten (19%) folgten (s. Tab. 4). In Arteninventaren eines Ökosystems lassen sich verschiedene Typen der Biotopzugehörigkeit unterscheiden, die in bezug auf Gallmücken am besten in biotop-eigene Arten (Indigenae), Besucher (Hospites) und Irrgäste (Alieni) unterschieden werden (s. auch Kap. 10.3. Windreusenfang). Indigene Arten werden nach TISCHLER 1976 in Homotope mit vollständigem Entwicklungszyklus im Biotop bzw. Biotopbestand sowie in Heterotope mit wenigstens einer charakteristischen Lebensphase im Biotop unterteilt. Alle untersuchten indigenen Gallmückenarten gehören zu den Homotopen.

Der prozentuale Individuenanteil der Indigenae an der Gesamtzahl der Gallmückenpopulationen lag in allen Biotoptypen sehr hoch: Nordseeküstenbiotope 90-98%, Flachmoor 64%, während der Prozentsatz indigener Arten in den einzelnen Biotoptypen im Verhältnis zur Gesamtartenzahl unterschiedliche Relationen hatte (17-77%).

14.1. Indigenität der Arten in den verschiedenen ökologischen Zonen der Salzwiese

Die Anzahl indigener Arten der Salzwiese erhöht sich deutlich mit ansteigendem Bodenniveau, da die Anzahl der Pflanzenarten und die Dicke der Streuschicht zunimmt, während die Überflutungshäufigkeit abnimmt (z.B. Meldorf Puccinellietum : Festucetum 4 : 1).

Das Puccinellietum hat deutlich weniger indigene Arten (Meldorf: 67 Arten insgesamt, 9 Arten davon indigen bzw. Osewoldt 26 Arten insgesamt, davon 19 indigen) als das Festucetum (Meldorf: 63 Arten, 39 indigen bzw. Osewoldt 57 Arten, 25 indigen). Während die Gallmückenfauna des Puccinellietums in bezug auf die Individuenmengen weitgehend durch 2 indigene Arten (*Mayetiola puccinelliae* n. sp., *Lestodiplosis* sp. 1 - zu 83% in Meldorf bzw. zu 89% in Osewoldt) erfaßbar ist, setzt sich die Gallmückenfauna im Festucetum aus 11 indigenen Arten zusammen, die gemeinsam mit ihren Populationen die 80%-Marke erreichen (Meldorf 81%, Osewoldt 85%). Das bedeutet, daß das Puccinellietum - ökologisch gesehen - auch für Gallmücken ein Extrembiotop ist, in dem nur wenige (2) indigene Arten sehr viele Individuen erzeugen (*Mayetiola puccinelliae* n. sp. halophytobiont an *Puccinellia maritima* Parl und *Lestodiplosis* sp. 1).

Das Festucetum zeigt dagegen schon weniger extreme ökologische Bedingungen (z.B. weniger Überflutungen s.o.): *Mayetiola puccinelliae* und *Lestodiplosis* sp. 1 erreichen nur noch 30% aller Individuen in den Salzwiesen bei Meldorf bzw. 22% in den Salzwiesen bei Osewoldt.

Die Anzahl phytophager Gallmückenarten erhöht sich auf Grund größerer Pflanzenartenzahlen von 1 im Puccinellietum auf 5 im Festucetum. Ebenso nimmt die Anzahl der nichtphytophagen indigenen Arten zu (s. Kap. 13 Zonierung).

Aus der Relation von indigenen zu nichtindigenen Gallmücken läßt sich auf die Immigrationsrate aus der Deichregion in die Salzwiese schließen. Dies Befunde werden durch Windreusenfänge im Salzwiesenbereich gestützt (s. Kap. 10.3.).

14.2. Indigenität der Arten für Seedeiche

In bezug auf Artenanzahl und Prozentsatz indigener Arten (48 indigene von insgesamt 86-88 Arten) besitzen Seedeiche im Vergleich zur Salzwiese und zum Speicherbecken (Koogwiesen und Äcker wenig untersucht!) und Moor ein Maximum. Ausgenommen davon ist die Artenzahl phytophager Gallmücken, die im Koogbereich noch höher liegt. Die Seedeiche zeigen im Vergleich zur Salzwiese einen deutlichen Anstieg indigener phytophager Formen von 5 auf 13 Arten (dies beruht auf den höheren Pflanzenartenzahlen), was ebenso für nichtphytophage Formen gilt, die eine besonders stark ausgeprägte Arten- und Individuenzunahme auf den Deichen erreichen (keine Überflutung, nährstoffreiche und salzarme Streuschicht).

Erst die Populationsanteile von 23 Arten (18 Arten indigen nachgewiesen) erreichen auf Seedeichen zusammen 80% der Gesamtindividuenzahl dieser Zone (Meldorf 86% bzw. Osewoldt 88%).

14.3. Indigenität der Arten für den Koogbereich (Speicherbecken)

Die Gesamtartenzahl betrug 59 mit 37 indigen nachgewiesenen Arten. 11 Arten sind dominant und erreichen zusammen 80% der Population (bezogen auf die Gesamtmenge der Individuen: Speicherbecken 11 Arten = 82%).

Koogareale besitzen auf Grund ihrer relativ hohen Pflanzenartenzahlen eine große Anzahl phytophager Gallmückenarten (an 20 Pflanzenarten nachgewiesen). Bei den nichtphytophagen Arten ist jedoch ein deutliches Absinken von Artenanzahl und Individuenmenge im Vergleich mit den Seedeichen zu beobachten (Wiesen, Weiden und Äcker wurden in Kögen nicht intensiv untersucht). Der Hauptgrund dafür dürfte der relativ hoch anstehende H₂S-Horizont und die geringe Streuschichtbildung im Speicherbecken sein (ähnliche Verhältnisse wie im Puccinellietum aber mit weniger extremen Überflutungen).

14.4. Indigenität der Arten für das sekundäre Niedermoor

Auf Grund einer geringen Pflanzenartenzahl konnten im Flachmoorstandort lediglich 3-4 phytophage Arten nachgewiesen werden (u.a. die typische Moorart: *Mayetiola ventricola* Rbs. an *Molinia caerulea*). Nichtphytophage Arten erreichten dagegen relativ hohe Artenzahlen; die Gesamtartenzahl betrug 67 (19 als indigen nachgewiesen). 14 dominante Arten (davon 9 indigen nachgewiesen) umfaßten im Moor 80% der Gesamtpopulation. Vergleicht man die einzelnen Moorstandorte miteinander, fällt besonders das Auftreten einer eudominanten Art (*Anarete coracina* Zett. mit 42% Ind.) im Eriophorum-Bereich auf. Insgesamt gesehen ist die Juncus-Zone die artenreichste mit 50 Arten, während der Eriophorum- und Ericabereich auf etwa gleichem Niveau mit 42 bzw. 40 Arten liegt. In abiotischer Hinsicht sind der Juncus- und Eriophorum-Bereich als Naßstandorte, die Erica-Zone als Feuchtstandort einzuordnen.

14.5. Vergleich Salzwiese - Niedermoor

Das Arteninventar von Moor und Nordseeküste muß in bezug auf den - „Artenidentitätsgrad“ als „unähnlich“ bezeichnet werden (s. Kap. 13). Die Anzahl phytophager Arten ist in beiden Biotoptypen gering (Moor 3-4, Festucetum 5).

Auf Grund mikroklimatischer und pedogener Faktoren (starke Temperaturschwankungen, *Sphagnum*-Torfdecke) ist der Moorbereich unter ökologischen Gesichtspunkten als ebenso extrem wie das Festucetum der Salzwiese anzusehen (Artenzahl dem Festucetum vergleichbar).

15. Biomasse (s. Abb. 18)

Die Arten der untersuchten Biotope (Nordseeküste-Salzwiesen und Moor) sind in bezug auf ihre Körpergröße (bzw. das Körpergewicht) sehr unterschiedlich: die kleinste Art (*Peromyia palustris* Kieffer ♀) hat 1 mm, die größte Art (*Procytiphora gerardi* n. sp. ♀) 4,6 mm Größe. Die Bioproduktion (Biomasse) an Gallmücken verschiedener Biotopzonen kann deshalb nicht allein aus der Verteilung von Artenzahl und Individuenmenge berechnet werden, sondern benötigt zusätzliche Angaben für die einzelnen Arten.

Analog zu dem Begriffspaar „statische Besiedlungsdichte“ und „Aktivitätsdichte“ (s. Kap. 10) muß nach HEYDEMANN 1961 auch bei der Biomasse die Unterscheidung in „stationäre Biomasse“ und „Aktivitätsbiomasse“ erfolgen.

Die Ermittlung der Biomasse von 5 häufigen Arten in Abb. 18 wurde nach dem Lebendgewicht der Tiere durchgeführt. Zusätzlich wurden die Relationen von Lebendgewicht zu Alkoholgewicht (2 min auf Filtrierpapier getrocknet) und zum Trockengewicht (60 °C Trocknung) ermittelt. Das Alkoholgewicht zeigte bei den untersuchten Arten (5) eine mittlere Abweichung von 35% (Schwankungsbreite 0-55%) und kann deshalb mit gewissen Einschränkungen als Ersatz für das oft schwierig zu ermittelnde Lebendgewicht für Biomasseberechnungen benutzt werden. Berechnungen nach dem „Haarlov-Index“ (Biovolumen sensu HEYDEMANN) dürften noch ungenauere Ergebnisse liefern (s. BALOGH 1958).

Die Produktivität wurde für 5 dominante bis eudominante Arten an verschiedenen Standorten erfaßt und miteinander verglichen. Grundlage dieser Berechnungen waren die pro Standort ermittelten Werte der statischen Besiedlungsdichte pro 1 m² (Photoelektoren) sowie der mit Farbschalen erfaßten Aktivitätsdichte während einer Fangsaison (s. Kap. 10). Das Lebendgewicht der untersuchten Arten liegt zwischen 0,04 bis 1,1 mg; das Gewicht der ♀ lag immer deutlich über dem der ♂ (♀ ♀ : 0,3-1,1 mg, ♂ ♂ : 0,04-0,3 mg). Die Individuenmenge jeder Art, die zusammen ein Lebendgewicht von 1 g erbrachte, schwankte von 2329-24691 Individuen bei den ♂ ♂ und von 901-14085 bei den ♀ ♀.

Die in bezug auf Biomassenverhältnisse untersuchten 5 häufigen Arten erreichten in den Zonen Puccinellietum, Festucetum, Seedeich und Speicherbecken (s. Tab. 18) einen Anteil von 39% (13130 Ind.) an der Gesamtbiomasse der Gallmücken in diesen Bereichen (Gesamtfang: 33950 Gallmücken).

15.1. Stationäre Biomasse

Die stationäre Biomasse hat stets einen Flächenbezug und erfaßt die Produktivität definierter Flächeneinheiten in Form von „ökologischen Momentaufnahmen“. Ausgangswerte waren die erfaßten Individuenmengen pro 1 m²/Jahr, mit denen dann Hochrechnungen für 100 m² und 1 ha/Jahr durchgeführt wurden. Bei den phytophagen Arten *Mayetiola puccinelliae* n. sp. und *Procytiphora gerardi* n. sp. erreichte die Produktivität die größten Werte im jeweiligen Hauptverbreitungsareal ihrer Wirtspflanzen: Puccinellietum 400 g/ha und Jahr (*Mayetiola puccinelliae*) und *Agrostis*

ARTEN (LEBENDGEWICHTE)	MELDORFER puccinellietum		BUCHT VORLAND Festucetum		OSEWOLDT - VORLAND Seedeich		HAUKE-HAIEN-KOOG Speicherbecken															
	1m ² 100m ² 1ha	1 FS	1m ² 100m ² 1ha	1 FS	1m ² 100m ² 1ha	1 FS	1m ² 100m ² 1ha	1 FS														
<i>Mayetiola puccinelliae</i>	♂ 19	1,9	190	59	1	0,1	10	4	—	—	4	—	—	3	1	0,1	10	2				
	♀	21	2,1	210	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	♂/♀	40	4,0	400	95	1	0,1	10	10	—	—	—	—	7	—	—	9	2	0,2	20	3	
<i>Procytiphora gerardi</i>	♂	—	—	—	—	1	0,1	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	♀	—	—	—	—	1	0,1	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	♂/♀	—	—	—	—	2	0,2	20	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lestremia cinerea</i>	♂	—	—	—	—	2	0,2	20	1	—	—	—	—	—	—	—	2	0,2	20	26	—	—
	♀	3	0,3	30	3	1	0,1	10	7	2	0,2	20	4	10	1,0	100	13	—	—	—	—	—
	♂/♀	3	0,3	30	3	3	0,3	30	8	2	0,2	20	4	12	1,2	120	39	—	—	—	—	—
<i>Monardia toxicodendri</i>	♂	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	1	0,1	10	11	—	—	—	—	—
	♀	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	2	1	0,1	10	8	—	—	—	—
	♂/♀	—	—	—	—	2	—	—	3	—	—	—	—	3	2	0,2	20	19	—	—	—	—
<i>Parepidosis argentifera</i>	♂	—	—	—	—	2	0,2	20	2	—	—	—	—	1	11	1,1	110	14	—	—	—	—
	♀	—	—	—	—	2	0,2	20	1	—	—	—	—	—	22	2,2	220	3	—	—	—	—
	♂/♀	—	—	—	—	4	0,4	40	3	—	—	—	—	1	33	3,3	330	17	—	—	—	—

ARTEN	LEBEND - GEWICHT -		INDIVIDUEN		TROCKEN -		INDIVIDUEN		ALKOHOL -		INDIVIDUEN	
	(mg)	(g)	(mg)	(g)	(mg)	(g)	(mg)	(g)	(mg)	(g)	(mg)	(g)
<i>Mayetiola puccinelliae</i>	♂	0,30	0,40	3 704	2 381	0,05	0,07	18 416	13 930	0,20	0,30	5 848
	♀	0,40	1,10	2 329	901	0,06	0,10	16 863	9 843	0,20	0,40	4 170
<i>Procytiphora gerardi</i>	♂	0,10	0,30	10 526	3 571	0,02	0,07	42 194	14 903	0,04	0,10	28 090
<i>Lestremia cinerea</i>	♂	0,04	0,07	24 691	14 085	0,01	0,03	95 238	34 364	0,03	0,07	31 447
<i>Monardia toxicodendri</i>	♂	0,10	0,20	9 091	5 263	0,03	0,10	35 842	11 062	0,10	0,20	9 921
<i>Parepidosis argentifera</i>	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TROCKENGEWICHT:
Trocknung bei 60 °C
bis zur Gewichts -
konstanz

Abb. 18: Biomassenproduktion bei Gallmücken in verschiedenen Biotopen der Küste: Stationäre Biomasse pro 1 m², 100 m², 1 ha und Aktivitätsbiomasse pro Farbschale (1 FS) während einer Saison (IV.-XI.).

stolonifera salina/Juncus gerardi Flutrasen - Speicherbecken mit 870 g/ha und Jahr (*Procytiphora gerardi* - massenreichste Art!). Für die nichtphytophagen Arten lag das Maximum eindeutig auf den Seedeichen: *Lestremia cinerea* Macq. 120 g/ha, *Monardia toxicodendri* Felt 20 g/ha und *Parepidosis argentifera* d. Meij. 330 g/ha und Jahr. Die übrigen Arten folgten (in Salzwiesenbiotopen) mit großem Abstand: 30 g/ha für *Lestremia cinerea* Macq. im Puccinellietum und Festucetum sowie 40 g/ha für *Parepidosis argentifera* de Meij. im Festucetum.

15.2. Aktivitätsbiomasse

Die „Aktivitätsbiomasse“ wurde anhand von Farbschalenfängen (Ø-Werte pro Jahr für 1 Farbschale) ermittelt, die, im Gegensatz zur Erfassung „ökologischer Momentaufnahmen“ durch Photoektoren, kontinuierlich „aktive Biomassenwerte“ von Insektenpopulationen im Biotop registrieren. Wie bei der „stationären Biomasse“ erreichten die phytophagen Arten im jeweiligen Hauptverbreitungsgebiet ihrer Wirtspflanzen die größte „Aktivitätsbiomasse“: Puccinellietum 95 mg/Farbschale bei *Mayetiola puccinelliae* n. sp. und Speicherbecken (*Juncus*-Zone) 32 mg/Farbschale und Jahr bei *Procytiphora gerardi* n. sp.. Im Festucetum erreichten diese Arten nur 10 mg/Farbschale (*Mayetiola puccinelliae* n.sp.) bzw. 2 mg/Farbschale (*Procytiphora gerardi* n. sp.).

Die nichtphytophagen Arten erreichten die größte Aktivitätsbiomasse auf den Seedeichen (39 mg pro Farbschale für *Lestremia cinerea* Macq., 19 mg pro Farbschale für *Monardia toxicodendri* Felt und 17 mg/Farbschale/Jahr bei *Parepidosis argentifera* d. Meij.. Die übrigen Zonen - Festucetum, Puccinellietum, Speicherbecken - folgten bei diesen Arten mit deutlichem Abstand.

