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

Faun.-ökol. Mitt. 4,, 335—344 Kiel 1973

Über die Bedeutung der hohen Ausbreitungsintensität bei Chalcidoidea (Hymenoptera)*

Von Rudolf Abraham

Einleitung

Die verschiedenen Formen der Insektenwanderungen wurden von JOHNSON (1969) diskutiert. Ihm erscheint eine Unterscheidung zwischen Wanderungen mit gerichtetem Flug (migration) und Ausbreitung als passive Verdriftung (dispersal) nicht sinnvoll, weil sie in der Praxis nicht durchführbar ist. Er definiert Ausbreitung als einen ungestörten und ausdauernden Flug eines Tieres von einem Lebensraum in einen neuen. Dabei unterscheidet er adaptive und zufällige Ausbreitung.

VATER (1971) hat in seiner Zusammenstellung gezeigt, daß bei vielen parasitischen Hymenopteren Wanderungen vorkommen. Das wurde an der deutschen Nordseeküste im Rahmen der Küstenforschung (HEYDEMANN, 1967a, 1968) für Ichneumonidae (HORSTMANN, 1970), Braconidae (KÖNIG, 1969) und Pteromalidae (ABRAHAM, 1970) bestätigt. Besonders die ♀♀ zeigten eine hohe Ausbreitungsintensität.

Neben Anemochorie schien an der Küste durch die Tiden ein hydrochorer Transport von Pteromalidae denkbar. Er wurde noch wahrscheinlicher, nachdem sich bei Überflutungsversuchen mit Salzwasser herausstellte, daß Pteromalidae nicht benetzbar sind und auf der Oberfläche schwimmen (ABRAHAM, 1970). In dieser Arbeit soll untersucht werden, welche Ausbreitungsmöglichkeiten Chalcidoidea demnach durch Wind oder Wasser haben und auf welche Weise sie verschleppt werden. Außerdem werden die biologische Bedeutung der Ausbreitung für die Chalcidoidea und die praktische Bedeutung für den Menschen diskutiert.

Material und Methode

Die Arbeit entstand im Zusammenwirken mit der Fachrichtung Küstenforschung des Zoologischen Instituts der Universität Kiel. Bei den früheren Untersuchungen zur Überflutungsresistenz und beim Fang auf Feuerschiffen unterschieden sich Binnenlandtiere nicht von Küstentieren. Auch beim Schwimmen auf der Wasseroberfläche war die Herkunft der Tiere ohne Bedeutung (ABRAHAM, 1970, 1972). Es wurden deshalb Tiere aus beiden Bereichen untersucht.

Von der Küste stammten *Meraporus graminicola* und *Habrocytus tripolii* (Pteromalidae). Für die Versuche mit Binnenlandtieren sollten aus Streiffängen möglichst nur

* Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Remane, zu seinem 75. Geburtstag gewidmet.

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

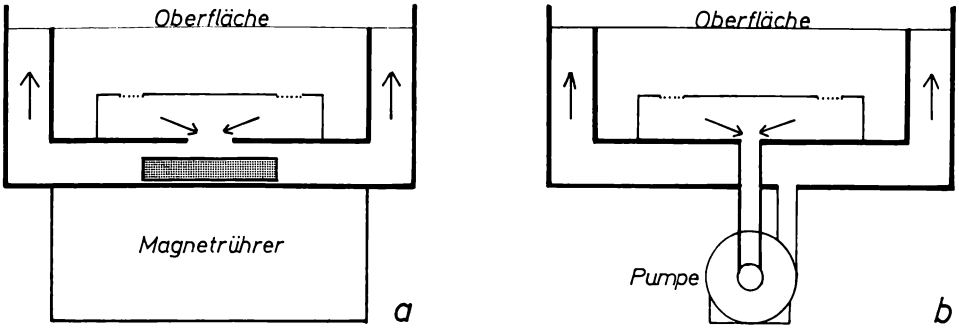

Abb. 1: Schwimmapparat. Die Versuchstiere treiben in der Mitte der inneren Schale, über deren Rand ständig Wasser nach innen läuft, so daß die Tiere nicht an den Rand treiben können. Die Wirbelbildung über der Absaugöffnung wird durch eine Platte mit mehreren Löchern, die mit Gaze verklebt sind, verhindert.

Chalcidoidea genommen werden. Da die Tiere jedoch zunächst unbestimmt auf das Wasser kamen und erst nach dem Versuch sortiert und bestimmt wurden, gerieten einige Cynipoidea und Proctotrupoidea mit in die Versuche, die dann auch ausgewertet wurden.

