t 1/11, 1967

en der palacarktischen

nnten palacarktischen ∃rückbildung mit Re-3, 30 - 36. oriidae, Fungiveridae, lean 8, 65 - 72.

i). -- Zool. Anz. 137,

ciacidae). - Entomon

Zool. Anz. 148,

mlands IU. Cylindromica 29, 5-32. æn europäischen zwei-

it verkümmerten Flü-

schlagmaßnahmen auf cari: Oribatei) nord-5, 65 + 101.

der Carabiden-Fauna tennahen Kulturland-Greifswald.

eren mit degenerierten

-Limburg, wahrschein-232 + 237.

ten Maxillarpalpen. -

and. - Not. Entomol.

u Tipulidae. — Opusc.

Enternol. Fermici 25,

. Zool. Soc. "Vanamo"

des Verfassers:

EE MOHRIG at. d. Univ. Greifswald w. Zoologie

" sld

146-Str. 15

Der Überflug von Insekten über Nord- und Ostsee nach Untersuchungen auf Feuerschiffen

Von

BERNDT HEYDEMANN

Mit 2 Tafeln und 13 Abbildungen

Eingegangen am 30. April 1966

Seit 1957 versuchen wir in der Abteilung Küstenforschung am Zoologischen Institut Kiel, die ökologischen Probleme der terrestrischen Fauna im Küstengebiet der Nord- und Ostseeküste zu bearbeiten.

Im Nordseeküstengebiet entsteht unter dem Einfluß natürlicher Sedimentation immer neues Festlandgebiet, wird unter der Einwirkung vieler Deichbaumaßnahmen unbewachsenes Watt zu jungem Kulturland ("Kögen") umgewandelt, werden unter dem Einfluß herbstlicher und winterlicher Sturmfluten zahlreiche nicht eingedeichte Inseln ("Halligen") immer wieder total überflutet ("Landunter"). Wie wandern die tierischen Organismen in die neu entstehenden Landgebiete vor und hinter dem Deich ein? Wie erfolgt die ständige Wiederbesiedlung und der ständige Nachschub für die Halligen, die regelmäßig eine besonders hohe Individueneinbuße hinnehmen müssen? Wir wissen, daß Halligen eine hohe Artenzahl an terrestrischen Organismen besitzen, die Individuendichte steht in vielen Gruppen nicht hinter der des Festlandes zurück oder ist gar größer als auf dem Festland. Die biologische Grenze Land-Meer wird ständig aktiv von vielen Insekten in Richtung Meer überflogen, wie der Farbschalenfang auf den Befestigungen im freien Watt im Bereich der Mitteltidehochwasserlinie zeigt.

An diese Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre schließen sich nun folgende Fragen an:

Wie hoch kann man den Verlust an Organismen der terrestrischen Biozönosen an der Küstenlinie einschätzen?

Wie groß ist der Überflug über das Meer?

Welche Gruppen sind daran beteiligt?

Entspricht die überfliegende Artenkombination dem Arteninventar in den Küstenbiozönosen?

Geschieht der Überflug übers Meer aktiv oder durch Verdriftung?

Welche klimatischen Faktoren beeinflussen den Überflug?

Besitzt der Überflug übers Meer größenordnungsmäßig Bedeutung für die Auffüllung der Hallig-Biozönosen?

lst der Biomasse-Verlust an den Biozönose-Grenzen ein ökologisches Problem?

Es haben bereits zahlreiche Autoren Analysen des Luftplanktons, auch über dem Meer, mit Hilfe von Flugzeugen, Fesselballonen bis in große Höhen durchgeführt (z. B. HARDY a. MILNE 1938, FREEMAN 1945, JOHNSON u. Mitarbeiter seit 1945, Duffey 1956, Taylor 1960, Southwood and Greenslade 1962). Die Ergebnisse dieser Autoren zeigen, daß die Aeroplanktonfänge mit Netzen und

a area Bridge and Beau average

Saugfallen aber vorwiegend kleine, verdriftete Formen erbringen. Wir wissen andererseits von Wanderflügen bei Insekten, daß sie auch gewisse Strecken übers Meer führen können (Williams 1957) oder daß größere Insekten nach weiten Flügen übers Meer wieder — vielfach lebend — an Land gespült werden (Palmén 1944, anemohydrochore Verbreitung bei Insekten).