16. Phänologie der dominanten Arten (s. Abb. 19, 20)

Grundlage aller aut- und synökologischen Freilanduntersuchungen sollte nach HEYDEMANN 1960 eine möglichst umfassende Analyse der Phänologie aller Arten sein. Darüber hinaus stellen weitere Angaben zum Verlauf von Aktivitäts- und Besiedlungsdichten der dominanten Arten eine sinnvolle Ergänzung zur ökologischen Charakterisierung der jeweiligen Synusien dar. Für Gallmücken gibt es in Mitteleuropa für diese Charakteristika bisher nur wenige Ergebnisse, und zwar für einzelne phytophage Kulturpflanzenschädlinge. Eine umfassende Ökologie und phänologische Charakteristik, die alle in einem Biotop vorkommenden Gallmückenarten erfaßt, wurde bisher nicht durchgeführt. Im einzelnen wurden folgende Biotope in bezug auf Phänologie und Aktivitätsverlauf der Arten in dieser Arbeit näher untersucht (Farbschalenfänge, Zuchten):

a) Vergleich von zwei Küstenstandorten und einem Moorstandort (1971): Osewoldt Salzwiese - unteres Festucetum/Osewoldt Seedeich/Moor bei Idstedt (Abb. 19).

b) Vergleich des dominanten Artinventars von zwei Seedeichstandorten: Meldorf 1972/Osewoldt 1971 (Abb. 20).

c) Vergleich von drei Vorlandstandorten in der Meldorfer Salzwiese 1974 (unbeweidete Forschungsreservate): unteres Puccinellietum, oberes Puccinellietum, unteres Festucetum (Abb. 20).

Die Phänologie des Gesamtartenbestandes der Serie 1971 ließ sich in mehrere Aspekte (Terminologie nach TISCHLER 1955) untergliedern. Typische Arten mit

Abb. 19 b:

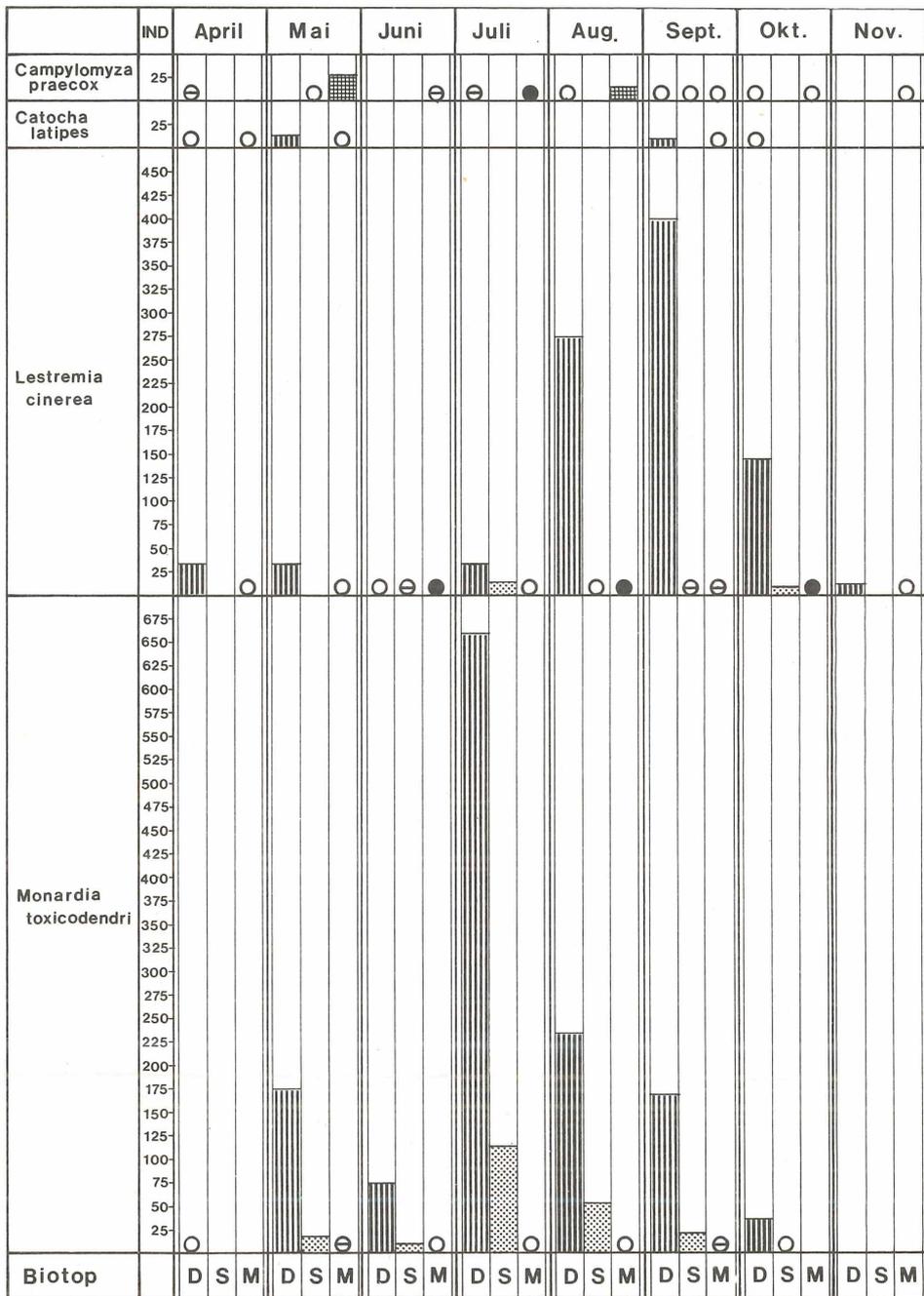
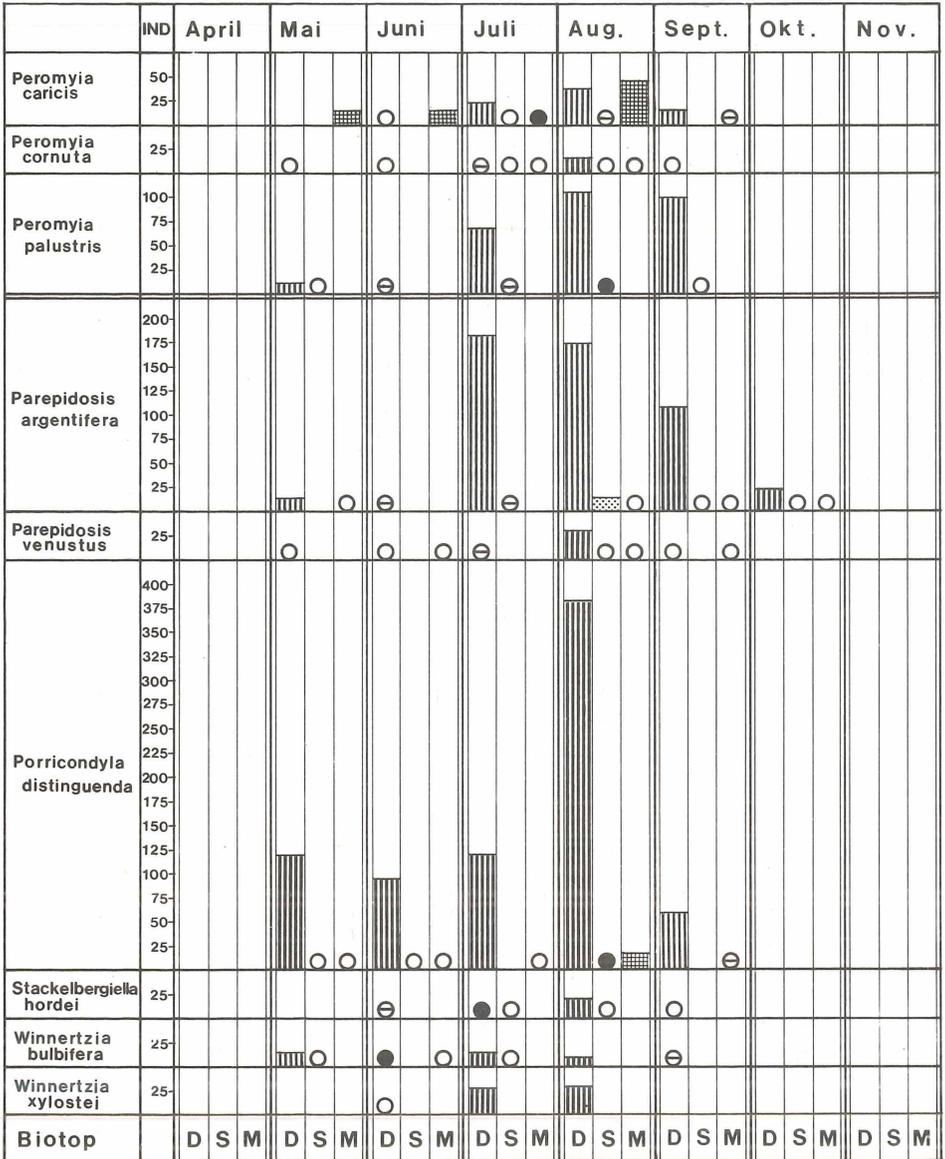


Abb. 19 c:



Individuenmaxima bzw. mit relativ hohen Individuenzahlen wurden für die einzelnen Aspekte jeweils gesondert angegeben; Arten, die auch im Moor vorkamen mit (!):

a) Winterphase (Hiemal) und Vorfrühlingsphase (Praeavernal) waren artenarm: Hiemal (Nov.): Seedeich 2 Arten, Vorland-, Moor 4 Arten; Praeavernal (April): Seedeich 6 Arten, Vorland-, Moor 3 Arten.

Typische Arten für Hiemal- und Vernal-Gesellschaften:

- (!) *Campylomyza flavipes* (!) *Lestremia cinerea*

b) Frühlingsphase (Vernal) mit mittleren Artenzahlen in allen Biotopen; Mai/Juni: Seedeich 37/41, Vorland 15/15, Moor 28/29 Arten.

Typische Arten in Vernal-Gesellschaften:

- (!) *Coquilettomyia lobata* (!) *Monardia toxicodendri*
Mayetiola puccinelliae *Peromyia palustris*
(!) *Campylomyza praecox* (!) *Porricondyla distinguenda*
(!) *Catocha latipes*

c) Sommerphase (Aestival) mit hohen Artenzahlen in allen Biotopen: Juli: Seedeich 52, Vorland 27, Moor 38 Arten.

Typische Arten in Aestival-Gesellschaften:

- Contarinia bromicola* (!) *Lestremia cinerea*
Karshomyia caulicola (!) *Monardia toxicodendri*
(!) *Anarete coracina* (!) *Peromyia caricis*
Aprionus similis (!) *Parepidosis argentifera*

d) Spätsommerphase (Serotinal) erreicht die maximalen Artenzahlen; August: Seedeich 54, Vorland 29, Moor 45 Arten.

Typische Arten für Serotinal-Gesellschaften:

- (!) *Coquilettomyia lobata* (!) *Lestremia cinerea*
Karshomyia caulicola (!) *Peromyia caricis*
Mayetiola schoberi (!) *Peromyia cornuta*
Mayetiola puccinelliae *Peromyia palustris*
(!) *Anarete coracina* (!) *Parepidosis argentifera*
Anarete corni (!) *Porricondyla distinguenda*

e) Herbstphase (Autumnal) mit hohen Artenzahlen im September und niedrigen im Oktober: Seedeich 47/11, Vorland 17/8, Moor 34/12 Arten.

Typische Arten für Autumnal-Gesellschaften:

- (!) *Anaretella spiraeina* (!) *Catocha latipes*
Campylomyza bicolor (!) *Lestremia cinerea*
(!) *Campylomyza flavipes* (!) *Monardia toxicodendri*

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die einzelnen Biotope (Jahr 1971) wie Seedeich, unteres Festucetum und Moor eine ähnliche jahreszeitliche Verteilung der Artenzahlmaxima aufweisen. Das bedeutet, daß die ökoklimatischen Unterschiede zwischen Küstenraum und Niedermoor offenbar nicht zum Tragen kommen. Es war keine zeitliche Verschiebung der Maxima zwischen Nordseeküste und Binnenland (Moor) feststellbar.

Beim Vergleich von Individuenmengen der einzelnen Biotope fallen große Unterschiede auf. Die Seedeichregion weist für die meisten häufigeren Arten (s. Abb. 19) die größten Individuendichten auf, während der nur ca. 30-40 m vor dem Seedeich liegende Salzwiesenbiotop für diese Arten einen starken Abfall in der Abundanz zeigt.

Der Moorstandort hat insgesamt gesehen geringe Individuenzahlen mit Ausnahme einiger Arten, die mit mittleren Individuenmengen im Moor und nur in Einzelexemplaren im Nordseeküstenraum auftreten wie z.B. *Brachyneura squamigera*, *Anarete coracina* und *Campylomyza praecox* (Saison 1971). Die Monate Juli (8 Artenmaxima) und August (12 Artenmaxima) erreichten die höchste Anzahl von Aktivitätsmaxima einzelner Arten (Jahr 1971), gefolgt von September (4 A.-Max.), Mai (2 A.-Max.) und Oktober (1 A.-Max.). In den Jahren 1972 und 1974 lag das Aktivitätsmaximum für die dominanten Arten ebenfalls im Juli/Augustbereich.

Ein Vergleich der einzelnen Arten ergab jedoch eine zeitliche Verschiebung von ca. 14 Tagen für die meisten Arten des Seedeichs (Meldorf Seedeich 1972 ca. 14 Tg früher als Osewoldt Seedeich 1971), während die gesamte Flugdauer für beide Jahre etwa gleich lang war. Die zeitliche Verschiebung der Aktivitätsmaxima ist wahrscheinlich auf klimatische Unterschiede in den Jahren 1971/1972 zurückzuführen. Der Standort Meldorf 1972 hatte gegenüber Osewoldt 1971 ein deutlich wärmeres Frühjahr (Monatsmittel im März um 2,3 °C und im April um 0,5 °C höher als 1971!) und höhere Niederschläge in den Monaten März, April, Mai, Juli. Die Kombination warmes Frühjahr und erhöhte Niederschläge dürfte die Entwicklung der Gallmückenpopulationen auf dem Seedeich 1972 beschleunigt haben, da insbesondere neben der Temperatur eine genügend hohe Luftfeuchte für das Schlüpfen von Gallmücken notwendig ist. Bei zu geringer Bodenfeuchtigkeit wird dagegen ein vermehrtes Überliegen von Gallmückenlarven beobachtet (BASEDOW 1977b). Auch HEYDEMANN (1960) stellte für Spinnenpopulationen an der Nordseeküste einen früheren Beginn der Fortpflanzungsaktivität bei erhöhten Frühjahrstemperaturen fest.

Die Aktivitätsperiode von ♂♂ und ♀♀ der gleichen Art ist etwa gleich lang, während die Aktivitätsmaxima von ♂♂ und ♀♀ innerhalb einer Generation bei einigen Arten gegeneinander verschoben sind. So erreichten z.B. die ♀♀ von *Karshomyia caulicola* ihr Maximum 15 Tg vor dem der ♂♂. Die **Flugzeiten** der einzelnen Arten waren sehr unterschiedlich und reichten von stenochronen Formen mit kurzer Imaginalperiode von 2-3 Monaten (z.B. *Campylomyza bicolor* 2 Mon.; *Clinodiplosis cilicrus*, *Hyperdiplosis lobata* und *Winnertzia xylostei* 3 Mon.) über oligo-eurychrone Formen mit 4-6 Monaten (z.B. *Catocha latipes* 4, *Karshomyia caulicola* 5 und *Parepidosis argentifera* 6 Mon.) zu meso-eurychronen Formen mit langer Aktivitätsperiode der Imagines von 7-8 Mon. Flugzeit (z.B. *Mayetiola puccinelliae* 7, *Lestremia cinerea* 8 Mon.). Die Terminologie der Aktivitätszeiträume wurde von HEYDEMANN 1960 und TISCHLER 1975 übernommen.

Die Anzahl der erzeugten **Generationen pro Jahr** lag bei 1-3 Gen. (univoltine, bivoltine und polyvoltine Arten). Bivoltine Arten besitzen meist eine kurze, deutlich abgesetzte Frühjahrs-/Frühsommergeneration und eine lang andauernde Sommer-/Herbstgeneration mit mehreren Aktivitätsmaxima. Bei der Sommer-/Herbstgeneration könnte es sich aber auch um mehrere sich überlappende Generationen handeln, die jedoch auf Grund der Erfassungsmethodik nicht eindeutig voneinander zu trennen sind.

Von den häufigeren Arten (s. Abb. 19) erwiesen sich im Untersuchungsgebiet 16 als univoltin (u.a. *Karshomyia caulicola*, *Anarete coracina*, *Campylomyza bicolor*). 13 häufige Arten waren **bivoltin** (u.a. *Anarete corni*, *Campylomyza flavipes*, *Lestremia cinerea*, *Monardia toxicodendri*, *Peromyia caricis*, *Peromyia palustris*, *Parepidosis argentifera*, *Porricondyla distinguenda*). Dazu kamen noch die phytophagen Arten der Gattung *Mayetiola* mit 3 Arten und *Procystiphora* mit 1 Art.