Untersucht wurden 286 parasitische Hymenoptera, davon waren 223 Chalcidoidea, 48 Proctotrupoidea und 15 Cynipoidea. Von den Chalcidoidea waren 154 Pteromalidae, 41 Eulophidae und 28 Eurytomidae, Encyrtidae, Mymaridae bzw. Aphelinidae.

Die Schwimmversuche wurden in 2 ineinanderstehenden Schalen durchgeführt, von denen die innere etwa 15 cm Durchmesser hatte. Damit die Tiere in dem inneren Gefäß nicht an den Rand trieben und herauskletterten, floß das Wasser aus der äußeren Schale über den Rand der inneren zur Mitte hin (Abb. 1a, b).

Ein Teil der Tiere wurde bei 15° C für die Dauer von 1, 2, 3 und 5 Stunden auf das Wasser gesetzt. Bei den späteren Versuchen schwammen die Tiere bei 10° C 4, 8 oder 16 Stunden. Das Wasser hatte 30 ‰ Salzgehalt und wurde aus Nordseewasser oder Ostseewasser unter Zugabe von Salz für Seewasseraquarien angesetzt.

Für die Untersuchung der anemochoren Ausbreitung wurden gelbe Moericke-Schalen von den Feuerschiffen „Elbe I" und „Fehmarn-Belt" ausgewertet. FS Fehmarn-Belt liegt etwa 10 km nördlich der Insel Fehmarn in der Ostsee, FS Elbe I etwa 30–40 km vor der Elbemündung in der Nordsee. Eine ausführliche Beschreibung der Feuerschifffänge findet sich bei Heydemann (1967b).

Ergebnisse

a) Schwimmversuche

Die Schwimmversuche bei 15° C haben gezeigt, daß die Pteromalidae bis zur völligen Erschöpfung ununterbrochen aktiv bleiben und versuchen, sich aus ihrer Lage zu befreien. Sie halten es wenigstens 2 Stunden auf dem Wasser aus und sterben danach sehr schnell ab (Abb. 2a).

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

Bei 10° C treiben die Individuen aller Arten nach kurzer Zeit bewegungslos auf dem Wasser. Die Kälte macht sie inaktiv. Dadurch verlängern sich die Schwimmzeiten erheblich (Abb. 2b–f): 4 Stunden werden mit einer Verlustrate von durchschnittlich 17 % recht gut überstanden. Nach 8 Stunden sind etwa 50–60 % der Tiere tot, nach 16 Stunden etwa 80 %. Bei 15° C werden die Verlustraten von etwa 60 % und 80 % bereits nach 3 bzw. 5 Stunden erreicht.