Wie lassen sich die größeren, mehr oder minder aktiv fliegenden Formen über dem Meer erfassen?

Wir haben seit 1959 auf Feuerschiffen der Nord- und Ostsee unter Mithilfe der Kapitäne und Mannschaften*) Farbschalen postiert (Farben: gelb. blau. rot, grün, Größe: 20×20 cm Grundfläche, Höhe: 10 cm). Die Farbschalen sollten statistisch vergleichbar die anfliegenden Insekten registrieren. Das unterschiedliche Befliegen verschiedener Farben sollte Aufschluß über ihren "physiologischen Zustand" geben, in dem sie sich nach längerem Flug über dem Meer befinden. Die Farbschalen wurden alle 14 Tage auf allen Feuerschiffen zur gleichen Zeit gewechselt und gleichzeitig mehrmals täglich die klimatischen Bedingungen notiert. Hier möchte ich vor allen Dingen über einen 14-tägigen Einsatz von zwei Mitarbeitern, Herrn cand. rer. nat. GERD WEIGMANN und Herrn stud. rer. nat. Wulf Greve, auf dem Feuerschiff "Kiel I" und dem Feuerschiff "Elbe I" vom 3. August bis 16. August 1965 berichten. Beiden Mitarbeitern sei auch hier bestens für ihren Einsatz gedankt. In dieser Zeit erfolgte die Farbschalenentleerung während der hellen Tageszeit alle zwei Stunden synchron auf beiden Feuerschiffen. Gleichzeitig wurden alle zwei Stunden folgende klimatische Werte gemessen: Temperatur, Windstärke, Windrichtung, Niederschlag, relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer, Lichtstärke (im Zenit und maximale), Luftdruck. Hier kann ich aus den Befunden nur einige zusammenfassende Ergebnisse mitteilen.

Untersuchungsorte, Methodik

Das Feuerschiff "Elbe I" liegt 30 km von der nächsten Festlandküste (bei Cuxhaven) in der Nordsee, das Feuerschiff "Kiel" in der Kieler Bucht 6 km von der nächsten Küste bei Bülk und das Feuerschiff "Fehmarn-Belt" 10 km von der nächsten Küste der Insel Fehmarn und etwa 10 km von der dänischen Insel Laaland entfernt (vgl. Abb. 1). Normalerweise wurden 2 bis 3 Gelbschalen und 1 Blauschale aufgestellt. Von den Gelbschalen eine Tag und Nacht, eine nur am Tage, eine nur in der Nacht und die Blauschale Tag und Nacht. Während des 14tägigen Einsatzes mit 2-stündlicher Sonderung der Fänge wurden 3 bzw. 6 Gelbschalen und 1 Blauschale an verschiedenen Stellen des Schiffes postiert. Nach Möglichkeit wurden windgeschützte Positionen ausgesucht, um ein gezieltes Anfliegen der Insekten zu ermöglichen. Windgeschützte Positionen sind natürlich zumeist nicht so frei sichtbar wie die allseitig exponierten Standorte. Eine im Verhältnis zur Hauptanflugrichtung günstigste Position auf einem Feuerschiff gibt es nicht, da sich das Schiff ständig etwas um seine Längsachse dreht.

edustrugnohtungen der Inselten Swillbertug über die Feverschiffe Weinerd und Ostsee

NORDSEE

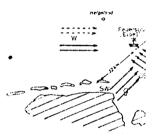


Abb. I. Hauptflugrichtu

Fast alle flugfähigen in den Fängen vertrete ca. 300 Arten, die bislwürde.

Interessant ist aber, nehmlieh zu den Fliege sitiea mit Iehneumonie ebenso Lepidoptera und

Vertreter folgender I zen (die unterstrichener eine dominierende Rolle

> Aniset Mycet-Tipulic Limno Psycho Culicid

^{*)} Den Kapitänen und Mannschaften der Feuerschiffe "Elbe I" (hier besonders Herrn Cörlt), "Kiel" (hier besonders die Kapitäne Heidemann, Bathy, Jensen und Rusch) und "Fehmarn-Belt" (hier besonders die Kapitäne Allwardt, Eigenbrodt) sei auch hier für ihre stete sorgfältige Hilfsbereitschaft herzlich gedankt. Ebenfalls danke ich der Wasser- u. Schiffahrtsdirektion (Herrn Präsidenten Dr. Lorenzen) und dem Wasser- und Schiffahrtsamt Cuxhaven für die Genehmigung eines 14tägigen Aufenthalts auf den Feuerschiffen.