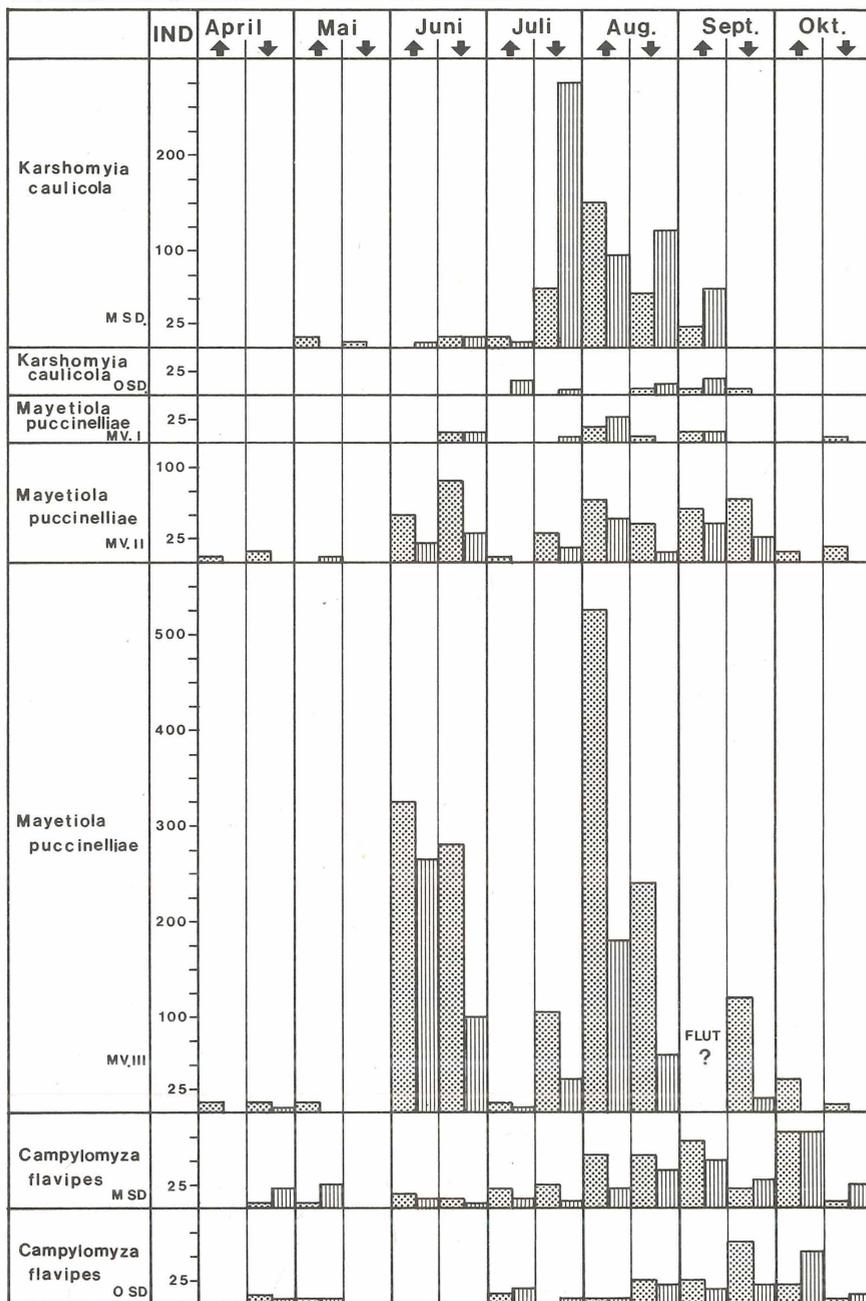


Abb. 20 a-d: Geschlechtsspezifische Aktivitätsdichten der Gallmücken im Küstenbereich (Biotop: Seedeiche Osewoldt 1971 und Meldorf 1972; Salzwiese Meldorf 1974 - 3 Farbschalen pro Biotop).

Abb. 20 b:

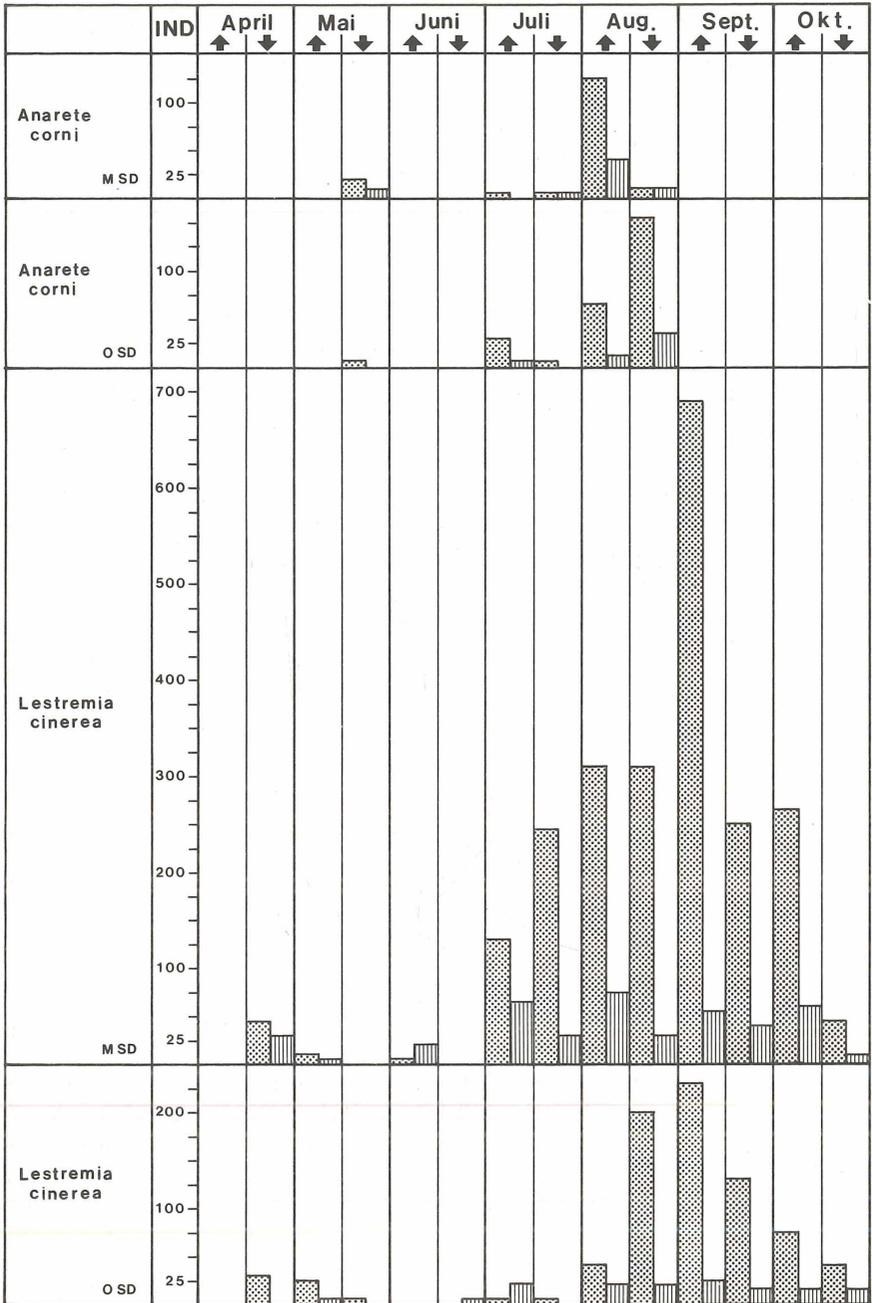
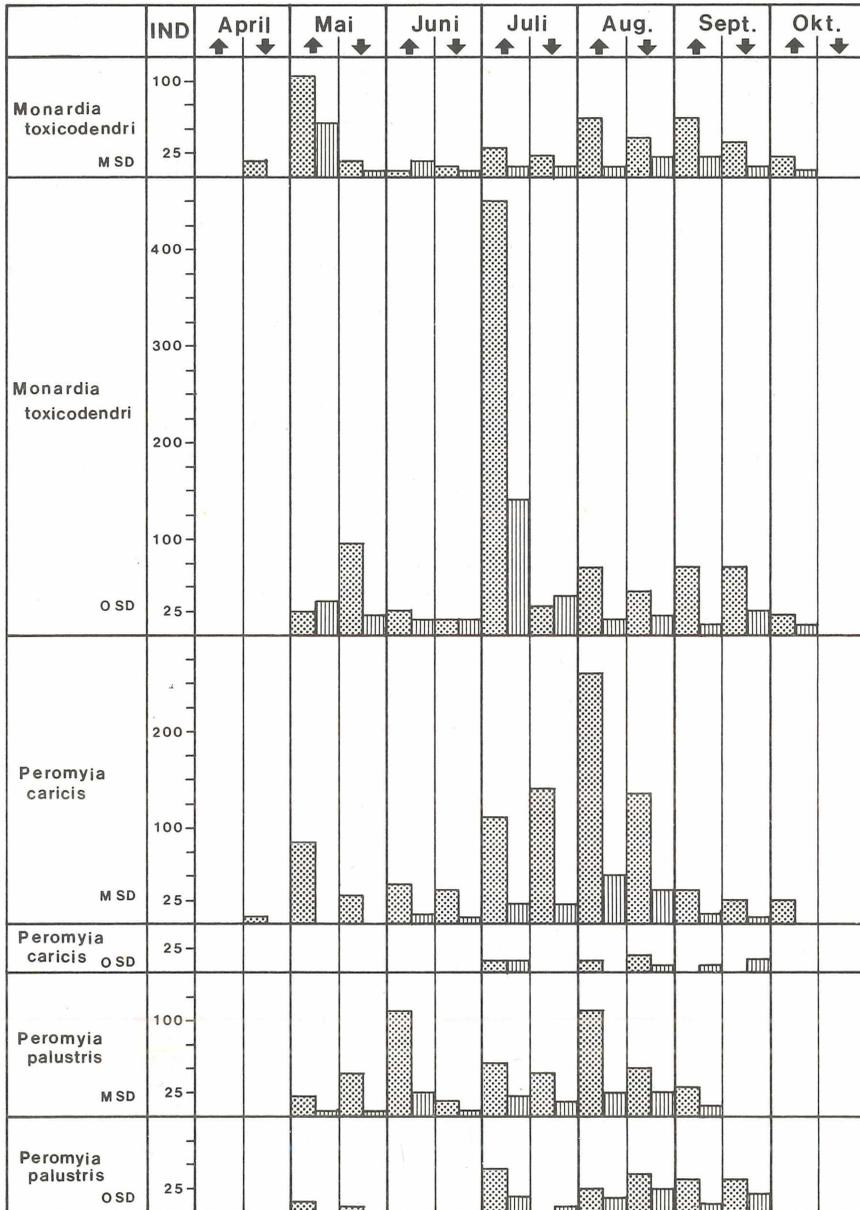
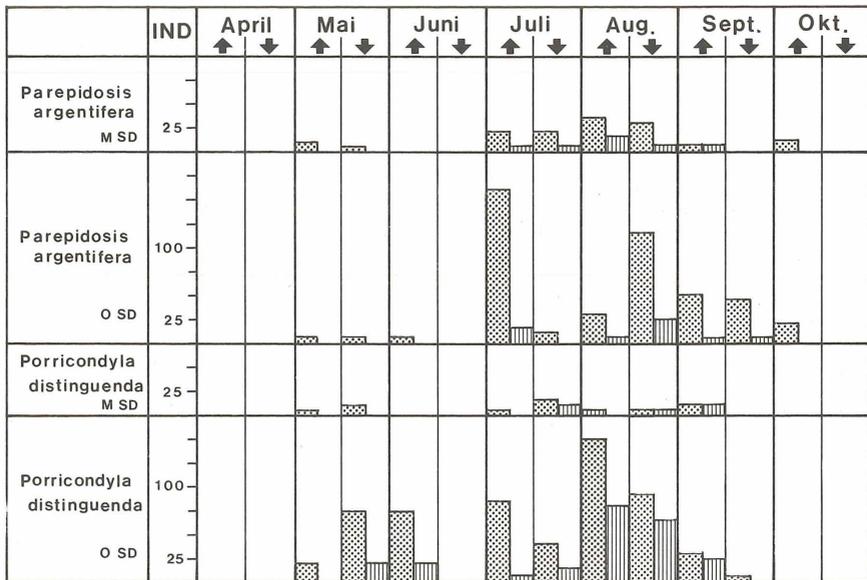


Abb. 20 c:





SIGNATUREN: M SD-MELDORF SEEDEICH 1972; O SD-OSEWOLDT SEEDEICH 1971; M V - MELDORF VORLAND: I-UNTERES FESTUCETUM, II-OBERES-, III UNTERES PUCCINELLIETUM 1974

Abb.20 a-d Geschlechtsspezifische Aktivitätsdichten der Gallmücken im Küstenbereich (Biotop: Seedeiche Osewoldt 1971 u. Meldorf 1972; Salzwiese Meldorf 1974 - 3 Farbschalen pro Biotop).

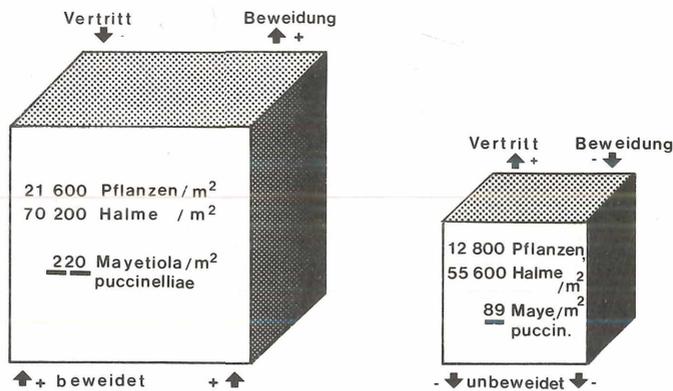


Abb.21 Beweidungseinflüsse auf Pflanzenwuchs und Besiedlungsdichte von Mayetiola puccinelliae.

Als einzige eindeutig **polyvoltine** Art konnte *Mayetiola puccinelliae* (Meldorf Salzwiesen 1974) mit 3 Generationen pro Jahr festgestellt werden. Die Frühjahrsgeneration (IV/V) war schwach entwickelt; darauf folgte eine Sommergeneration VI-VII mit hohen Individuenmengen, der sich dann eine Spätsommer-/Herbstgeneration (VIII-XI) mit einem Aktivitätsmaximum im August anschloß. Die Aktivität von *Mayetiola puccinelliae* ist in der Salzwiese am größten im Hauptverbreitungsareal ihrer Wirtspflanze (unteres Puccinellietum), geht dann in Richtung auf das obere Puccinellietum stark und zum unteren Festucetum hin sehr stark zurück (s. auch Kap. 13).

17. Anthropogene Einflüsse - Beweidung (s. Abb. 21)

Anthropogene Einflüsse in Küstenbiotopen auf Gallmücken zeigen sich in erster Linie in Eindeichungsmaßnahmen, Entwässerung, Vertritt und Beweidungseffekten. Die permanente Überweidung von Salzwiesen (zur Zeit ca. 5-9 Schafe pro ha!) stellt eine ernste Gefahr für dieses Ökosystem dar, da nach HEYDEMANN (1979) bei einer weiteren Tolerierung dieser Beweidungsintensität in absehbarer Zeit mit dem Aussterben von weiteren 200-300 Evertebratenarten in diesem Ökosystem zu rechnen ist. Schon heute kommt die Gefährdung dieser Gebiete in einer deutlichen Artenverarmung in Flora und Fauna zum Ausdruck; eine Artenverarmung bedeutet oft eine Zunahme der Instabilität in Ökosystemen. Wägungen zeigten außerdem einen deutlichen Rückgang der Gesamtpflanzenmasse in beweideten Arealen. Ein unbeweideter 20-30 cm hoher *Puccinellia maritima* Rasen erbrachte eine Gesamtmasse (Frischgewicht, Sproß + Wurzel) von ca. 40 t/ha, während der beweidete Bereich nur 14 t/ha erreichte. Die Gewichtsangaben stellen Hochrechnungen dar, die auf der Auszählung und Wägung von Stichproben von 1 m² Fläche beruhen.

17.1. Veränderungen der qualitativen Zusammensetzung der Vegetation auf Grund der Beweidung und ihre Effekte auf die Cecidomyiiden

Starke Beweidung bewirkt drastische Änderungen in der Vegetationszusammensetzung, die sich in erster Linie in einer starken artenmäßigen Monotonisierung der Flora bemerkbar machen. Im einzelnen lassen sich folgende Veränderung feststellen:

a) starke Förderung von Gramineenbeständen, die verbißresistent sind und durch Sekundärbestockung in beweideten Arealen größere Besiedlungsdichten (rasenartige Vegetationsstruktur) als in unbeweideten erreichen.

b) Vernichtung von verbiß- und vertrittempfindlichen Pflanzenarten (Artenausfall), Verminderung der Pflanzenartenzahlen.

c) starke Zurückdrängung von verbißresistenten Dicotylen - Abnahme der Besiedlungsdichte, Ausbildung von Kümmerformen.

d) Vernichtung fast des gesamten Blütenhorizontes.

e) Verdichtung des Bodens durch Vertritt.