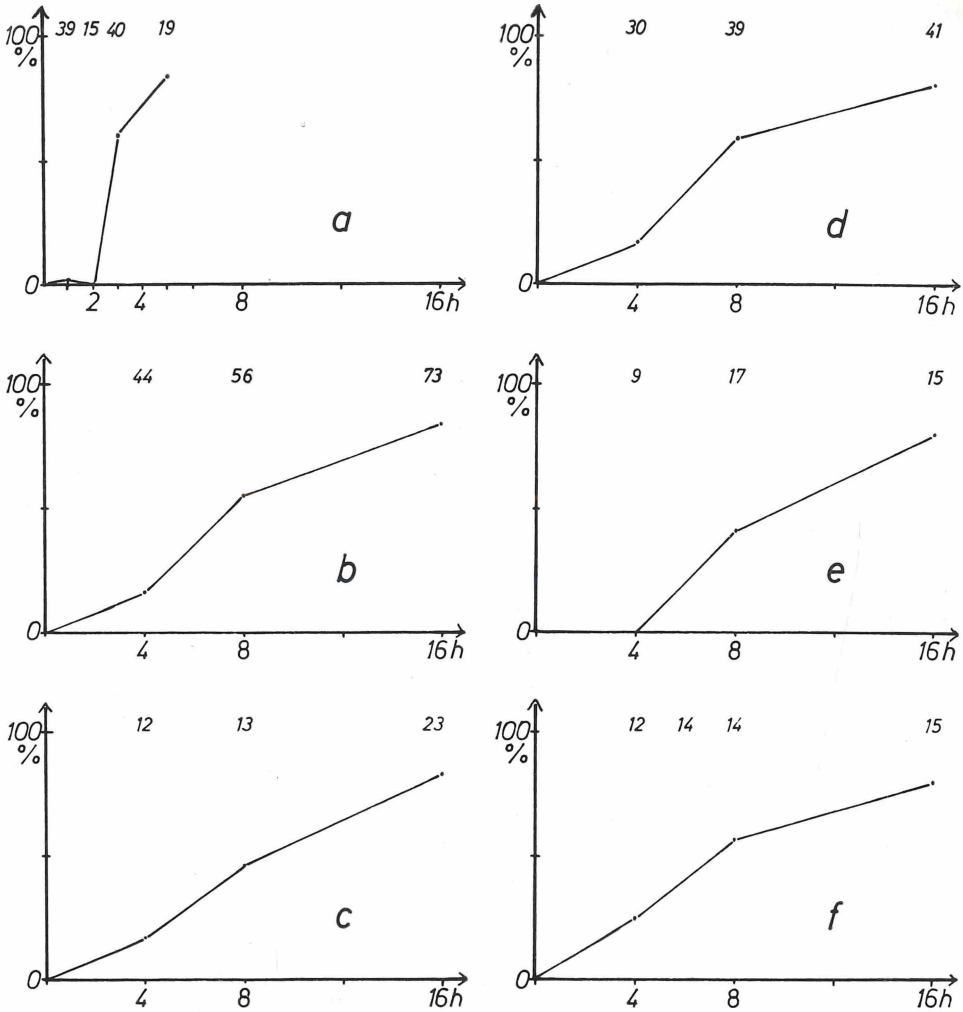

Abb. 2: Schwimmzeiten von parasitischen Hymenopteren. Die Ordinate gibt den prozentualen Anteil der toten Tiere an. Über jedem Punkt steht die Zahl der unter den angegebenen Bedingungen getesteten Tiere. (a: Pteromalidae bei 15° C; b–f bei 10° C, b: sämtliche untersuchten parasitischen Hymenoptera; c: Proctotrupoidea; d: Chalcidoidea; e: Pteromalidae; f: Eulophidae).

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

b) Feuerschiffänge

Aus dem Material vom FS Elbe I wurde der Pteromaliden-Fang unter Berücksichtigung des Gesamtfanges von Insekten (HEYDEMANN, 1967b) schon früher ausgewertet (ABRAHAM, 1970). Untersucht man alle Chalcidoidea, so ändert sich das Ergebnis nicht. Es wurden in 6 Jahren 22 Pteromalidae (3 ♂♂, 10 ♀♀), 22 Eulophidae (22 ♀♀), 8 Torymidae (1 ♂, 7 ♀♀) und 2 Encyrtidae (2 ♂♂) gefangen. Von den 54 Chalcidoidea wurden 51 in Gelbschalen, 2 davon in Schalen, die nur nachts geöffnet waren, gefangen. 3 Tiere waren in Blauschalen, wiederum 2 davon nachts. In Rotschalen ging kein einziges Individuum.

Wie bei den Pteromalidae allein ist der Anflug aller Chalcidoidea vom Wetter abhängig: Die meisten Tiere erreichten die Feuerschiffe bei einer Windgeschwindigkeit von weniger als 4 m/sec, bei ablandigem Wind und bei hohen Temperaturen im Startgebiet.

Aus dem Material vom FS Fehmarn-Belt wurde eine Falle mit ungewöhnlich hohem Einflug ausgewertet. Diese Gelbschale stand nur 1 Woche vom 23. August bis 1. September und fing in dieser Zeit 1854 Chalcidoidea (Tab. 1).

Tab. 1: Chalcidoidea aus einer gelben Moericke-Schale auf dem Feuerschiff Fehmarn-Belt vom 23. Aug. bis 1. Sept. 1965; Schale Tag und Nacht geöffnet

				♂	♀
1854	Chalcidoidea			632	1222
2	Trichogrammatidae			0	2
37	Mymaridae			1	36
10	Aphelinidae			0	10
46	Encyrtidae			6	40
23	Torymidae			3	20
1023	Eulophidae			183	840
713	Pteromalidae (mit den U-Fam.:)			439	274
	Spalangiinae:	2	*Spalangia erythromera*	2	0
		1	*Spalangia subpunctata*	1	0
	Asaphinae:	200	*Asaphes vulgaris*	132	68
		16	*Asaphes suspensus*	1	15
	Miscogasterinae:	28	*Cyrtogaster vulgaris*	24	4
		8	*Polycystus clavicornis*	3	5
		2	*Rhincnocoelia constans*	2	0
		3	*Seladerma* sp.	0	3
		3	*Stictomischus tumidus*	1	2
		8	*Lamprotatus annularis*	2	6
		6	unbestimmte Miscogasterinae	1	5
	Pteromalinae:	1	*Callitula bicolor*	0	1
		9	*Spintherus dubius*	0	9
		21	*Habrocytus* sp.	0	1
		13	*Stenomalina oxygyne*	13	0
		2	*Stenomalina episterna*	0	2
		23	*Stenomalina muscarum*	14	9