B. HEYDEMANN, Überflug von Insekten über Nord- und Ostsee

bringen. Wir wissen

ft I/II, 1967

ewisse Strecken übers Insekten nach weiten gespült werden (PAL-

v fliegenden Formen

Ostsee unter Mithilfe (Farben: gelb, blau, n). Die Farbschalen en registrieren. Das Aufschluß über ihren igerem Flug über dem if allen Feuerschiffen glich die klimatischen über einen 14-tägigen LERD WEIGMANN und ff "Kiel I" und dem erichten. Beiden Mit-In dieser Zeit erfolgte dle zwei Stunden syn-:wei \$tunden folgende Vindrichtung, Niederitstärke (im Zenit und nur cinige zusammen-

Fistlandküste (bei Cuxcht 6 km von der nächlise Laaland entfernt
Blauschale aufgestellt.

The nur in der Nacht
stze mit 2-stündlicher
siele an verschiedenen
tzte Positionen ausliseitig exponierten
Position auf einem
Längsachse dreht.

(hier besonders BATHY, JENSEN MARDT, EIGEN-MARDT, EIGEN-MIZIICH gedankt Präsidenten Dr. Miziich geines

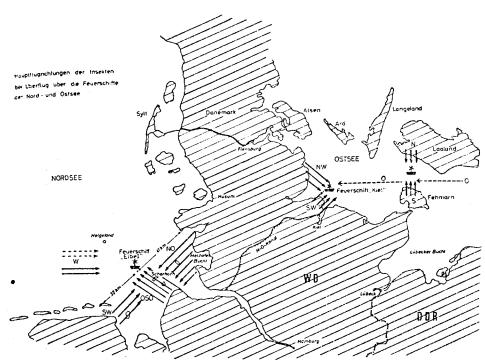


Abb. 1. Hauptflugrichtungen der Insekten bei dem Überflug über die Feuerschiffe der Nord- und Ostsee

Zusammensetzung der Fänge

Fast alle flugfähigen Insektenordnungen des nordwestdeutschen Gebietes sind in den Fängen vertreten. Es führt an dieser Stelle zu weit, wenn hier über die ca. 300 Arten, die bisher festgestellt wurden, eine genaue Artenliste gegeben würde.

Interessant ist aber, daß ca. 90% zu den Dipteren gehören, und zwar vornehmlich zu den Fliegen. Bei den übrigen 10% spielen die Hymenoptera parasitica mit Ichneumonidae, Braconidae und Chalcidoidea eine gewisse Rolle, ebenso Lepidoptera und Coleoptera.

Vertreter folgender Dipterenfamilien wurden bisher auf Feuerschiffen gefangen (die unterstrichenen Familien spielen quantitativ in den Feuerschiffängen eine dominierende Rolle):

Nematocera:

Anisopodidae Mycetophilidae Tipulidae Limnobiidae Psychodidae Culicidae Simuliidae Chironomidae Ceratopogonidae Scatopsidae Sciaridae Cecidomyidae

Tabelle 1

Die in 15-35 km über dem Meer aktiv fliegenden Schwebfliegen (Syrphidae) im Vergleich von Fängen in Gelbschalen mit Tag-und Nachtfangsonderung und in Blauschalen auf den Feuerschiffen "Kiel" und "Fehmarn-Belt" in der Ostsee (17-25 km von der Küste entfernt) und dem Feuerschiff "Elbe I" (in der Nordsee, ca. 30 km von der Küste entfernt) in einem dreiwöchigen Zeit-abschnitt im Juli/August 1963

(Im Salzwiesen-Vorland der Nordseeküste häufiger auftretende Syrphidae sind unterstrichen)