Der Arten- und Individuenbestand **phytophager** Gallmücken wird durch die Beweidung deutlich vermindert, da für diese Formen das nutzbare Wirtspflanzenpotential in beweideten Arealen gegenüber unbeweideten deutlich herabgesetzt ist (fehlender Blütenhorizont, Verminderung der Pflanzenartenzahlen).

Eine Ausnahme davon bildet die Gramineen-Art *Mayetiola puccinelliae*, die unterhalb des Verbißhorizontes in der Stengelbasis von *Puccinellia maritima* lebt. Für **nichtphytophage** Gallmücken, die in der Streuschicht leben, scheinen die negativen Beweidungseinflüsse nicht groß zu sein. Auch Zonen mit starker Beweidung — wie die

Seedeiche — zeigen eine große Arten- und Individuenmenge nichtphythophager Gallmücken. Der Seedeich weist für diese Formen sogar eine besondere Arten- und Individuendichte auf. Vermutlich liegt dies auch an der besonderen Wärmeeinstrahlung auf die geneigten Böschungsseiten und an der Entwicklung von reichlich Pilzmyzel infolge der Kotablagerung durch Schafe (myzetophage Arten).

17.2. Strukturveränderungen der Wirtspflanzen durch Beweidung und ihre Auswirkung auf die Cecidomyiidae (s. Abb. 21)

Die stark ausgeprägte Sekundärbestockung der Gramineen auf beweideten Flächen und die Zunahme der Einzelpflanzenanzahl pro m² bedeuten für Gramineenparasiten wie *Mayetiola puccinelliae*, die in der Stengelbasis von *Puccinellia maritima* leben, eine deutliche Erhöhung des potentiellen Nahrungsangebotes in beweideten Salzwiesen.

Die durchschnittliche Besiedlungsdichte von *Puccinellia maritima* erreichte auf unbeweideten Flächen ca. 12800 Einzelpflanzen mit ca. 55600 bescheideten Halmen (potentielle *Mayetiola puccinelliae*-Merotope) pro m², während beweidete Areale deutlich höhere Besiedlungsdichten (21600 Einzelpflanzen mit 70200 bescheideten Halmen/m²) erreichten.

Die Zunahme der Besiedlungsdichten von *Mayetiola puccinelliae* in beweideten Salzwiesen erreichte ähnliche Relationen (2,5fach) wie die Zunahme von *Puccinellia* Pflanzen (1,7fach) in diesem Gebiet. Die durchschnittliche Besiedlungsdichte betrug für *Mayetiola puccinelliae* etwa 220 Ind./m² auf beweideten und ca. 89 Ind./m² auf unbeweideten Flächen.

18. Überlebensstrategien

Cecidomyiiden sind im Hinblick auf ihre Evolution innerhalb der Nematoceren die erfolgsreichste Insektengruppe. Sie haben eine große Diversität in bezug auf verschiedene Lebensweisen entwickelt. Dadurch war es Gallmückenarten möglich, sehr viele ökologische Nischen in allen Klimazonen der Erde zu besiedeln und eine große Anzahl von zum Teil sehr unterschiedlich adaptierten Arten zu entwickeln.

18.1. Praedispositionen

Praedispositionen sind nach HEYDEMANN 1973 Eigenschaften von Arten, die für die Besiedlung neuer ökologischer Nischen günstig sind, aber schon vor der Besiedlung dieser ökologischen Nischen auftreten. Viele Anpassungserscheinungen bei Gallmücken wie zum Beispiel Polyphagie, Endophagie, Gallenbildung, hohe Reproduktion, Puparienbildung und Wasserresistenz von Larven dürften im Sinn von Praedispositionen die Besiedlung von Salzwiesen begünstigt haben. Ein gutes Beispiel dafür ist die halophytobionte Art *Mayetiola puccinelliae*, die als Larve „pseudoendophag“ unter Blattscheiden an der Stengelbasis von *Puccinellia maritima* im häufig überfluteten unteren Puccinellietum der Salzwiesen lebt. Die eng anliegenden Blattscheiden schützen die Larvenstadien vor Verdriftung und mehr oder weniger auch vor direktem Kontakt mit Salzwasser. Der Schutz vor ungünstigen Umweltbedingungen wird bei *Mayetiola*-Arten noch durch eine besondere **Puparienbildung** am Ende der Larvalentwicklung verstärkt, die eine gute Verankerung der Larven an der Pflanzenbasis sicherstellt und sogar einen **hydrochoren Transport** dieser Art mit Puccinelliapflanzenmaterial ermöglicht (Nachweis in Spülsäumen an Seedeichen!). Hydrochorer Trans-

port und **hohe Reproduktionsraten** (3 Generationen) ermöglichen dieser Art den Aufbau großer Populationen im Supralitoral. Die hohen Reproduktionsraten kompensieren den Verlust an Individuen.

Myzetophage und detritophage Formen wie z.B. *Coquilettomyia lobata*, *Lestremia cinerea* und *Monardia toxicodendri* können auf Grund ihrer ausgeprägten **Polyphagie** ebenfalls Salzwiesenbiotope besiedeln (aber nur in relativ kleinen Populationen).

Die aus der Literatur (BAIER 1963/4) bekannte hohe **Wasserresistenz** konnte auch für die phytophagen Arten *Contarinia tanacetii*, *Dasineura compositarum*, *Das. lotharingiae*, *Das. urticae*, *Neomikiella lychnidis* (Speicherbecken, Koog) sowie für die in Kögen und in der Salzwiese vorkommende Art *Jaapiella schmidtii* (phytophag an *Plantago spp.*) nachgewiesen werden. Dauerüberflutungen mit belüftetem Süß- und Salzwasser bei Raumtemperatur (20-22 °C) wurden von diesen Arten 3-7 Tage lang ohne Verlust überstanden. Bei länger andauernden Überflutungen war die Überlebensrate im Süßwasser und in 10‰ Salzwasser am höchsten und nahm mit wachsender Salzkonzentration (20, 30‰) ab.

Larven, die Dauerüberflutungen von 7, 14 und 51 Tg. überlebt hatten, zeigten jeweils nach einer Weiterzucht in Sandgläsern eine Schlupfrate von ca. 40-50% (*Jaapiella schmidtii*). In zwei Fällen konnte bei dieser Art sogar nach einer Dauerüberflutung von 112 Tagen in 10‰ Salzwasser eine Unterwasserverpuppung beobachtet werden; die Puppe entwickelte sich aber nicht weiter.

Man kann also davon ausgehen, daß zumindest bei ausgewachsenen Larven, die sich zur Verpuppung in den Erdboden begeben, eine ausgeprägte Überflutungsresistenz vorhanden ist. Die eventuell empfindlicheren jüngeren Larvenstadien werden bei Gallenerzeugern durch die Gallen geschützt, während sie bei den frei im Erdboden lebenden myzetophagen/detritophagen Arten größeren Salinitätseinflüssen ausgesetzt sind. Der Bodensalzgehalt dürfte für diese Formen die entscheidende Barriere für die Besiedlung der Salzwiesen sein, die einen Aufbau größerer myzeto-/detritophager Populationen im Salzwiesenbereich verhindert (Massen- und Artenpool sind für myzeto-/detritophage Arten die angrenzenden Seedeiche).

18.2. Diskussion der Spezialisierungen und ökologischen Bindungen

Gallmücken zeigen im Verlauf ihrer Evolution deutliche Tendenzen zur Spezialisierung in bezug auf Nahrungssubstratwahl, Gallenbildung, Ausbildung verschiedener Legeröhrentypen etc.. Die Ernährungsweise von Gallmückenlarven (Imagines ohne Nahrungsaufnahme!) läßt mehrere deutlich voneinander getrennte Entwicklungsstufen erkennen, die von primitiver Myzetophagie über Myzeto-Saprophagie bis zu Zoo- und Phytophagie reichen. Der Darmtrakt erfährt in dieser Entwicklungsreihe eine deutliche Umwandlung in Form einer sekundären Reduktion der peritrophischen Membran, der Mitteldarmblindsäcke und in der Anzahl der Malphigischen Gefäße. Die sich daran anschließende Entwicklungsrichtung zeigt eine starke Vergrößerung des Mitteldarmlumens sowie eine deutliche Erhöhung der Mitteldarmdrüsensekretion. Die erhöhte Drüsentätigkeit ermöglicht eine deutliche Steigerung der extraintestinalen Verdauung, die nach MAMAEV 1975 die Grundvoraussetzung für den Fortgang der Evolution in Richtung auf Zoo- und Phytophagie gewesen ist.

Entwicklungsreihe des Mitteldarmtraktes (n. MAMAEV 1975):

a) primitive myzetophagale Lestremiinae, Porricondyliinae:

Mitteldarm mit gut entwickelten Blindsäcken und peritrophischer Membran - Keine direkte Verbindung von Ösophagus zum Mitteldarm; extraintestinale Verdauung

schwach entwickelt und nur auf die Abgabe von Speicheldrüsensekreten beschränkt, 4 Malphigische Gefäße.

b) myzetophage Übergangsform, höhere Porricondylinae Gatt. *Asynapta*, *Colomyia*, *Camptomya*:

Reduktion von Blindsäcken und peritrophischer Membran, Mitteldarmlumen noch nicht vergrößert, extraintestinale Verdauung, daher schwach entwickelt, 3 Malphigische Gefäße.

c) Endform - höchste Entwicklungsstufe - Unterfam. Cecidomyiinae:

Das Spektrum der Lebensweisen reicht von myzeto-saprophagen/myzetophagen über phytophage zu zoophagen Formen. Peritrophische Membran und Mitteldarmblindsäcke reduziert, Mitteldarmlumen stark vergrößert - Entwicklung einer ausgeprägten extra-intestinalen Verdauung, 2 Malphigische Gefäße.

18.2.1. Phytophagie (Ernährung von lebender Pflanzensubstanz!)

Phytophagie ist ausschließlich auf die Unterfamilie Cecidomyiinae beschränkt und ist bei vielen Arten mit einer komplexen Gallbildung (Cecidogenese) verbunden. Gallbildungen können an allen Pflanzenteilen wie Knospen, Blüten, Triebspitzen, Stengeln, Blättern und Wurzeln auftreten. Die im Untersuchungsgebiet aufgefundenen Gallen umfaßten Blüten (z.B. *Rhopalomyia florum*), Knospen (*Rhopalomyia*), Stengel (*Rhopalomyia*, *Mayetiola*, *Procytiphora*), Blätter (*Cystiphora*, *Dasineura*) und Samen (*Contarinia bromicola*). Daneben kommen auch **phytophage Arten ohne Gallbildung** in Infloreszenzen verschiedener Pflanzen vor, z.B. in *Cirsium* (*Dasineura compositarum*). Allgemein ist bei phytophagen Arten meist eine genaue Schlupfsynchronisation in bezug auf die Wirtspflanzenentwicklung ausgeprägt, was z.B. in einem termingerechten Schlupf auch von Individuen, die eine Saison als Überlieger im Boden zubrachten, zum Ausdruck kommt.

a) Monophagie:

Die Mehrzahl der 25 phytophagen Arten in Tab. 2 ist monophag (22 Arten), von denen die Arten *Giraudiella inclusa*, *Mayetiola ventricola*, *Mayetiola puccinelliae* und *Procytiphora gerardi* Monophagie 1. Grades zeigten; diese Arten kommen nur an einer Pflanzenart vor. Der Rest von 18 Arten gehört zu den Monophagen 2. und 3. Grades, d.h. zu Arten, die jeweils die Arten einer Pflanzengattung als Wirte besitzen, wie z.B. *Jaapiella schmidti* an *Plantago*-Arten (Terminologie nach HERING 1950).

b) Oligophagie

Es wurden 5 oligophage Arten nachgewiesen: *Contarinia hypocheridis*, *Contarinia steini*, *Dasineura compositarum*, *Dasineura trifolii* und *Neomikiella lychnidis*. Diese Arten leben an mehreren Gattungen von jeweils einer Pflanzenfamilie.

18.2.2. Polyphagie

Detritophage und myzetophage Arten sind naturgemäß ebenfalls polyphage Arten. Detritophagie und Myzetophagie kommt bei primitiven (U. Fam. Lestremiinae, Porricondylinae) und bei höher entwickelten myzetophagen bzw. detritophagen Gallmücken vor (U. Fam. Cecidomyiinae). Der Verbreitungsschwerpunkt dieser Arten ist der Seedeich.

18.2.3. Bindung an Nichthalophyten (Glycophyten)

20 Arten wurden an Nichthalophyten nachgewiesen (s. Tab. 2). Verbreitungsschwerpunkte waren Seedeiche und Koogbereiche.

18.2.4. Bindung an Halophyten

Halophyten stellen als Nahrungssubstrat große Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit ihrer Konsumenten, die insbesondere den Salzgehalt und die oft stärker vom Normaltypus abweichende Aminosäurenkombination (mehr Prolin etc. s. HEYDEMANN 1979) vertragen müssen. Deshalb gibt es nur wenige monophage Gallmücken an Halophyten. Die monophagen Formen *Mayetiola puccinelliae* an *Puccinellia maritima* und *Procystiphora gerardi* an *Juncus gerardi* sind Halophytenpezialisten (halophytobiont - obligatorische Halophytenbindung), die nur an Salzstandorten vorkommen.

Besonders *Procystiphora gerardi* muß eine hohe **physiologische Salzresistenz** entwickelt haben, da ihre Wirtspflanze (nach STEINER in WALTER 1968) zum Salzkumulationstyp gehört, der im Verlauf eines Jahres im Zellsaft eine Konzentrationserhöhung des Salzgehaltes von ca. 23 Atm im März auf ca. 40 Atm im August erreichen kann!

Zwei weitere Arten kommen sowohl an Glycophyten als auch an Halophyten vor: *Jaapiella schmidti* an *Plantago maritima* und weiteren *Plantago*-Arten (Fruchtgallen) sowie *Rhopalomyia florum* an *Artemisia maritima* und weiteren *Artemisia*-Arten im Binnenland (Spreublattgalle in den Köpfchen). Diese Arten besitzen also keine obligatorische Bindung an Halophyten und sind somit weniger auf die Salzwiese spezialisiert als die beiden anderen Arten.

Eine direkte Bindung an den Salzgehalt dieses Standortes konnte für keine Art nachgewiesen werden, sondern nur eine allgemeine Bindung an die jeweilige Wirtspflanze. Wobei auch hier der Salzgehalt des Gewebes nicht ausschlaggebend sein dürfte.

18.2.5. Morphologische Spezialisierung (Taf. III)

Bei Gallmücken besteht ein Zusammenhang zwischen der morphologischen Ausgestaltung des Legeapparates und verschiedenen ausgeprägter Bionomie.