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

		♂	♀
1	*Eumacepolus grahami*	0	1
42	*Mesopolobus morys*	6	36
95	*Mesopolobus incultus*	85	10
6	*Mesopolobus* sp.	0	6
1	*Stinoplus* sp.	0	1
1	*Trichomalus repandus*	0	1
8	*Trichomalus campestris*	3	5
1	*Trichomalus* sp.	0	1
1	*Eupteromalus hemipterus*	1	0
1	*Dibrachys cavus*	0	1
108	*Pachyneuron umbratum*	89	19
21	*Pachyneuron concolor*	2	19
20	*Coruna clavata*	7	13
60	unbestimmte Pteromalinae	44	16

Bei den Pteromalidae konnten mindestens 33 Arten nachgewiesen werden. Die unbestimmbaren Tiere gehören etwa weiteren 10 Arten an. Die Bestimmung erfolgte mit dem Schlüssel von GRAHAM (1969). Die übrigen Chalcidoidea wurden nur bis zur Familie bestimmt.

Diskussion

JOHNSON (1969) unterschied zufällige und adaptive Ausbreitung. Seine Untersuchungen beschränkten sich auf den Flug von Insekten, der für die adaptive Ausbreitung (= Wanderung) eine wichtige Voraussetzung ist. Bei der zufälligen Ausbreitung gibt es außer dem Flug mehrere Möglichkeiten, wie die Insekten von einem Lebensraum in einen neuen geraten.

Rein zufällig und völlig passiv ist der Transport von Chalcidoidea mit dem Wasser. Das gilt auch für Tiere, die während ihrer adaptiven Wanderung auf eine Wasserfläche geraten und verdriftet werden. Alle Beobachtungen schwimmender Chalcidoidea ließen keine Anpassungen an den hydrochoren Transport erkennen. Es konnte auch nie beobachtet werden, daß Tiere von sich aus aufs Wasser gingen. Im Gegenteil versuchen alle aufs Wasser gefallenen Tiere, sich zu retten. Ihre Bewegungen sind unbeholfen. Sie können sich nur aus ihrer Lage befreien, wenn sie zufällig ans Ufer oder an Treibgut stoßen. In der Versuchsapparatur konnten kleine Tiere auf größere klettern und von dort abfliegen.

Im Vorlandbereich der Nordseeküste werden Chalcidoidea nicht nur vom Wind auf das Wasser geblasen, sie können auch während der täglichen Hochwasser dorthin geraten. Sie fliehen zunächst vor dem auflaufenden Wasser bis auf die Pflanzenspitzen und treiben schließlich auf der Oberfläche. Der Verbleib der verdrifteten Imagines ist noch unklar. Ein Teil wird wahrscheinlich ans Ufer gespült, andere gehen unter und ertrinken, oder sie werden bei Ebbe mit ins Meer genommen. Da die Tiere bis zu 16 Stunden schwimmen können, die nächste Flut aber schon nach 12½ Stunden kommt, können wenigstens einzelne das Land wieder erreichen. Sie werden dabei mit großer Wahrscheinlichkeit an einen anderen Küstenstreifen verfrachtet. Ein Teil kann bereits vorher ans Ufer der vorgelagerten Inseln gespült worden sein.

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

Für die Dauer des Aufenthalts auf dem Wasser ist dessen Temperatur von großer Bedeutung: Abbildung 2a zeigt, daß die Tiere im Labor bei 15° C nach etwa 2 h Schwimmzeit sehr schnell starben. Bei 10° C waren sie von Anfang an inaktiv, und die Verluste nahmen nur langsam zu (Abb. 2b–f). Frühere Aktivitätsversuche hatten bereits ergeben, daß die Tiere auch auf dem Land erst bei mehr als 10° C aktiv werden (ABRAHAM, 1970).

Im Freiland liegen im Frühjahr und Herbst Wassertemperaturen um 10° C und weniger vor. Im Frühjahr ist die Individuendichte gering, und eine Ausbreitung verdrifteter Tiere wird nur eine unbedeutende Rolle spielen. Im September und Oktober jedoch sind die Tiere häufig. In dieser Zeit ist eine hydrochore Ausbreitung sehr wahrscheinlich.

In den Sommermonaten steigt die Temperatur der Nordsee auf 15° C und mehr. Wie die Laborversuche gezeigt haben, halten es die Tiere dabei etwa 2 h aus. Die Zeit reicht wahrscheinlich gerade für den Transport mit dem Ebbestrom vom Festland bis zu den vorgelagerten Inseln aus. Es ist allerdings zu bedenken, daß im Labor nur die Beweglichkeit als Kriterium des Überlebens verwendet wurde. Im Freiland dagegen müssen die Tiere noch in der Lage sein, Wirte zu suchen und anzustechen. Daher garantiert wahrscheinlich nur eine kürzere Schwimmzeit ihre Fortpflanzung im neuen Lebensraum.