Gesantzahl		255 đ 252 q	9 4 4 4	10 ch	84 उ 81 क	6 đ 14 p	4 0 4 7	31 đ
Fenerschiff "Elbe I"	Blau- schale Tag+ Nacht	I	1			1	ı	1
	Gelb- Blau-schale schale Nacht Tag+	O+ 		ı	o	1	1	4 3
	Gelb- schale Tag	1 4 1 4	1		01 44 40 0+	ı	I	0+
Feuerschiff ,,Fehmarn-Belt"	Blau- schale Tag+ Nacht	40 đ	1 \$	1	9 đ 10 ♀	ф Г	8 to dt	113
	Gelb- schale Nacht	1	ı	i	1	1	1	1
	Gelb- schale Tag	182 3 181 9	9 đ 1 ¢		57 đ 62 q	6 đ 11 ♀	61 Ot	50 ct
Feuerschiff "Kicl"	Blau- schale Tag+ Nacht	1 1	ı	1	! !	1	1	1
	Gelb- schale Nacht	2 4 4	ı	I	1 1	ı	I	1
	Gelb- schalo Tag	30 đ 37 Q	63 O+	- 8 + 0 + 0	163 49	6 3 O÷	60 CH	7 &
		$Epistrophe\ balteata\ ({ m Dec.})$	Platychirus manicatus (ME1G.)	Platychirus scambus STAEG.	Platychirus albimanus (F.)	Platychirus clypeatus (ME10.)	Platychirus peltatus (MEIG.)	Melanostoma mellinum (L.)

19 - 29		6 6 8 I	
o+ 	1 3	f0	47.4
l	1	1	
ı	ı	7 ð 11 ş	107.4
1	1	I	
l	Į	•	
1	1	1 °	24.3
Melanostoma scalare (F.)	Melanostoma ambiguam (FAL.)	Lasiapticus pyrastri (L.)	Syrphus corollae WAB.

۲٥ -

I

;

1

1 d 3 d 912

1

1 1

Eristalispertinax (Scop.)

Syritta pipiens (L..)

183

Gesantindividuenzahl 15. 7. – 8. 8. 63

1 ç 256

1388 (619 &, 769 9)

В.	HEYDEMANN,	Überflug	von	Insekten	über	Nord-	\mathbf{und}	Ostsee
----	------------	----------	-----	----------	------	-------	----------------	--------

11.17	11, 190		•			!		. 1					!!				
fo 64 €0 64 60 160	6.4 4.4	4 to 0+	31 G 3 P			93 0+	ો જે	9 đ 12 q	183 ਨੇ 343 ଦ	12 đ 24 q	ස 4 වරා	1 đ	23	13 44	63 54	6 4 4 4	
	ı							I	100+	1	!		l	1	O+		
0+	ı	. 1	4 0	5		O+	1	1				4 4		!		1	
21 4 60 0+			0+			I	1		4 83 20 04		-			1	€ 0 0+		
9 G	† 1	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	11 3		7	ŏ [13	13	47 đ 91 q	1 G	1	1 4	13	1	13	ı	
i	i		!	•	de la companya de la	ı	ı			1	-	l	ı	1			-
57 đ 62 p	6 d	\$ 5 \$	10 0+ 00 01			l	1	7 đ 11 q	107 đ 210 q	11 ở 22 ♀	2 63 40 04	4	13	1 2 4 4	↔	14 3	
i I	1				(8)	I	ı	1		l		1				1	
11	-							ı	1 \$	1	t	1	1		1		
16 o.	21 0+	୍ଟର ତା ବାରୀ	7 3			l		₩	24 ở 37 ♀	ı	1 c	1 4		2 ♀	64 64 64 64	2 đ	
Platychirus albimanus $(F.)$	Platychirus elypontus (MEIG.)	Platychirus peltatus (Meta.)	Melanostoma mellinum (L.)	٠		Melanostoma scalare (F.)	Melanostoma ambiguum (FAL.)	Lasiopticus pyrastri (L.)	Syrphus corollae FAB.	Syrphus ribesii (L.)	Syrphus mtripennis (MEIG.)	Sphaerophoria scripta (L.)	Sphaerophoria menthastri (L.)	Sphaerophoria rueppelli (WIED.)	Tubijera pendula (L.)	Eristalis arbustorum (L.)	

ft I/II, 1967

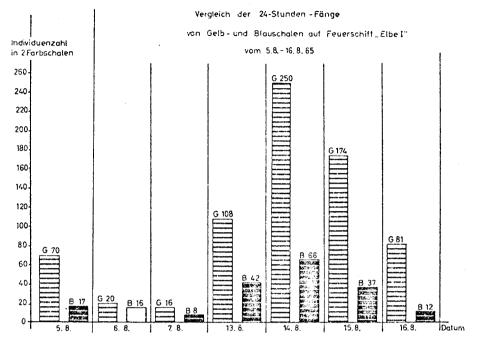


Abb. 2. Vergleich von 24-Stundenfängen von Gelb- und Blauschalen an 7 Tagen auf Feuerschiff "Elbe I" im August 1965

den Individuen, die pro $400~\rm cm^2$ Schiffsfläche ($20\times20~\rm cm$ Schale) niedergehen. Insofern ist die Differenz zwischen Gelb- und Blauschalen dann viel geringer als an richtigen Flugtagen.