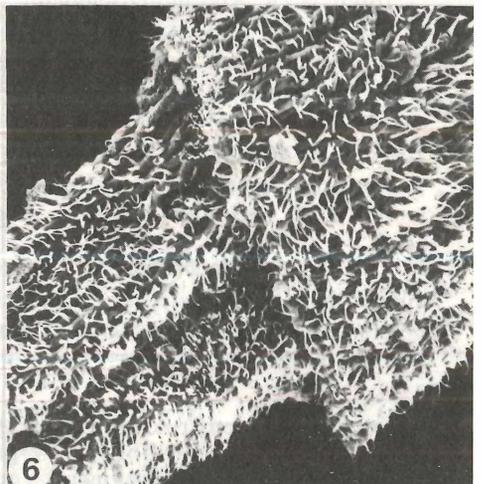
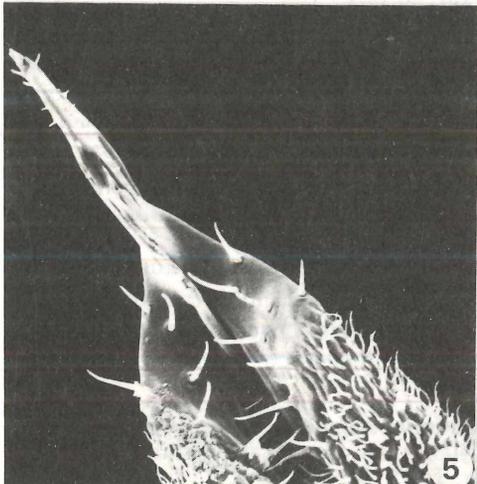
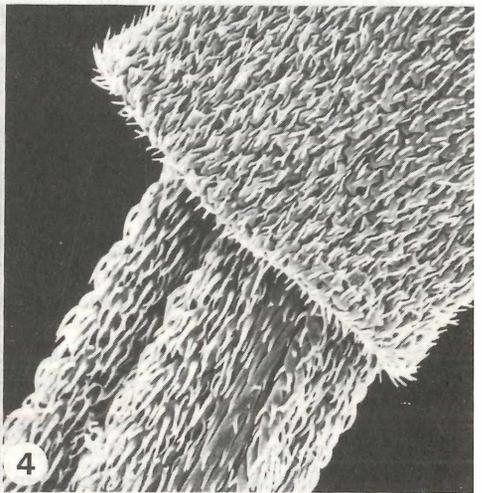
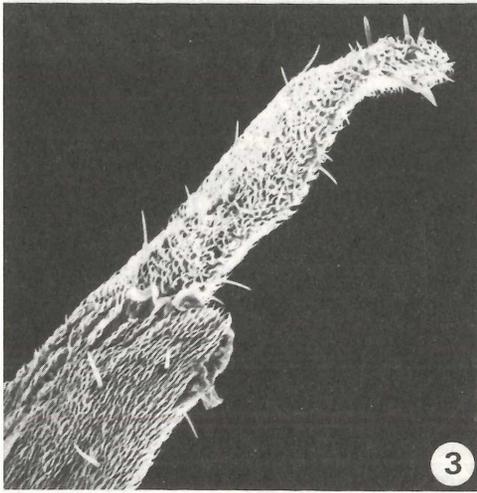
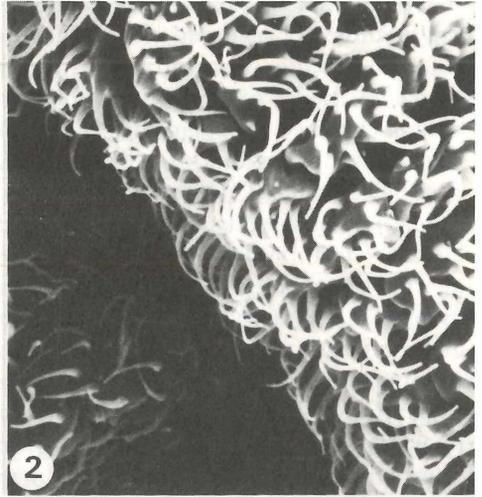
Während myzetophagische Formen (Porricondylinae, Lestremiinae und einige Cecidomyiinae) nichtausstülpbare Legeröhren mit ein- oder mehrgliedrigen Cerci (Endlamellen) besitzen, haben phytophagische Arten Teleskoplegeröhren entwickelt, die am Ende entweder zweigliedrige Cerci oder einen Endlappen aus zwei verschmolzenen Cerci besitzen. Nur durch die Entwicklung von Teleskoplegeröhren wurde, im Gegensatz zur diffusen Eiablage myzeto/detritophager Formen, bei phytophagen Gallmücken eine gezielte Eiablage in tiefere Bereiche einzelner Pflanzenorgane ermöglicht (Voraussetzung jeder spezifischen Gallenbildung!). Rasterlektronenmikroskopische Untersuchungen an Legeröhrenspitzen von 5 phytophagen Arten (*Mayetiola puccinelliae*, *Jaapiella schmidti*, *Cystiphora taraxaci*, *Procystiphora gerardi*, *Contarinia bromicola*) belegten das Vorhandensein gut ausgebildeter **Tastborsten** im Endbereich der Cerci, die das in Freilandversuchen beobachtete thigmotaktische Eiablageverhalten (s. BAIER 1963/64 u. Stechmann & Schütte 1978) erklären können. Lage, Anzahl und Länge der Tastborsten waren artspezifisch und reichten von kurzen Dörnchen bei *Procystiphora* bis zu kräftigen Dornen bei *Jaapiella*. Bei einigen *Contarinia*-Arten ist es möglich, Artbestimmungen von ♀ ♀ (!) auf Grund ihrer Cerciform und Cercibeborstung durchzuführen (s. HARRIS 1979).

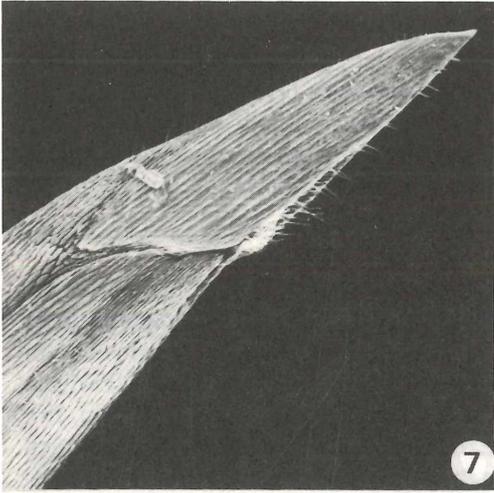
In der Ausgestaltung der Endlamelle (Cerci) ließen sich abgerundete (*Mayetiola*, *Jaapiella*), dornenartige (*Contarinia*, *Cystiphora*) und klingenförmig zugespitzte (*Procystiphora*) Cerci unterscheiden. Alle spitzen Endlamellen hatten nur einen geringen

Microtrichenbesatz, während die abgerundeten starken Microtrichenbesatz aufwiesen. Die Tastfunktion der Cerci ist vermutlich auf die bei allen Legeröhrentypen ausgebildeten Tastborsten beschränkt, Microtrichenfunktion unbekannt. In bezug auf die Legeröhrenlängenverhältnisse ließen sich kurze (*Cystiphora*: oberflächlich liegende Blattpustelgalle), mäßig lange (*Mayetiola*: Stengelgalle), lange (*Jaapiella*: Fruchtgalle) und sehr lange (*Contarinia*, *Procystiphora*: Infloreszenz- bzw. Stengelgalle) unterscheiden. Das handschuhfingerartige Umstülpen der Wandbereiche des 8. röhrenförmigen Abdominalsegmentes wird, wie rasterelektronenoptische Aufnahmen zeigten, durch speziell angeordnete „Schuppenstrukturen“ erleichtert. Der Wandaufbau war unterschiedlich und reichte von ungeordneten „Schuppenmosaikern“ mit langen Microtrichen (*Mayetiola*, *Cystiphora* — Kurzteleskoptyp) über mäßig geordnete Mosaiken mit langen Microtrichen (*Jaapiella* — Langteleskoptyp) zu sehr regelmäßig in Längsrichtung angeordneten „Schuppenstrukturen“ (*Procystiphora*, *Contarinia* — Langteleskop), die bei *Contarinia* keine und bei *Procystiphora* nur kleine Dörnchen besaßen. *Contarinia* hatte die am stärksten abgewandelte „Schuppenstruktur“. Die „Schuppen“ dieser Art sind sehr regelmäßig in Längsrichtung angeordnet und tragen auf der Oberfläche 3-5 kufenförmige Erhebungen, deren Enden jeweils auf Lücke mit den Erhebungen der sich anschließenden „Schuppe“ stehen (fingerförmiges Ineinandergreifen der „Schuppen“). In funktioneller Hinsicht läßt sich dieses System mit Raupenschlepperketten vergleichen. Die Funktion der Wandstrukturen des 8. Abdominalsegmentes dürfte also neben einer guten Beweglichkeit beim Umstülpen darin bestehen, die Legeröhre durch Microtrichen bzw. durch kufenartige Erhebungen auf Abstand zu halten (bzw. zu führen) und dadurch - im Sinne einer Trockenschmierung - die mechanische Reibung beim Ein- und Ausfahren der Legeröhre herabzusetzen. Außerdem wird ein Festkleben der Legeröhre verhindert.

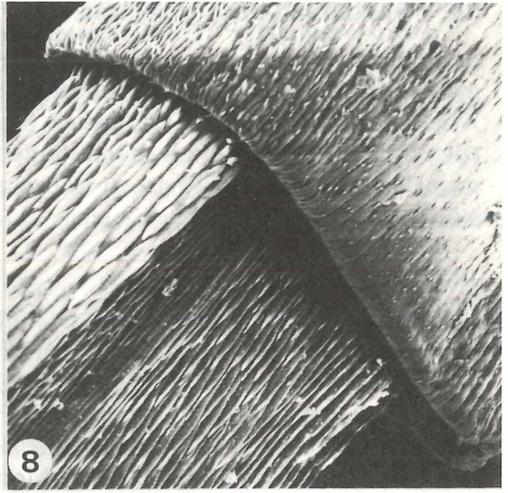
Tafel III: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen verschiedener Legeröhrentypen - Tastborsten, „Wandschuppenstrukturen“

- 1., 2. ***Mayetiola puccinelliae***: Kurzteleskoplegeröhre mit breiter Endlamelle (ex *Puccinelliae maritima* Stengelgallen), wenig spezialisierte Eiablage auf den Blattspreiten von *Puccinellia*.
 1. Legeröhrenspitze mit Tastborsten, Vergr. ca. 405 x. 2. „Wandschuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. ca. 4050 x.
- 3., 4. ***Jaapiella schmidti***: Langteleskoplegeröhre mit schmaler abgerundeter Endlamelle (ex *Plantago maritima* Fruchtgallen); Eiablage in den Fruchstand von *Plantago*, Legeröhre mittelmäßig spezialisiert.
 3. Legeröhrenspitze mit Tastborsten, Vergr. ca. 970 x. 4. „Wandschuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. 1945 x.
- 5., 6. ***Cystiphora taraxaci***: Kurzteleskopröhre mit aufgeblasener Basis und dornenartiger Spitze (ex *Taraxacum officin.*: Blattpustelgallen - können auch als Minen angesehen werden!). Stechlegeröhre - Verletzen der Blattepidermis für die Eiablage, Legeröhre stark spezialisiert.
 5. Legeröhrenspitze mit Tastborsten, Vergr. ca. 1500 x. 6. „Wandschuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. 1135 x.
- 7., 8., 9. ***Procytiphora gerardi***: Langteleskoplegeröhre, LG.-Schaft im Querschnitt dreieckig, Endlamelle extrem zugespitzt, klingenförmig (ex *Juncus gerardi* Stengelgalle), stark spezialisierte Spitzlegeröhre - Eiablage unter die Blattscheiden von *Juncus* - eventuell auch Durchstechen der Blattscheiden für die Eiablage.
 7. Legeröhrenspitze mit Tastborsten, Vergr. ca. 405 x. 8. „Wandschuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. 810 x. 9. dto. stärker vergrößert: 4455 x.
- 10., 11., 12. ***Contarinia bromicola***: Langteleskoplegeröhre mit lang ausgezogenem, dünnen Schaft und geteilter Endlamelle (2 Cerci), Cerci mit dornenartigen Tastborsten (ex *Bromus mollis* Samen), stark spezialisierte Legeröhre, speziell für die Eiablage in Grasblüten; Eiablage in die Samenanlagen, Larve lebt im Inneren der Samen.
 10. „Wandschuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. 8100 x. 11. Legeröhrenspitze mit Tastborsten, Vergr. 4050 x. 12. dto. wie 10. „Schuppenstrukturen“ 8./9. Abdominalsegment, Vergr. 1620 x.

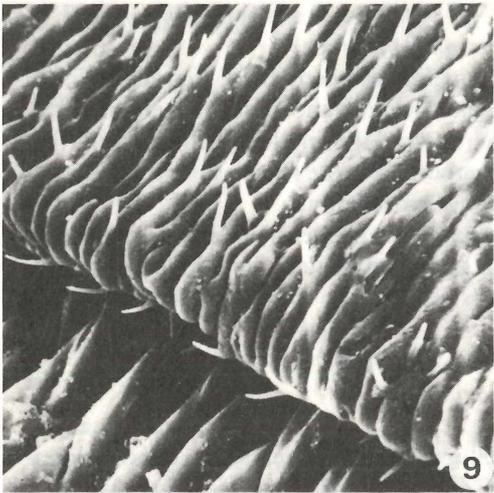




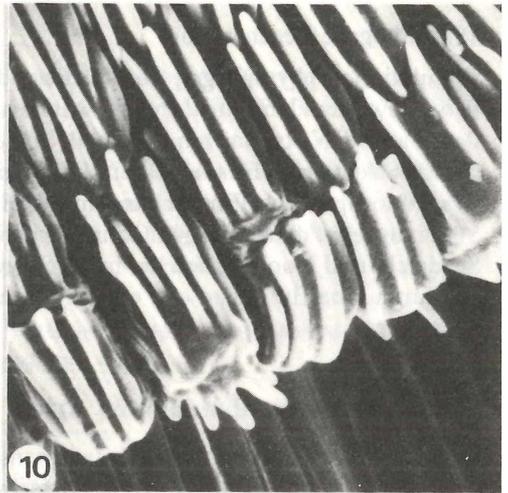
7



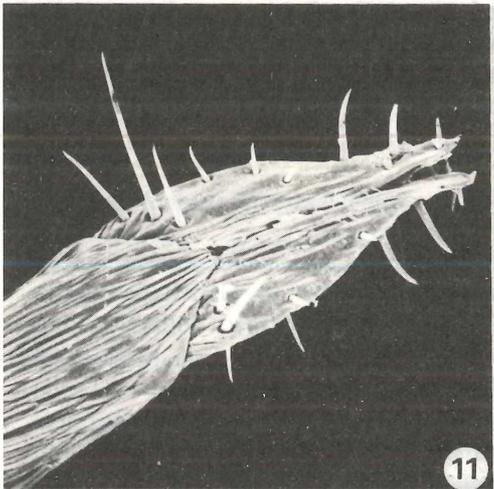
8



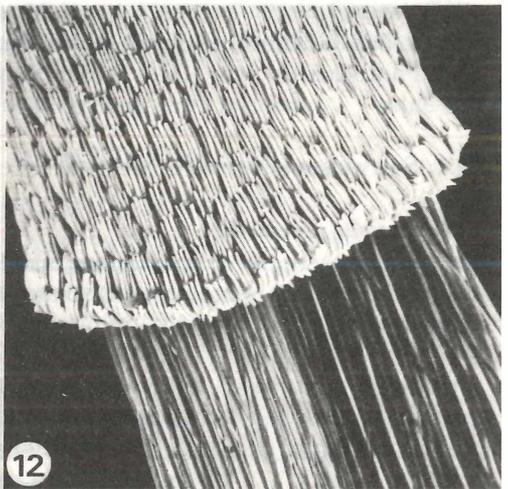
9



10



11



12

19. Neuaufbau von Populationen

Hohe Verlustraten durch Verdriftung (Wind, Fluten) und Vernichtung von Tiermaterial sind typische Erscheinungen in Salzwiesenarealen (HEYDEMANN 1973). Arten, die diese Bereiche erfolgreich besiedeln, müssen deshalb in der Lage sein, entsprechende Verluste z.B. durch hohe Reproduktionsraten auszugleichen, durch metachronen Schlupf teilweise zu reduzieren oder durch Neueinwanderung aus ungestörten Bereichen zu kompensieren.

19.1. Indigene Regeneration

Innerhalb der Salzwiese hat das untere Festucetum die größte Vorkommensdichte an Gallmücken und kann so zumindest im benachbarten oberen Puccinellietum entstandene Verluste zum Teil wieder ausgleichen. Eine weitere Möglichkeit, Verluste gering zu halten, sind lang ausgezogene Flugzeiten der einzelnen Generationen. Ein gutes Beispiel dafür ist *Mayetiola puccinelliae*, die drei Generationen pro Jahr erzeugen kann und eine Gesamtflugzeit von 7 Monaten aufweist.

19.2. Exogene Regeneration

Populationen **phytophager** Gallmücken, die an Halophyten leben, können nicht in nennenswertem Umfang durch Zuwanderung aus Binnenlandstandorten ergänzt werden, da ihre Wirtspflanzen dort (z.B. Speicherbecken) nur in kleinflächigen Reliktbeständen existieren. Das bedeutet, daß Speicherbeckenareale für diese Arten nicht als Ersatzbiotope nach Eindeichungsmaßnahmen dienen können.

Bei **myzeto-/detritophagen** Gallmücken ist dagegen eine deutliche Immigration von Seedeich- und Koogarealen her in die Salzwiese zu beobachten, die Populationsverluste durch Überflutungen etc. ersetzen kann (s. auch Kap. 10.3. Windreusen).

20. Bionomie der dominanten Arten

In diesem Kapitel wird eine Zusammenstellung aller wichtigen Daten der dominanten Arten in den verschiedenen ökologischen Zonen gegeben (Salzwiese 1 Art, Seedeiche 9 Arten, Speicherbecken 3 Arten, Moor 3 Arten). Das Zahlenmaterial beinhaltet jeweils den Gesamtfang eines Jahres (Saison)-Durchschnittswerte pro Farbschale bzw. Photoelektor/Jahr (IV-XI). Windreusendaten sind ebenfalls Individuenmengen pro Jahr.

20.1. Salzwiesen (Osewoldt, Meldorf)

a) *Mayetiola puccinelliae* n. sp.