Neben den Wassertemperaturen hat das Alter der Chalcidoidea einen entscheidenden Einfluß auf die Überlebenschance. Die Schwimmversuche mit frisch geschlüpften Tieren haben gezeigt, daß sie während der vierstündigen Schwimmversuche auf der Wasseroberfläche bleiben. 3 bis 5 Tage alte Tiere gingen dagegen unter den gleichen Bedingungen zum großen Teil unter, überstanden allerdings den Aufenthalt unter Wasser. Überflutungsversuche mit Pteromalidae hatten gezeigt, daß die Tiere einige Stunden unter Wasser überleben. Eine wirkliche Überflutungsresistenz konnte jedoch nicht nachgewiesen werden (ABRAHAM, 1972).

Im Freiland haben also die jüngeren Individuen einer Art nach einer Überflutung die größere Überlebenschance.

Außer Imagines werden auch Larven und Puppen fortgespült. Besonders im Winter wird von den häufigen Hochwassern mit heftiger Wellenbewegung die Vegetation mit den darin überwinternden Insekten abgerissen. Der größte Teil wird in der Nähe des Deiches am Spülsaum abgelagert, etwas Material wird dagegen mit den Gezeiten verdriftet und später angespült. Aus dem angespülten Material lassen sich viele verschiedene Arten ziehen. Auch Larven und Puppen können also den Aufenthalt im Wasser überstehen. Sie sind dabei nicht nur in den Pflanzen vor dem Wasser geschützt, sondern meistens auch noch zusätzlich in den Hüllen des Wirtes.

Neben der Verdriftung durch Wasser ist auch eine zufällige Ausbreitung mit dem Wind bekannt (ABRAHAM, 1970). In Windreusen konnten flügellose Exemplare von *Meroporus graminicola* nachgewiesen werden. Sie wurden durch starken Wind vom Substrat fortgerissen und in eine 2 m über dem Boden stehende trichterförmige Reuse geblasen. Auf diese Weise werden wahrscheinlich auch geflügelte Tiere fortgeweht, bei denen dann die Unterscheidung von zufälliger und adaptiver Ausbreitung nicht mehr möglich ist.

An der Küste werden außerdem viele Insekten verschleppt, wenn für Arbeiten an Deichen und Schutzvorrichtungen Steine, Erde, Grassoden, Holz oder Reisigbündel transportiert werden. Auf diese Weise werden z. B. Binnenlandtiere an die Küste gebracht und gelangen mit dem Baumaterial auf die vorgelagerten Inseln. So konnten unter

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

Rinde von eingerammten Baumstämmen Borkenkäferlarven gesammelt werden, aus denen Eulophidae schlüpften. Eine Einbürgerung ist bei Chalcidoidea natürlich nur möglich, wenn ihre Wirte vorhanden sind oder wenn die Arten polyphag sind und Ersatzwirte finden. Eine Verschleppung von Chalcidoidea durch Wirte oder andere Tiere konnte an der Küste bislang noch nicht nachgewiesen werden.

Für die ungeflügelten Arten der Chalcidoidea sind die Verdriftung durch Wasser und Wind oder die Verschleppung durch den Menschen die einzige Möglichkeit einer Besiedelung neuer Lebensräume. Wie viele Tiere sich auf diese Weise ausbreiten, läßt sich im Augenblick noch nicht sagen.

Für die adaptive Ausbreitung von Chalcidoidea gibt es nur wenige Hinweise. Wegen der Kleinheit der Tiere ist es nicht möglich, einen ganzen Flug vom Startgebiet bis zur Landung zu verfolgen. Bei einzelnen ♀♀ wurde bei hohen Temperaturen (über 20° C) und niedrigen Windgeschwindigkeiten beobachtet, wie sie von erhöhten Gegenständen schräg aufwärts davonflogen. Ob diese Starts der Anfang von langen Ausbreitungsflügen sind, läßt sich nicht sagen, weil man die Tiere nach mindestens 4 bis 5 m aus den Augen verliert. Wärme und schwache ablandige Winde auf dem Festland führten jedoch zu einem erhöhten Einflug auf den Feuerschiffen (Heydemann, 1967; Abraham, 1970).