Lebensweise	: phytophag, Gallenerzeuger an <i>Puccinellia maritima</i> , Stengelgalle, monophage Art 1. Grades (n. HERING 1950)
Lebensformtyp	: phytophiler Endobiont, Gallenverpupper, Vollsegler-Flugtyp
Phänologie	: polyvoltin mit 3 Generationen, Flugzeit 7 Monate (IV-X), Flugmaxima VI, VIII
Aktivitätsdichte	: Ø 514 Ind./Farbschale, Maximum: unteres Puccinellietum in Meldorf, eudominante Art

Windreusenfang	: West 4, Ost 10, Nord 6, Süd 8; Total 28 Ind. pro Jahr; Aktivität bevorzugt innerhalb des Wirtspflanzenareals
Besiedlungsdichte	: Ø 119 Ind./m ² , Maximum im unteren Puccinellietum in Meldorf, eudominante Art. Ø 72 Ind./m ² Pucc. Osewoldt
Sexualindex ♂♂ : ♀♀	: Streifnetzfang 1,2 : 1; Farbschalen 2,6 : 1; Windreusen 1 : 1,3
Biomasse ♂♂ + ♀♀	: statische BM. 40 mg/m ² ; 4 g/100m ² ; 400 g/ha Aktivitäts.-BM. 95 mg/Farbschale, Maximum unteres Puccinellietum in Meldorf
Verbreitung	: Salzwiesen in Schleswig-Holstein u. Niedersachsen
Bemerkungen	: Art mit Puparienbildung, hydrochorer Transport Art neu für die Wissenschaft!

20.2. Seedeiche (Osewoldt, Meldorf)

a) *Karshomyia caulicola* Coquillett

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: detritophiler Polyphage, Vollsegler-Flugtyp
Phänologie	: univoltin, Flugzeit 5 Monate (V-IX), Fluxmaximum VII-/VIII
Aktivitätsdichte	: Ø 294 Ind. Meldorf (Ø 22 Osewoldt)/Farbschale Maximum Meldorf Seedeich 1972, dominante Art
Windreusenfang	: West 5, Ost 4, Nord 9, Süd 0; Total 18 Ind. pro Jahr; Aktivität auf Seedeiche konzentriert
Verbreitung	: holarktisch
Bemerkungen	: nach HARRIS (in litt.) ist <i>Karshomyia concinna</i> Marikowski synonym zu <i>K. caulicola</i> Coq.

b) *Anarete corni* Felt

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: dynamischer Flugtyp, Schwarmbildung?
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit 5 Monate (V-IX), Flugmaximum VIII
Aktivitätsdichte	: Ø 99 Ind. Osewoldt (Ø 78 Meldorf)/Farbschale Maximum Seed. Osewoldt 1971, rezedente Art
Windreusenfang	: 0 Ind. d.h. Aktivität fast nur auf Deichen!
Verbreitung	: holarktisch

c) *Campylomyza flavipes* Meigen

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: detritophiler Polyphage, Halbsegler-Flugtyp
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit mindestens 8 Monate (IV-XI), Flugmaximum IX-X
Aktivitätsdichte	: Ø 225 Ind. Meldorf (Ø 149 Ind. Osewoldt)/Farbschale, Maximum Meldorf Seedeich 1972, rezedente Art
Windreusenfang	: West 94, Ost 136, Nord 127, Süd 87; Total 444 Ind. pro Jahr; Hauptaktivität auf Seedeichen aber mit starker Ausstrahlung in die Salzwiese.

Besiedlungsdichte	: Ø 19 Ind. Osewoldt (Meld. nicht unters.) pro m ² , rezedente Art
Sexualindex ♂♂ : ♀♀	: Streifnetzfang 1,2 : 1; Farbschalen 1,1 : 1; Windreuse 1 : 3,3
Verbreitung	: holarktisch
Bemerkungen	: Im Untersuchungsgebiet traten 3-4 morphologische Variationen auf.

d) *Lestremia cinerea* Macq.

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: detritophiler Polyphage, dynamischer Flugtyp
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit mindestens 8 Monate (IV-XI), Flugmaximum IX
Aktivitätsdichte	: Ø 911 Ind. Meldorf (Ø 319 Ind. Osewoldt)/Farbschale, Maximum Meld. Seedeich 1972, eudominante Art
Windreusenfang	: West 72, Ost 135, Nord 76, Süd 33; Total 316 Ind. pro Jahr; Hauptaktivität auf Seedeichen mit starker Ausstrahlung in die Salzwiese.
Besiedlungsdichte	: Ø 57 Ind./m ² Osewoldt (Meld. nicht untersucht), dominante Art
Sexualindex ♂♂ : ♀♀	: Streifnetzfang 1,4 : 1; Farbschalen 5,5 : 1; Windreusen 1 : 10,3
Biomasse ♂♂ + ♀♀	: statische BM. 12 mg/m ² ; 1,2 g/100 m ² ; 120 g/ha Aktivitäts.-BM. 39 mg/Farbschale Osewoldt (Meld. nicht untersucht)
Verbreitung	: holarktisch

e) *Monardia toxicodendri* Felt

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: Halbsegler-Flugtyp
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit 7 Monate (IV-X), Flugmaxima V, VII/VIII
Aktivitätsdichte	: Ø 375 Ind. Osewoldt (Meldorf Ø 194 Ind.)/Farbschale, Maximum Osewoldt S.D., dominante Art
Windreusenfang	: West 82, Ost 195, Nord 58, Süd 142; Total 477 Ind. pro Jahr; Hauptaktivität auf Seedeich mit starker Ausstrahlung in die Salzwiese.
Besiedlungsdichte	: Ø 25 Ind./m ² Osewoldt (Meld. nicht untersucht), subdominante Art
Sexualindex ♂♂ : ♀♀	: Streifnetzfang 4,1 : 1; Farbschalen 2,6 : 1; Windreusen 1 : 1,8
Biomasse ♂♂ + ♀♀	: statische BM. 2 mg/m ² ; 0,2 g/100 m ² ; 20 g/ha Aktivitäts.-BM. 19 mg/Farbschale Seed. Osewoldt (Meldorf nicht untersucht)
Verbreitung	: holarktisch

f) *Peromyia caricis* Kieffer

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: detritophiler Epibiont, Halbsegler Flugtyp
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit 7 Monate (IV-X), Flugmaximum VIII
Aktivitätsdichte	: Ø 358 Ind. Meldorf (Ø 29 Ind. Osewoldt)/Farbschale, Maximum in Meld. 1972, dominante Art

Windreusenfang : West 1, Ost 4, Nord 0, Süd 1; Total 6 pro Jahr; Aktivität hauptsächlich auf Seedeichen
 Besiedlungsdichte : \varnothing 13 Ind./m² Osewoldt (Meld. nicht untersucht)
 Verbreitung : palaearktisch

g) *Peromyia palustris* Kieffer

Lebensweise : myzetophag
 Lebensformtyp : detritophiler Epibiont, Halbsegler-Flugtyp
 Phänologie : bivoltin, Flugzeit 5 Monate (V-IX), Fluxmaxima VI, VIII
 Aktivitätsdichte : \varnothing 208 Ind. Meldorf (\varnothing 106 Osewoldt)/Farbschale, Maximum in Meldorf, subdominate Art
 Windreusenfang : West 2, Ost 0, Nord 0, Süd 0; Total 2 pro Jahr; Aktivität hauptsächlich auf Seedeiche beschränkt
 Besiedlungsdichte : \varnothing 39 Ind./m² Osewoldt (Meld. nicht untersucht)
 Verbreitung : palaearktisch

h) *Parepidosis argentifera* de Meijère

Lebensweise : myzetophag
 Lebensformtyp : detritophiler Epibiont, Vollsegler-Flugtyp
 Phänologie : bivoltin, Flugzeit 6 Monate (V-X), Flugmaxima VII, VIII
 Aktivitätsdichte : \varnothing 144 Ind. Osewoldt (\varnothing 60 Ind. Meldorf)/Farbschale, Maximum in Osewoldt, subdominante Art
 Windreusenfang : West 0, Ost 5, Nord 2, Süd 2; Total 9 Ind. pro Jahr; Aktivität meist auf Seedeiche beschränkt
 Besiedlungsdichte : \varnothing 219 Ind./m² (Meld. nicht untersucht) in Osewoldt, eudominante Art
 Sexualindex ♂♂ : ♀♀ : Streifnetzfang 1,2 : 1; Farbschalen 6,3 : 1
 Biomasse ♂♂ + ♀♀ : Statische BM. 33 mg/m²; 3,3 g/100 m²; 330 g/ha Aktivitäts.-BM. 17 mg/Farbschale Osewoldt (Meldorf nicht untersucht)
 Verbreitung : palaearktisch

i) *Porricondyla distinguenda* Mamaev

Lebensweise : myzetophag
 Lebensformtyp : detritophiler Epibiont, Vollsegler-Flugtyp
 Phänologie : bivoltin, Flugzeit 5 Monate (V-IX), Flugmaximum VIII
 Aktivitätsdichte : \varnothing 205 Ind. Osewoldt (Meldorf 29)/Farbschale, Maximum in Osewoldt, subdominante Art
 Windreusenfang : West 1, Ost 1, Nord 1, Süd 1; Total 4 Ind. pro Jahr; Hauptaktivität auf Seedeichen
 Verbreitung : palaearktisch
 Bemerkungen : Im Brit. Mus. London liegt ein ♂ bestimmt als *Colpodia angustipennis?* (Coll. Edwards 1937) vor, das genau mit *Porricondyla distinguenda* Mamaev übereinstimmt. Eventuell ist also *Porr. distinguenda* Mam. synonym zu *Colpodia angustipennis* Wtz.

20.3. Speicherbecken Hauke-Haien-Koog

a) *Mayetiola agrostidis* (?) Ertel

- Lebensweise : phytophag, Gallenerzeuger an *Agrostis stolonifera salina*, Stengelgallen, monophage Art
- Lebensformtyp : phytophiler Endobiont, Vollsegler-Flugtyp, Verpuppung in der Galle
- Phänologie : bivoltin, Flugzeit 6 Monate (V-X), Flugmaxima VII, IX
- Aktivitätsdichte : Ø 45 Ind./Farbschale, dominante Art
- Verbreitung : palaearktisch
- Bemerkungen : Artbestimmung unsicher, da bisher nur eine Larvenbeschreibung vorliegt; Wirtspflanze neu. ♂♂ sind deutlich durch Genitalstrukturen von allen bisher bekannten *Mayetiola*-Arten durch die Kombination: Stylus kurz u. breit, Penis stark sklerotisiert u. in 2 Spitzen auslaufend, zu unterscheiden. Kommt auch in Vorland-Salzwiesen vor!
Anm.: Es existiert kein Imaginalmaterial in der Coll. Möhn (Ertel); die Artneubeschreibung wurde nur nach Larvenmaterial angefertigt!

b) *Procystiphora gerardi* n. sp.

- Lebensweise : phytophager Gallenerzeuger an *Juncus gerardi*, Stengelgallen, monophage Art l. Grades
- Lebensformtyp : phytophiler Endobiont, Vollsegler-Flugtyp, Verpuppung in der Galle
- Phänologie : bevoltin, Flugzeit 6 Monate (V-X), Flugmaximum VI, VIII
- Aktivitätsdichte : Ø 60 Ind./Farbschale, dominante Art
- Besiedlungsdichte : Ø 131 Ind./m², eudominante Art
- Verbreitung : palaearktisch, bisher nur in Schleswig-Holstein
- Bemerkungen : Gallmückenbefall an *Juncus* bisher nur in der Nearktis bekannt (*Procystiphora junci* an *Juncus dudleyi* in Nordamerika). Konnte auch in Vorland-Salzwiesen nachgewiesen werden! **Art neu für die Wissenschaft!**

c) *Peromyia caricis* Kieffer (s. auch unter Seedeich 20.2. f)

- Aktivitätsdichte : Ø 37 Ind./Farbschale, dominante Art
- Besiedlungsdichte : Ø 48 Ind./m², dominante Art

20.4. Moor bei Idstedt

a) *Anarete coracina* Zett.

- Lebensweise : myzetophag
- Lebensformtyp : dynamischer Flugtyp
- Phänologie : univoltin, Flugzeit 4 Monate (VI-IX), Flugmaximum VII
- Aktivitätsdichte : Ø 70 Ind./Farbschale, Moor-*Eriophorum* Zone Max., eudominante Art
- Verbreitung : palaearktisch

b) *Campylomyza praecox* Kieffer

Lebensweise	: myzetophag
Lebensformtyp	: detritophiler Polyphage, Halbsegler-Flugtyp
Phänologie	: bivoltin, Flugzeit 5 Monate (V-IX), Flugmaximum V
Aktivitätsdichte	: Ø 22 Ind./Farbschale (Max. <i>Juncus</i> Zone), dominante Art
Verbreitung	: palaearktisch

c) *Peromyia caricis* Kieffer (s. auch Seedeich 20.2. f)

Aktivitätsdichte	: Ø 18 Ind./Farbschale, dominante Art
Verbreitung	: palaearktisch

21. Zusammenfassung

21.1. Untersuchungsstandorte, ökologische Zonen

Im Verlauf der Jahre 1971-74 wurde die Gallmückenfauna von drei Westküstenstandorten (Meldorfer Bucht, Hauke-Haien-Koog, Osewoldt) und von einem sekundären Niedermoorbereich (Idstedt/Schleswig) in Schleswig-Holstein untersucht.

Die einzelnen Salzwiesenzonen (Festucetum, Puccinellietum) wurden in qualitativer und quantitativer Hinsicht mit den übrigen Biotopen von Seedeichen, Speicherbecken und Niedermoor verglichen.

21.2. Abiotische Faktoren

Alle wichtigen Klimadaten wie Temperatur, relative Luftfeuchte, Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Anzahl der Überflutungen wurden synchron zu den Fallenfängen registriert und mit den Werten von Wetterstationen auf der Geest (Husum u. Heide) verglichen.

In bezug auf Aktivitätsmaxima wurden klimatisch bedingte Zeitverschiebungen festgestellt.

21.3. Material und Methoden

Es wurde ein Gallmückenmaterial von 47.230 Ind. aus ca. 136 Arten (57 Gatt.) mit Zuchten, Isolationsproben, Photoelektoren, Farbschalen, Windreusen und Streifnetzfängen erfaßt. Arten- und Individuenanteile der Gallmückenunterfamilien: Cecidomyiinae 59 Arten, 24.810 Ind.; Lestremiinae 45 Arten, 18.422 Ind.; Porricondyliinae 32 Arten, 3.978 Ind. Durch Zuchten wurden 27 phytophage Arten festgestellt, von denen die Arten *Mayetiola puccinelliae* an *Puccinellia maritima* und *Procystiphora gerardi* an *Juncus gerardi* als neue Arten beschrieben wurden. 4 Arten wurden insgesamt an Halophyten festgestellt.

21.4. Faunistik

Für Schleswig-Holstein konnten 94 neue Arten auf der Grundlage der „Kröberfauna“ (mit 257 Arten) festgestellt werden; der Gesamtbestand beträgt jetzt 367 Arten in Schleswig-Holstein.

Faunengebietsvergleiche ergaben große Ähnlichkeiten mit der UdSSR (73 gemeinsame Arten) und England (67 gemeinsame Arten). Das holarktische Element in der untersuchten Gallmückenfauna ist mit 36 gemeinsamen Arten mit der Nearktis deutlich ausgeprägt.

21.5. Arten und Populationsdynamik

a) Die **statische Dominanz** wurde mit Isolationsproben und Photoelektorfängen (insgesamt 32 m²) erfaßt und enthielt ein Material von 5861 Ind. aus 70 Arten. 18 häufige Arten mit einem Individuenanteil von 75% wurden näher in bezug auf statische Besiedlungsdichte bzw. Dominanz untersucht. Folgende eudominante Arten kamen an allen Standorten vor:

Puccinellietum	: <i>Coquilettomyia lobata</i> , <i>Mayetiola puccinelliae</i>
Festucetum	: <i>Clinodiplosis cilicrus</i>
Seedeiche	: <i>Parepidosis argentifera</i>
Speicherbecken	: <i>Procytiphora gerardi</i>

b) Aktivitätsdominanz

Erfassung mit insgesamt 38 Serienfarbschalen von IV-XI; Fang: 31.720 Ind. aus 111 Arten, von denen 24 häufige Arten (Individuenanteil 76%) auf Aktivitätsdichte und Dominanz näher untersucht wurden. Außer einer eudominanten Art (*Puccinellietum*: - *Mayetiola puccinelliae*) kamen in den übrigen Bereichen nur noch dominante Arten vor. Die individuenreichsten Arten der Seedeiche waren: *Karshomyia caulicola*, *Lestremia cinerea*, *Monardia toxicodendri*, *Peromyia caricis*.

c) Einwanderung und Windrichtung

Windreusenfänge ergaben deutliche Immigrationstendenzen aus Seedeich- und Koogbereichen in die Salzwiese, die besonders bei den myzetophagen Arten *Campylomyza flavipes*, *Lestremia cinerea* und *Monardia toxicodendri* entscheidend für einen Populationsnachschub sind. In bezug auf Arten- und Individuenzahlen war die Ost-Reuse dominant

d) Tag- und Nachtaktivität, Farbpräferenz

Gallmücken sind im Untersuchungsgebiet bevorzugt tagaktiv - Tag : Nacht wie 3,5 : 1 nur *Mayetiola agrostidis* (?) ist deutlich nachtaktiv. Es konnte keine ausgeprägte Farbpräferenz festgestellt werden. Alle Farben (Weiß, Gelb, Blau) zeigten in etwa eine ausgewogene Arten- und Individuenerfassung (keine Selektivität).

21.6. Sexualindex

Der Sexualindex ist allgemein bei Gallmücken sehr variabel. Beim statischen und beim Aktivitätssexualindex liegt beim untersuchten Material eine mehr oder weniger deutliche ♂♂-Dominanz vor, während in Windreusenfängen eine eindeutige ♀♀-Dominanz besteht (♂♂ mit hoher Aktivität am Schlupfort, ♀♀ mit höherer Ausbreitungsaktivität).

21.7. Lebensformtypen

a) Larven

Es besteht bei Gallmückenlarven eine deutliche Korrelation zwischen Lebensweise und der morphologischen Ausgestaltung des Intestinalbereiches sowie zwischen Habitataufbau und Schichtenaufbau der Larvenhaut. Es werden detritophile Polyphage, xylophile Endobionten und detritophile Epibionten mit myzetophager Ernährung von phytophilien Heterobionten (Erdbodenverpupper) und phytophilien Endobionten (Gallenverpupper) unterschieden.

Primitive Myzetophage (*Lestremiinae*, *Porricondyliinae*) haben eine gering ausgebildete extraintestinale Verdauung, während bei phytophagen und zoophagen (*Cecidomyiinae*) Arten durch Reduktion der peritrophischen Membran unter gleichzeitiger Steigerung der Mitteldarmdrüsentätigkeit die extraintestinale Verdauung stark ausge-

prägt ist. Im Aufbau lassen sich hygrophile Formen mit dünnen sowie xerophile mit dicken Kutikularschichten unterscheiden.

b) Imagines

Gallmückenimagines zeigen im Verlauf ihrer Evolution eine deutliche Entwicklungsreihe von dynamischen zu besonders gut an den Windtransport angepaßten Seglerflugtypen, was in einer Entwicklung langer Extremitäten, reduzierter Körpergewichte und starker Oberflächenvergrößerung zum Ausdruck kommt.

21.8. Ökologische Zonierung

Es konnte für phytophage Arten auf Grund ihrer Wirtspflanzenverbreitung aber auch für myzetophage Arten eine Zonierung im Supralitoral nachgewiesen werden. Die größte Artenzahl wurde auf Seedeichen festgestellt; das untere Puccinellietum hatte die geringste.

Untersuchungen zur Ähnlichkeit verschiedener Faunenbestände wurden mit Arten- und Dominantenidentitätstests durchgeführt. Ein Vergleich von Westküste und Niedermoor ergab ein unähnliches Arten- und Dominanteninventar, während die einzelnen Westküstenbestände untereinander deutlich ähnlicher (stark ähnlich bis neutral) sind.

21.9. Indigenität

Als indigen wurden insgesamt 92 Arten nachgewiesen. Der Individuenanteil indigener Arten erreicht an der Westküste 90-98% und im Moor 64%. Die Anzahl indigener Arten erhöht sich in der Salzwiese deutlich mit ansteigendem Bodenniveau: Puccinellietum Meldorf 9, Osewoldt 20; Festucetum Meldorf 39, Osewoldt 25.

Seedeiche und Koogbereiche erreichten mit 48 bzw. mit 37 die größte Anzahl indigener Arten; das Niedermoor hat eine mittlere Anzahl indigener Arten (19).

21.10. Phänologie

Bei den untersuchten Arten können klimatische Einflüsse in bezug auf den Zeitpunkt von Flugmaxima festgestellt werden.

Die Flugzeiten werden nach Aspektfolgen (Hiemal, Praeernal, Vernal, Aestival, Serotinal, Autumnal) eingeteilt und die aspekttypischen Arten aufgeführt. Das Serotinal erreicht die größten Artenzahlen (Westküste, Niedermoor): August Seedeich 54, Salzwiese - unteres Festucetum 29, Niedermoor 45 Arten.

Die Flugzeiten der einzelnen Arten sind sehr unterschiedlich und reichen von stenochronen (*Campylomyza bicolor* 2 Mon.) über oligoeurychrone (4-6 Mon. - *Catocha latipes* 4 Mon., *Karshomyia caulicola* 5 Mon., *Parepidosis argentifera* 6 Mon.) zu mesoeurychronen Arten (7-8 Mon., *Mayetiola puccinelliae* 7 Mon., *Lestremia cinerea* 8 Mon.).

21.11. Beweidung

Die starke Reduktion dicotyler Pflanzenbestände und die damit verbundene Förderung der Gramineen durch die Beweidung macht sich deutlich bei Gallmückenpopulationen bemerkbar. Während einerseits die Artenzahl phytophager Formen durch den Ausfall vieler beweidungssensibler Pflanzenarten sinkt, steigt andererseits die Individuenzahl von Grasverzellern (z.B. *Mayetiola puccinelliae*) stark an, da die Sekundärbestockung durch Beweidung gefördert wird.

Die im Streuhorizont lebenden myzeto-/detritophagen Arten werden durch Beweidung kaum beeinträchtigt und erreichen sogar auf maximal beweideten Flächen z.B. auf Seedeichen die höchsten Arten- und Individuenmengen.

21.12. Überlebensstrategien und Spezialisierungen

Gallmücken haben in ihrer Evolution zahlreiche Anpassungen entwickelt, die im Sinn von Praedispositionen auch die erfolgreiche Besiedlung von Salzwiesen ermöglicht haben: Polyphagie, Endophagie, hohe Reproduktion und Wasserresistenz der Larven; für die letzten Larvenstadien wurde eine hohe Überflutungsresistenz in Salz- und Süßwasser festgestellt.

In der Imaginalmorphologie besteht eine deutliche Korrelation zwischen dem Aufbau der Legeröhre und der Ernährungsweise der Gallmücken. Myzetophage (primitive Lestremiinae, Porricondylinae und höhere Cecidomyiinae) besitzen einfache nichtausstülpbare Legeröhren, während phytophage Arten verschiedene Typen von Teleskoplegeröhren entwickelt haben und so eine gezielte Eiablage durchführen können.

Elektronenoptische Untersuchungen zeigten deutliche Tastborstenfelder auf den Cerci, die ein genaues Abtasten von Pflanzenorganen vor der Eiablage ermöglichen (Thigmotaxis).

Das Einstülpen der Legeröhre wird durch spezielle „Schuppenstrukturen“ im Wandbereich des 8. Abdominalsegment erleichtert.

22. Summary

Experimental-Ecological Investigations on Gall Midges (Cecidomyiidae-Diptera) in Saltmarshes of North West Germany.

22.1. Investigation Areas, Ecological Zones

During the years 1971-1974 the gall midge fauna of saltmarshes was investigated at three West-Coast sites (Bay of Meldorf, Hauke-Haien-polder, Osewoldt foreland) and of a secondary lowland-moor area (Idstedt near Schleswig) in Schleswig-Holstein.

The different zones of the saltmarsh (Festucetum, Puccinellietum) had been compared qualitatively and quantitatively with the biotops of the seadikes, the brackish-water-reservoir and the lowland moor.

22.2. Abiotic Factors

Climatic factors like temperature, relative air-humidity, rainfall, wind-velocity, winddirection and number of tidal inundations had been studied simultaneously with the trap samples.

Climatic factors seem to influence the period of maximum flight-activity.

22.3. Methods and Material

A gall midge material containing 47.230 specimens (about 136 species, 57 genera) had been collected by breedings, isolation samples, photoelectors, colour trays, funnel shaped gauze traps for airborne insects and sweepnet samples. Within this material the gall midge subfamilies contained the following numbers of species and specimens: Cecidomyiinae 59 species, 24.810 specimens; Lestremiinae 45 species, 18.422 specimens; Porricondylinae 32 species, 3.978 specimens.

27 phytophagous species (4 only on halophytes) had been determined by breedings; the species *Mayetiola puccinelliae* reared from *Puccinellia maritima* and *Procystiphora gerardi* reared from *Juncus gerardi* were described as new for science.

22.4. Faunistic Results

On the basis of local fauna lists (Kröber 1935 etc. - containing 257 species) 94 species proved to be new for Schleswig-Holstein. The total species inventory of this region now contains 367 species.

Comparisons between different faunistic regions resulted in a great similarity with both the USSR and England with 73 common species and 67 common species respectively. The holarctic element of the investigated gall midge fauna is distinctly pronounced (36 common species).

22.5. Species-Distribution and Populationdynamic

a) The „static dominance“ had been registered with isolation- and photolector samples (together 32 m²), which contained 5861 specimens (70 species). 18 frequent species (75% of all specimens) were further investigated in relation to abundance und dominance.

The following species were eudominant in:

Puccinellietum : *Coquilettomyia lobata*, *Mayetiola puccinelliae*
Festucetum : *Clinodiplosis cilicrus*
seadikes : *Parepidosis argentifera*
brakish water reservoir : *Procystiphora gerardi*

b) „Acitivity Dominance“ (Colour Traps)

38 colour traps were exposed from IV-IX for each year and collected 31.720 specimens of 111 species. 24 frequent species (76% of all specimens) were further investigated due to their abundance and dominance. Except of one species (*Mayetiola puccinelliae*), which was eudominant in the Puccinellietum zone, the further species only reached the dominance level of the areas studied. The following species were most abundant on seadikes: *Karshomyia caulicola*, *Lestremia cinerea*, *Monardia toxicodendri*, *Peromyia caricis*.

c) Immigration and Winddirection

Samples of funnel-shaped gauze traps for airborne insects showed a distinct immigration tendency from seadikes and polder areas into the saltmarsh. This is an important supply in particular to the populations of the mycetophagous species *Campylomyza flavipes*, *Lestremia cinerea* and *Monardia toxicodendri*.

The highest number of species and specimens were collected in the eastward gauze funnel.

d) Diurnal and Nocturnal Activity, Preference of Colours

In the research area gall midges favoured diurnal activity. The day - night - relation was 3,5 : 1. Only *Mayetiola agrostidis* (?) showed a distinct nocturnal activity. No distinct colour preference had been stated (white, yellow, blue).

22.6. Sex Ratio

In general the sex ratio of gall midges is very variable. For both the sweep net samples and the flight activity samples (colour traps) the sex ratio showed a more or less distinct male predominance, whereas samples of funnel shaped gauze traps for

airborne insects indicate a predominance of females. This might be explained by the higher activity of males in the breeding areas and a more emphasized spreading activity of females.

22.7. Morpho-Ecological Types

a) Larvae

Gall midge larvae indicate a distinct correlation between both their way of life and their morphological construction of the digestive system and the habitat moisture and the composition of the larval skin.

Detritophilic polyphagous, xylophilic endobionts and detritophilic epibionts with mycetophagous nutrition can be differentiated from phytophilic heterobionts (pupation in the soil) and phytophilic endobionts (pupation in the gall) with phytophagous nutrition.

Concerning the composition of the larval cuticula it is possible to distinguish between hygrophilic forms with a thin and xerophilic forms with stout cuticular layers.

All mentioned morpho-ecological types were found in the investigated area.

b) Imaginal Gall Midges

The morpho-ecological types of gall midge imagines are differentiated in dynamic, prevelum, velum and passive types, which could also be found in the areas studied.

22.8. Ecological Zonation

For phytophagous species, which are distributed according to the distribution of their hostplants and also for mycetophagous species a zonation could be observed in the coastal area.

Whereas the greatest number of species occurred on seadikes the smallest number of species had been observed in the lower Puccinellietum-zone.

The similarity between the faunal composition of the different sites were investigated by species- and dominance-identity-tests. Both the **Renkonen** and the **Jaccard Index** resulted in a low similarity between the West Coast and the lowland moor, whereas between the West Coast sites a higher similarity was found.

22.9. Indigeneity

92 species were indigenous in the different biotops. 90-98% of the species in the West Coast area were indigenous, whereas in the lowland moor area only 64% were found to be indigenous. Within the coastal sites the number of indigenous species distinctly increased in correlation with increasing soil-surface level: Puccinellietum-zone Meldorf 9 species, Osewoldt 20 species; Festucetum-zone Meldorf 39 species, Osewoldt 25 species. The numbers of indigenous species were highest for seadikes and polder areas with 48 respectively 37. The lowland moor had a medium number of indigenous species (19).

22.10 Phenology

The climate had an effect on the beginning of the maximal flight activity of the gall midges investigated. The flight periods were differentiated according to the successional seasons (Hiemal, Prae- vernal, Vernal, Aestival, Serotinal, Autumnal - see TISCHLER 1955), typical species for each season being mentioned. The highest number of species occurred during the Serotinal-season (August) for the West Coast and the lowland moor: seadikes 54 species, saltmarsh - lower Festucetum 29 species, lowland moor 45 species.

The flight period of species can be differentiated according to stenochronic types (2 month: - *Campylomyza bicolor*), oligoeurychronic types (4-6 month: - *Catocha latipes* 4, *Karshomyia caulicola* 5, *Parepidosis argentifera* 6 month) and mesoeurychronic types (7-8 month: - *Mayetiola puccinelliae* 7, *Lestremia cinerea* 8 month).

22.11. Grazing

The strong reduction of dicotyledonous plant-stocks and the development of the graminaceous flora effected by grazing influences distinctly the gall midge populations.

The number of phytophagous species decreases by the elimination of numerous grazing-sensitive plants, whereas grass-feeding species like *Mayetiola puccinelliae* show an increase of abundance. This may probably be explained by the increase of the secondary formation of fresh shoots effected by intensive grazing.

The litter-layer dwelling mycetophagous and detritophagous species are hardly influenced by grazing, even reaching highest numbers of species and abundance of maximally grazed areas like seadikes.

22.12. Survival Strategies and Specializations

Gall midges have developed during evolution numerous adaptations, which by predisposition enabled them to settle also in saltmarshes successfully. These predispositions are:

Polyphagie, Endophagie, high reproduction rate, waterresistance of larvae. The last larval instars indicated a high inundation resistance in both salt and freshwater.

Concerning the imaginal morphology there is an significant correlation between the ovipositor composition and the way of nutrition. Mycetophagous species (primitive Lestremiinae, Porricondylinae, some higher Cecidomyiinae) have simple unprotractile ovipositors, whereas phytophagous species (higher developed Cecidomyiinae-gall producers) developed different types of telescopic ovipositors, which enable them to infect accurately the host plant organs.

Scanning electron microscope investigations indicated distinct tactile bristle areas upon the cerci, which make an exact palpation of the host-plant organs possible before egg-deposition (Thigmothaxis).

Special „scale“-structures of the cuticula of the 8th abdominal segments relieve the retraction of the ovipositor.

23. Literaturangaben

Die mit (D) gekennzeichneten Zitate beinhalten wichtige Determinationsliteratur, die aber nicht in allen Fällen im Text zitiert wurde.

ABRAHAM, R. (1969): Ökologische Untersuchungen an Pteromaliden (Hym. Chalcidoidea) aus dem Grenzraum Land - Meer. Diss. Kiel. 155 pp.

— (1973): Über die Bedeutung der hohen Ausbreitungsaktivität bei Chalcidoidea (Hymenoptera). Faun.-ökol. Mitt. 4, 335-344.

BAIER, M. (1963/64): Zur Biologie der Sattelmücke *Haplodiplosis equestris* Wagner (Dipt. Cecidomyiidae). Z. angew. Ent. 53, 217-73.

- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademie Verlag, Berlin, 2. Aufl., 560 pp.
- BARNES, H.F. (1931): The sexratio at the time of emergence and the occurrence of unisexual families in the Gall Midges (Cecid., Dipt.). *J. Genetics* 24, 225-234.
- (1935): Studies of fluctuations in Insect populations. VI. Discussion on results of studies I - V. *J. Anim. Ecol.* 4, 254-63.
- (1953): Outlines of insect phenology. 9th Int. Congr. Ent. Amsterdam 9 (2), 163-173.
- (D) —1958: A new stem-inhabiting Gall Midge of *Poa pratense* (Dipt.: Cecidomyiidae). *Beitr. Ent.* 8 (5/6), 688-692.
- BARNES, H.F.; MILLER, B.S.; ARNOLD, M.K. (1959): Some factors influencing the emergence of overwintering Hessian Fly larvae. *Entomologia exp. appl.* 2, 224-239.
- BASEDOW, T. (1977 a): Über den Flug der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Dipt., Cecidomyiidae) in Beziehung zur Windrichtung und zu Weizenfeldern. *Z. angew. Ent.* 83, 173-183.
- (1977 b): Der Einfluß von Temperatur und Niederschlägen auf Diapause und Phänologie der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Diptera, Cecidomyiidae). *Zool. Jb. Syst.* 104, 302-326.
- BEEFTINK, W.G. (1977): The coastal salt-marshes of western and northern Europe: An ecological and phytosociological approach. In: V.J. CHAPMAN (Ed.): *West coastal ecosystems*; Amsterdam, Oxford, New-York, 109-155.
- BREHM, K.; EGGERS, Th. (1974): Die Entwicklung der Vegetation in den Speicherbecken des Hauke-Haien-Kooges (Nordfriesland) von 1959-1974. *Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* 44, 27-36.
- (D) BUHR, H. (1964 u. 1965): Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Bd. I 1964 Gallen Nr. 1-4388, Bd. II 1965 Gallen Nr. 4389-7666; G. Fischer Verl. Jena, 1573 pp, 25 pts.
- CHRISTIANSEN, W. (1927): Die Außeneichvegetation von Schleswig-Holstein mit besonderer Berücksichtigung von Föhr. *Föhrer Heimatbücher* 16, 3-29.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, G. Fischer Verl. Stuttgart, 318 pp.
- ELLENBERG, H. (1963): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in WALTER, H.: *Einführung in die Phytologie* 4, 451-475.
- (D) ERTEL, M. (1975): Untersuchungen zur Larvalsystematik der Gattung *Mayetiola* (Cecidomyiidae, Diptera). *Stuttg. Beitr. Naturk. Ser. A*, Nr. 267, 64 pp.
- (D) EDWARDS, F.W. (1938): On the British Lestremiinae with notes on exotic species (Dipt., Cecidomyiidae). *Proc. R. ent. Soc. Lond. (Ser. B)* 7, 18-24, 25-32, 102-108, 173-182, 199-210, 229-243, 253-265.
- FOOTE, R.H. (1965): Family Cecidomyiidae (Itonididae) in: Stone et al. *A Catalog of the Diptera of America north of Mexico*. USDA Handbook 267, 1696 pp.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leafeating insects and their influence on primary production. In: Ellenberg, H.: *Ecological Studies. Analysis and Synthesis*. Bd. II, Springer Verl. Berlin-Heidelberg-New-York (14), 81-93.
- (D) GAGNÉ, R.J. (1973): A generic synopsis of the Nearctic Cecidomyiidi (Diptera, Cecidomyiidae). *Ann. ent. Soc. Am.* 66, 857-889.
- (D) GAGNÉ, R.J. (1975): A review of the Nearctic genera of Oligotrophidi with piercing ovipositors (Diptera, Cecidomyiidae). *Ent. News* 86 (1 & 2), 5-12.

- (D) GAGNÉ, R.J. in: McALPINE et al. (1981): Manual of Nearctic Diptera Vol. 1 Res. Branch Agricult. Canada, Monograph No. 27, Vi and 674 pp., 6., Fam.: Cecidomyiidae, 257-292
- (D) HARRIS, K.M (1966): Gall Midge genera of economic importance (Diptera, Cecidomyiidae). Part I: Introduction and subfamily Cecidomyiinae, supertribe Cecidomyiidi. Trans. R. ent. Soc. Lond. 118 (10), 313-358, 199 figs.
- (1979): Description and host ranges of the Sorghum Midge *Contarinia sorghicola* (Coq.) (Diptera, Cecidomyiidae) and of eleven new species of *Contarinia* reared from Gramineae and Cyperaceae in Australia. Bull. ent. Res. 69, 161-182.
- HERING, E.M. (1950): Die Oligophagie phytophager Insekten als Hinweis auf eine Verwandtschaft der Rosaceae mit den Familien der Amentiferae. 8th. Internat. Congr. Ent. Stockholm 1948, 8, 74-79.
- HEYDEMANN, B. (1955): Die Frage der topographischen Übereinstimmung des Lebensraumes von Pflanzen und Tiergesellschaften. Verh. dt. Zool. Ges. Erlangen, 443-452.
- (1956 a): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. Verh. dt. Zool. Ges. Hamburg, 331-347.
- (1956): Über die Bedeutung der „Formalinfallen“ für die zoologische Landesforschung. Faunist. ökol. Mitt. 1 (6), 19-24.
- (1958): Erfassungsmethoden für die Biozönosen der Kulturbiotope. in: Balogh, J.: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademieverlag Berlin, 2. Aufl. 560 pp; S. 454-506.
- (1960): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. I. Teil: Spinnen (Araneae). Akad. Wiss. Lit. Mainz, Abh. math.-nat. Kl. Jg. 1960, Nr. 11, 747-913 (Druck 1961).
- (1961): Untersuchungen über die Aktivitäts- und Besiedlungsdichte bei epigäischen Spinnen. Verh. dt. Zool. Ges. Saarbrücken, 538-556.
- (1962): Deichbau und adephege Coleopteren (Der Einfluß des Deichbaues an der Nordseeküste auf Larven und Imagines von Carabiden und Staphyliniden). Ber. 9. Wandervers. dt. Ent. Berlin; Tagungsbericht Nr. 45, 237-274.
- (1963): Deiche der Nordseeküste als besonderer Lebensraum. Ökologische Untersuchungen über die Arthropodenbesiedlung. Küste 11, 90-130.
- (1964): Demonstration ökologischer Methoden zur Erforschung der biologischen Grenze Land - Meer. Verh. dt. Zool. Ges. Kiel, 609-610.
- (1967): Die biologische Grenze Land - Meer im Bereich der Salzwiesen. Fr. Steiner Verl. Wiesbaden, 200 pp.
- (1967 a): Der Überflug von Insekten über Nord- und Ostsee nach Untersuchungen auf Feuerschiffen. Dt. ent. Z. 14, 185-215.
- (1973): Zum Aufbau semiterrestrischer Ökosysteme im Bereich der Salzwiesen der Nordseeküste. Faunist. ökol. Mitt. 4, 155-168.
- (1977): Stellungnahme zum Eindeichungsprojekt „Rodenäs“ - Vorland (biologisch-ökologischer Teil). Manuskript, 1-15.
- (1979): Streit ums Watt. Sicherheit für den Menschen oder Erhaltung einer Ur-Landschaft? Bild d. Wiss. 9, 48-65.
- (1980): Die ökologische Spezialisierung des Wattenmeeres. Natur u. Landschaft, 55. Jg. (6), 232-239.
- HORSTMANN, K. (1970): Ökologische Untersuchungen über Ichneumoniden (Hymenoptera) der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. Oecologia 4, 29-73.

- (D) HOUARD, C. (1908/1909/1913): Les zoocécidies des plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée. Herrmann Verl. Paris Bd. I (1908) 1-570 pp.; Bd. II (1909) 571-1248 pp.; Bd. III (1913 Supplement) 1249-1515 pp.
- JOHNSON, C.G. (1969): Migration and dispersal of insects by Flight. Methuen & Coldt Verl. London, 763 pp.
- (D) KIM, Ke. C. (1967): The North American species of the genus *Anarete* (Diptera, Cecidomyiidae). Ann. ent. Soc. Am. 60, 521-530.
- KIRCHNER, H.A. (1966): Möglichkeiten zur kurzfristigen Voraussage des Auftretens der Kohlschotenmücke *Perrisia (Dasineura) brassicae* Wtz. und Beziehungen des Mückenschlupfs zu Witterungsfaktoren. Wiss. Z. Univ. Rostock 15 (2), 275-282 (math. nat. wiss. Kl.).
- (D) KLEESATTEL, W. (1979): Beiträge zu einer Revision der Lestremiinae (Diptera, Cecidomyiidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Phylogenie. Diss. Stuttgart im Selbstverlag, 275 pp.
- KLOET, G.S., HINCKS, W.D. (1975): A checklist of British insects. 2nd. Ed. completely revised (1.: 1945!). Bd. XI, 5 Diptera and Siphonaptera. R. ent. Soc. London, 139 pp. (No. 17 Fam. Cecidomyiidae 32-42).
- KREEB, K. (1974): Pflanzen an Salzstandorten. Naturw. 61, 337-343.
- KRÖBER, O. (1935): Dipterenfauna von Schleswig-Holstein und den benachbarten westlichen Nordseegebieten. IV. Teil: Dipt. Nematocera (Fam. Cecidomyiidae von SCHLEICHER, H. bearbeitet). Verh. Ver. naturw. Heimatforsch. 24, 93-144.
- (1949): Die Dipterenfauna des Eppendorfer Moores im Wandel der Zeiten. Verh. Ver. naturw. Heimatforsch. 30, 69-89.
- (1956): Nachträge zur Dipterenfauna Schleswig-Holsteins und Niedersachsens (1933-1935). Verh. Ver. naturw. Heimatforsch. 32, 123-143.
- KURTZE, W. (1974): Synökologische und experimentelle Untersuchungen zur Nachtaktivität von Insekten. Zool. Jb. Syst. 101, 297-344.
- (D) MAMAEV, B.M. (1963): Gall midges of the USSR Part 3: New species of the genus *Winnertzia* Rond. developing in the soil, in the membranes of fungal mycelium and under decaying bark of coniferous trees (Itonididae, Diptera). Zool. Zh. 42, 562-573 (russ. mit engl. Summary).
- (D) — 1966: New and little known Palaearctic Gall Midges of the tribe Porricondylini (Diptera, Cecidomyiidae). Cas. české. Spol. ent. 63, 213-239 (russ., engl. Summary).
- (D) — (1969): Fam. Cecidomyiidae in : BEI-BIENKO, G.J. (ed.): Key for the identification of the insects of European areas of the USSR. Nauka Press Leningrad, Bd. V (1), 805 pp.; Fam. Cecid. Kap. 26, 356-420 (russ.).
- (1972): On ranges of passively dispersing unspecialized insects, with characteristics of geographical distribution of midges of the genus *Coquilletomyia* Felt (Diptera, Cecidomyiidae). Zh. Obscej. Biol. Moskau 33, 205-208 (russ., engl. Summary).
- (D) — 1973: Revision of the Palaearctic species of the Genus *Coquilletomyia* Felt (Diptera, Cecidomyiidae). Vestn. Zool. Kiew 7 (2), 47-52 (russ., engl. Summary).
- (1975/1968): Evolution of gall forming insects - Gall Midges. British Library, Leeds 317 pp. - Übersetzung von MAMAEV, B.M.: Evolyutsiya galloobrazuyuschikh nasekomykh - gallits 1968 Leningrad, 237 pp.
- MEYER, H.; SOMMER, R.-G. (1972): Automatischer Hebemechanismus zur Sicherung von Farbschalen gegen Überflutungen. Faunist. ökol. Mitt. 4, 112-118.

- MOERICKE, V. (1951): Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pflirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.). NachrBl. dt. PflSchutzdienst. Stuttg. 3, 23-24.
- (D) MÖHN, E. (1955): Beiträge zur Systematik der Larven der Itonididae (Cecidomyiidae). 1. Porricondylinae und Itonidinae Mitteleuropas. Zoologica, Stuttg. 105, 247 pp.
- (D) — 1966/71: Fam. Cecidomyiidae (Itonididae) in: LINDNER, E.: Die Fliegen der palaearktischen Region (bisher nur Larven bearbeitet). Liefer. 269 : 48 pp; 273 : 49-96; 274 : 97-160; 277 : 161-200; 288 : 201-248.
- MOSSAKOWSKI, D. (1970): Ökologische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren atlantischer Moor- und Heidestandorte. Z. wiss. Zool. 181 (3/4), 234-316.
- NIJVELDT, W. (1969): Gall Midges of economic importance. Vol. VII, Miscellaneous. Crosby Lockwood London, 221 pp.
- NOLL, J. (1959): Über den Einfluß von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit auf die Larven und Puppen der Kohldrehherzmücke (*Contarinia nasturtii* Kieffer) als Grundlage für die Vorausberechnung des ersten Schlüpftermins im Frühjahr. Arch. Gartenbau Berl. 7, 362-413.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quelle zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte. Wachholz Verl. Neumünster, 719 pp, 263 Abb. u. Tab.
- PALMEN, E. (1950): Sea-drifts of insects as a factor in dispersal. 8th Int. Congr. Ent. Stockholm 1948, 450-453.
- (D) PANELIUS, S. (1965): A revision of the European Gall Midges of the subfamily Porricondylinae (Diptera, Itonididae). Acta zool. fenn. 113, 157 pp.
- (D) PARNELL, J.R. (1971): A revision of the Nearctic Porricondylinae (Diptera, Cecidomyiidae) based largely on an examination of the Felt types. Misc. Publs. ent. Soc. Am. 7 (3), 275-348.
- POSTNER, M. (1973): Beiträge zur Kenntnis der Tannennadel-Gallmücke *Agevillia abietis* Hubault (Diptera, Cecidomyiidae). I : 42-49; II : 263-294; III : 405-422 pp. Z. angew. Ent. Bd. 73 (Teil I-III: s.o.).
- (D) PRITCHARD, A.E. (1947): The North American Gall Midges of the tribe Micromyini; Itonididae (Cecidomyiidae), Diptera. Entomologica Am. 27, 1-87.
- (D) — 1951: The North American Gall Midges of the tribe Lestremiini; Itonididae (Cecidomyiidae), Diptera. Univ. Calif. Publ. Ent. 8, 239-275.
- (D) PRITCHARD, A.E.; FELT, E.P. (1958): Family Itonididae (Cecidomyiidae) in: Guide to the insects of Connecticut 6 (6). Bull. Conn. geol. nat. Hist. Surv. 87, 47-206.
- REGGE, H. (1972): Zur Bionomie und Ökologie der Aphidoidea-Arten des Gezeitenbereichs. Diss. Kiel, 157 pp.
- (1973): Die Blattlaus-Arten (Hexapoda, Aphidoidea) des Gezeitenbereichs der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. Faunist. ökol. Mitt. 4, 241-254.
- ROTH, M.; COUTURIER, G. (1966): Les plateau colorés en Ecologie Entomologique. Anns. Soc. ent. Fr. (N.S.) 2, 361-370.
- (D) RÜBSAAMEN, E.H.; HEDICKE, H. (1925-1939): Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands und ihre Bewohner. Die Cecidomyiiden (Gallmücken) und ihre Cecidien. Zoologica, Stuttg. 29, 350 pp, 42 Farbtaf., 102 Abb.

- SCHENDEL, U.; PREUß, E. (1973): Die Wasserspende schleswig-holsteinischer Naturräume. Bauernblatt 123 Jg., 1574.
- SCHOTT, C. (1956): Die Naturlandschaften Schleswig-Holsteins. K. Wachholz Verl. Neumünster, 110 pp.
- SCHWERDTFEGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie. Paul Parey Verl. Hamburg/Berlin, 383 pp.
- SOMMER, R.-G.; MEYER, H. (1976): Farbige Transmissionslichtfallen zur Erfassung der Nachtaktivität von Insekten des Supralitorals. Faunist. ökol. Mitt. 5, 47-57.
- SOMMER, R.-G. (1978): Experimentell-ökologische Untersuchungen an Dolichopodiden (Diptera, Brachycera) im Grenzbereich Land - Meer. Diss. Kiel, 123 pp.
- SORENSEN, Th. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity so species content and its application to analyses of the vegetation of Danish commons. Da. Biol. Skr. 54, 1-34.
- STECHMANN, D.H. & SCHÜTTE, F. (1978): Zur endophytischen Eiablage von *Dasyneura brassicae* WTZ (Dipt. Cecidom.) Z. ang. Ent. 85, 412-424.
- STEWIG, R. (1978): Landeskunde Schleswig-Holstein. Geocolleg Hirt Verl. Kiel, 217 pp.
- STOKES, B.M. (1953): The host plant range of the Swede Midge (*Contarinia nasturtii* Kieffer) with special reference to types of plant damage. Tijdschr. Pl Ziekt. 59, 82-90.
- SYLVÉN, E. (1970): Field movement of radioactively labelled adults of *Dasyneura brassicae* (WTZ) (Diptera, Cecidomyiidae). Ent. scand. 1, 161-187.
- TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie Braunschweig, 220 pp.
- (1955): Synökologie der Landtiere, G. Fischer Verl. Stuttg., 414 pp.
- (1975): Ökologie mit besonderer Berücksichtigung der Parasitologie. Wörterbücher der Biologie. G. Fischer Verl. Stutt. UTB 430; 125 pp.
- (1976): Einführung in die Ökologie. G. Fischer Verl. Stutt., 307 pp.
- TÜXEN, R. et al. (1957): Die Pflanzengesellschaften des Außendeichlandes von Neuwerk. Mitt. flor.-soz. Arb. Gemein. (N.F.) 6/7, 205-234.
- WAEDE, M. (1960): Über den Gebrauch einer verbesserten Lichtfalle zur Ermittlung der Flugperioden von Gallmücken. NachrBl. dt. PflSchutzdienst., Stuttg. 12, 45-47.
- WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. II: Die gemäßigten und arktischen Zonen. G. Fischer Verl. Stuttg.
- WEIGMANN, G. (1973): Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich Land - Meer (Collembola - Insekta; Oribatei - Acari). Z. wiss. Zool. 186 (3/4), 295-391.
- WERTH, E. (1927): Klima und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. Biol. RA. Berlin-Dahlem 33, 40 pp.
- WHITE, M.J.D. (1950): Cytological Studies on Gall Midges (Cecidomyiidae). Univ. Texas Publ. 5007, 80 pp.
- (D) WYATT, I.J. (1967): Pupal paedopgenesis in the Cecidomyiidae (Dipt.) 3. A reclassification of the Heteropezini. Trans. R. ent. Soc. Lond. 119 (3), 71-98.
- (D) YUKAWA, J. (1971): A revision of the Japanese Gall Midges. Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ. 8 (1), 203 pp.