Die Herkunft der Tiere aus dem Feuerschiffmaterial ist unbekannt. Einige kommen mit Sicherheit aus dem Binnenland. Auf FS Elbe I waren z. B. 15 % des Fangs Torymidae (*Torymus* spp.), die an der Küste bisher nicht nachgewiesen werden konnten. Auf FS Fehmarn-Belt wurden 42 *Mesopolobus morys* gefangen, die wahrscheinlich aus Rapsfeldern kommen (Rosen, 1961).

In den Fängen sind Arten, die sich an Land dicht über dem Boden aufhalten, sehr selten. Es fehlen z. B. Ormocerini und Pirenini (Misogasterinae), die im Küstenbiotop regelmäßig vorkommen. Oder ein anderes Beispiel: Von den beiden Arten der Gattung *Asaphes* (Asaphini, Miscogasterinae) wurden auf dem FS Elbe I nur *A. vulgaris* und auf FS Fehmarn-Belt 200 *A. vulgaris* und 16 *A. suspensus* gefangen. *A. vulgaris* hält sich vorwiegend in den oberen Vegetationsschichten auf, *A. suspensus* in den unteren (Abraham, 1971). Offensichtlich haben die dicht am Boden lebenden Arten eine geringere Ausbreitungsintensität, die durch die Flügellosigkeit eines Teils der Individuen (z. B. bei *Meroporus graminicola*) weiter verringert wird.

Beim Anflug auf den Feuerschiffen zeigen die Tiere ein deutliches Suchverhalten. Sie unterscheiden deutlich zwischen gelben, blauen und roten Farbschalen. Wahrscheinlich suchen sie nach Nahrung oder Wirten. Da sich dies Verhalten sowohl auf dem 30–40 km entfernten FS Elbe I, als auch auf dem 10 km entfernten FS Fehmarn-Belt beobachten läßt, ist anzunehmen, daß die Flugstimmung der Tiere einige Zeit nach dem Start in Suchverhalten umschlägt. Da sie bei einem Flug über Land eher von Farbflecken angelockt werden können, wird ihr Flug hier entsprechend kürzer sein. Es ist jedoch noch unbekannt, wann das Suchverhalten nach dem Start einsetzt.

Die weite Strecke bis zum FS Elbe I überstehen nur wenige Individuen. Besonders die kleinen Tiere scheinen vorzeitig erschöpft zu sein. So fehlen z. B. die Arten mit weniger als 1 mm Länge, die auf FS Fehmarn-Belt durch 90 Tiere (2 Trichogrammatidae, 37 Mymaridae, 10 Aphelinidae, 40 Encyrtidae) vertreten waren. Auch innerhalb einer Art sind nach einem langen Flug wenig kleine Individuen, also kaum ♂♂ vorhanden. Das Geschlechtsverhältnis ist auf FS Elbe I sehr weit zugunsten der ♀♀ verschoben. Bei allen Chalcidoidea beträgt es 1:8 (♂:♀), bei den Pteromalidae 1:10 und von Eulophidae

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

wurden überhaupt nur ♀♀ gefangen. Auf dem nur 10 km entfernten FS Fehmarn-Belt dagegen ist der Anteil der ♂♂ etwas höher (sämtliche Chalcidoidea 1:2, Pteromalidae sogar 2:1, Eulophidae 2:9).

Die ähnlichen Ergebnisse bei Pteromalidae (ABRAHAM, 1970) und Ichneumonidae (HORSTMANN, 1970) haben zu der Feststellung geführt, daß die ♀♀ eine größere Ausbreitungsintensität haben. Der Vergleich der beiden Feuerschiffänge zeigt, daß die höhere Ausbreitungsintensität der ♀♀ durch die Fähigkeit charakterisiert ist, längere Flugstrecken durchzuhalten. Es ist dabei nicht ganz auszuschließen, daß die ♂♂ von vornherein eine schwächere Flugstimmung zeigen.

Die Bedeutung der ständigen Ausbreitung liegt in der gleichmäßigen Verbreitung aller Individuen einer Art über ihren gesamten Lebensraum. 1. wird dadurch die Koinzidenz der Parasiten und Wirte gewährleistet. 2. wird nach Störungen (Feuer, Insektizide) ein Gebiet schnell wieder besiedelt. Im Küstenbereich ist die Ausbreitungsintensität eine Prädisposition für die Existenz in dem regelmäßig überfluteten Vorland. 3. wird durch das Ein- und Auswandern der Gen-Pool vermischt, so daß Rassen- oder sogar Artbildungen durch Isolation von kleinen Populationen verhindert werden.

Werden bei der Ausbreitung biologische Grenzen überschritten, sind die Verluste sehr hoch. Auf dem Meer z. B. gehen praktisch alle Tiere verloren. Der Fang auf dem FS Fehmarn-Belt, wo innerhalb einer Woche fast 2000 Clacidoidea in einer Schale mit relativ kleiner Attraktion gefangen wurden, zeigt, wie hoch die Verluste sein können.

Eine praktische Bedeutung erhält die Ausbreitung der Chalcidoidea für den Menschen dadurch, daß eine Einbürgerung zur Bekämpfung von Schädlingen unter Umständen erfolglos bleibt, denn die freigelassenen Tiere können vom Auflassungsort abwandern. Zur Einbürgerung müßten daher Zeiten gewählt werden, in denen die Klimabedingungen die Flugstimmung nicht begünstigen. Eine weitere Bedeutung der Ausbreitung liegt darin, daß einheimische Chalcidoidea Schädlingspopulationen überall (auch in landwirtschaftlichen Nutzflächen) finden und kontrollieren können. Voraussetzung dafür ist eine dichte Verteilung von ungestörten Refugien, in denen eine möglichst reiche Biozönose existiert, von der aus sich die Parasiten ausbreiten.

Zusammenfassung

Für die Ausbreitung der Chalcidoidea bestehen an den deutschen Küsten verschiedene Möglichkeiten. Die zufällige Ausbreitung geschieht als Verdriftung mit Wasser oder Wind oder als Verschleppung durch den Menschen. Bei der Verdriftung durch das Wasser bleiben die Tiere bei 15° C nur etwa 2 Stunden lebendig. Bei 10° C halten sie z. T. 16 Stunden aus. Daher können Tiere auf kaltem Wasser mit den zweimal täglich wiederkehrenden Gezeiten an andere Stellen der Küste oder auf vorgelagerte Inseln transportiert werden. Die Verdriftung durch den Wind wurde durch den Fang von flügellosen Individuen in Windreusen nachgewiesen. Die Verschleppung durch den Menschen geschieht mit dem Transport von Baumaterial im Küstenbereich oder vom Festland auf die Inseln. Für flügellose Arten ist die Verdriftung und Verschleppung die einzige Möglichkeit der Ausbreitung.

Die adaptive Ausbreitung wurde mit Farbschalenfängen auf den Feuerschiffen Elbe I und Fehmarn-Belt nachgewiesen. Auf dem 30–40 km entfernten FS Elbe I wurden in 6 Jahren 54 Chalcidoidea (22 Pteromalidae, 22 Eulophidae, 8 Torymidae, 2 Encyrtidae) gefangen. Auf dem 10 km entfernten FS Fehmarn-Belt waren es in einer Woche 1854

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

Chalcidoidea in 7 Familien. Wenn die Tiere die Feuerschiffe erreichen, hat die Ausbreitungsstimmung nachgelassen und ist durch ein Suchverhalten ersetzt. Dabei geraten sie in die gelben Farbschalen, die sie deutlich von blauen und roten unterscheiden können. Je weiter die Flugstrecke, um so kleiner werden die Zahl der Chalcidoidea und der Anteil der kleinen Individuen und Arten. Das 10 km entfernte FS Fehmarn-Belt konnten 90 Chalcidoidea mit weniger als 1 mm Körperlänge erreichen. Auf FS Elbe I wurde kein Tier unter 1 mm nachgewiesen. Auch der kleinere Anteil der ♂♂ ist wahrscheinlich auf die im allgemeinen geringere Körpergröße zurückzuführen. Die größere Ausbreitungsintensität der ♀♀ ist nur durch größere Flugstrecken nachgewiesen und nicht durch Unterschiede im Geschlechtsverhältnis beim Start. Es wird vermutet, daß die Tiere über Land nicht so weit fliegen und daß das Suchverhalten früher beginnt.

Die biologische Bedeutung der Ausbreitung liegt 1. in der Koinzidenz von Parasiten und Wirten, 2. im Abundanzausgleich und speziell in der Wiederbesiedlung von Teilbereichen des Lebensraumes und 3. in einer Vermischung des Gen-Pool. Eine praktische Bedeutung für den Menschen erhält die Ausbreitung 1. bei der Einbürgerung von Parasiten für die biologische Schädlingsbekämpfung und 2. bei der ständigen Kontrolle von potentiellen Schädlingen durch einheimische Parasiten, die sich aus ungestörten Biotopen – auch in Kulturflächen hinein – ausbreiten.

Summary

Chalcidoidea at the German coasts disperse in different ways. Accidental dispersal results from their being spread by water, wind or man. When the insects are drifted by water of 15° C they stay alive for about 2 hours only. At a temperature of 10° C, however, some of them survive for 16 hours. During this time the tides – recurring twice a day – might carry them to other parts of the coast or to the islands close to the mainland. Wingless specimens in funnel-shaped gauze traps proved that the insects are drifted by wind, too. Man spreads them in the coastal region together with building materials or carries them to the islands. For wingless species only the 3 above mentioned ways of dispersal are possible.

Insects caught in coloured traps on the light-ships Elbe I and Fehmarn-Belt demonstrated adaptive dispersal. On Elbe I (in a distance of 30–40 km from the coast) 54 Chalcidoidea (22 Pteromalidae, 22 Eulophidae, 8 Torymidae, 2 Encyrtidae) were captured in 6 years. On Fehmarn-Belt (10 km from the coast) 1854 Chalcidoidea of 7 families flew into one trap in one week. When the insects reach the light-ships, their impulse to disperse has lessend and given way to the appetence for food or hosts. So they fly into the yellow traps which they are able to distinguish from red and blue ones. The longer the flying distance is, the smaller the number of Chalcidoidea, especially that of the small specimens and species, becomes. 90 Chalcidoidea of less than 1 mm in length could reach the light-ship Fehmarn-Belt 10 km off the coast. On Elbe I no such specimens were found. Being smaller, the males reach the light-ships less often than the females. The greater intensity of dispersal with females is due to their ability to cover a greater distance than the males. Little is known about the sex ratio at the start. Above the ground the insects probably don't fly so far as above the sea and they sooner find food or hosts.

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

For Chalcidoidea the dispersal has important results: 1. the coincidence between parasites and hosts, 2. the balance between regions with high and low abundance, and especially the re-immigration to depopulated parts of the habitat, and 3. the mixing of the gene-pool. For man the dispersal is of some practical importance: 1. for biological pest control by imported parasites, and 2. for the permanent control of potential pests by indigenous parasites which spread from undisturbed habitats – even to cultivated land.

Literatur

ABRAHAM, R. (1970): Ökologische Untersuchungen an Pteromaliden (Hym., Chalcidoidea) im Grenzraum Land – Meer an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. Oecologia (Berl.) **6**, 15–47.

— (1971): Zur Bionomie und Ökologie der Pteromalidae (Ins., Hymenoptera) an der Nordseeküste von Schleswig-Holstein. 1. Teil: Spalangiinae, Asaphinae und Panstenoninae. Faun.-Ökol. Mitt. **4**, 23–29. 2. Teil: Miscogasterinae. Faun.-Ökol. Mitt. **4**, 40–47.

— (1972): Untersuchungen zur Resistenz von Chalcidoidea und Cynipidae (Hymenoptera parasitica) gegenüber Seewasser. Oecologia (Berl.) **11**, 55–66.

GRAHAM, M. W. R. DE V. (1969): The Pteromalidae of North-Western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Ent. Suppl. **16**, 908 pp.

HEYDEMANN, B. (1967a): Die biologische Grenze Land – Meer im Bereich der Salzwiesen. Steiner, Wiesbaden 200 S.

— (1967b): Der Überflug von Insekten über Nord- und Ostsee nach Untersuchungen auf Feuerschiffen. Dtsch. ent. Z., N. F. **14**, 185–215.

— (1968): Das Freiland- und Laborexperiment zur Ökologie der Grenze Land – Meer. Verh. dtsch. Zool. Ges. Heidelberg 1967, 256–309.

HORSTMANN, K. (1970): Ökologische Untersuchungen über die Ichneumoniden (Hymenoptera) der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. Oecologia (Berl.) **4**, 29–73.

JOHNSON, C. G. (1969): Migration and Dispersal of Insects by Flight. Methuen, London, 763 pp.

KÖNIG, R. (1969): Zur Ökologie und Systematik der Braconiden von der Nordseeküste Schleswig-Holsteins (Hymenoptera, Braconidae). Diss. Kiel.

ROSEN, H. v. (1961): Zur Kenntnis des Pteromaliden-Genus Mesopolobus Westwood 1833 (Hym., Chalc.) VII. Ergänzungen und Berichtigungen zu den bisher erschienenen 6 Beiträgen. Ent. Tidskr. **82**, 1–48.

VATER, G. (1971): Ausbreitung und Wanderverhalten parasitischer Hymenopteren. Biol. Rundsch. **9**, 281–303.

Anschrift des Verfassers: Dr. Rudolf Abraham
Zoologisches Institut I, 75 Karlsruhe, Kornblumenstraße 13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen

Jahr/Year: 1971-1973

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Abraham Rudolf

Artikel/Article: Über die Bedeutung der hohen Ausbreitungsintensität bei Chalcidoidea (Hymenoptera) 335-344