Quantität der Fänge

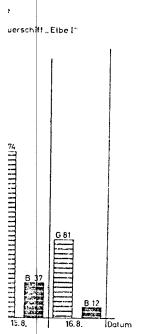
Die durchschnittliche Individuenmenge pro Gelbschale und Tag betrug auf Feuerschiff "Elbe I" vom 3. August bis 16. August 1965–28 Individuen, auf dem Feuerschiff "Kiel" 33 Individuen, war also auf beiden Feuerschiffen ausgesprochen ähnlich. Der Gesamtfang auf beiden Schiffen betrug in dieser Zeit 3765 Individuen, höchster Tagesfang in 6 Schalen zusammen 750 Individuen am 14. August auf "Elbe I", also pro Gelbschale durchschnittlich 125 Individuen. Der höchste Fang auf Feuerschiff "Kiel" betrug in 3 Gelbschalen 357 Individuen, und zwar am 10. August 1965, also durchschnittlich pro Gelbschale 120 Individuen. Hier liegen die Fänge auf den beiden Feuerschiffen also ausgesprochen ähnlich, obwohl die Einflugmaxima zumeist durchaus an verschiedenen Tagen lagen (vgl. Abb. 3).

Abhängigkeit des Überfluges von der Windrichtung

Alle Beobachtungen des Überfluges von Insekten übers Meer aus früheren Jahren sprachen dafür, daß der Überflug von Insekten übers Meer von der Windrichtung wesentlich mit abhängig ist. Während das eigentliche Wandern z. B. von Schmetterlingen sehr häufig gegen die Windrichtung vor sich geht (vgl. u. a. Schütte 1965), geschieht das aktive Überfliegen der hier untersuchten

* Windgeschwindgkeit Individuenzabli Fecerschiff rei Luftieuchtigkeil

13"



ischalen an 7 Tagen auf

3 Schale) niedergehen. len dann viel geringer

e und Tag betrug auf viö 28 Individuen, auf den Feuerschiffen ausn betrug in dieser Zeit mmen 750 Individuen hschnittlich 125 Inditrug in 3 Gelbschalen hschnittlich pro Gelbcen Feuerschiffen also urchaus an ver-

big blung

eer aus früheren 18 Meer von der Etliche Wandern 22 vor sich geht er untersuchten

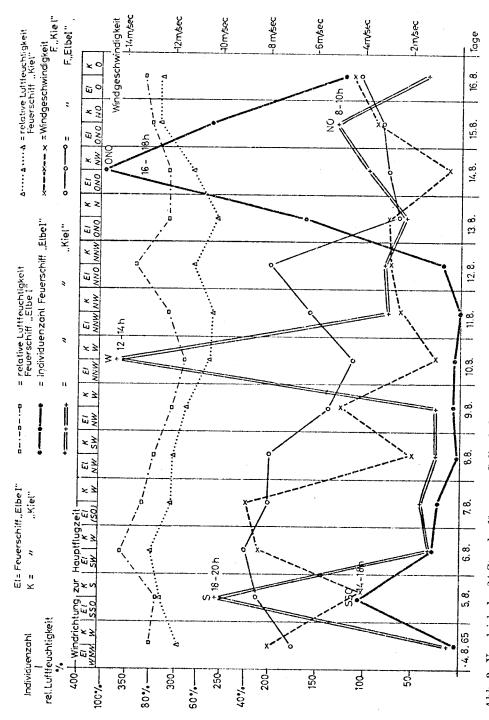


Abb. 3. Vergleich der 24-Stundenfänge aus Gelbschalen vom Feuerschiff,, Elbe I" und Feuerschiff,, Kiel" vom 4.8.—16.8. 1965 im Vorgleich mit den täglichen Durchschnittswerten der Windgeschwindigkeiten, der Windrichtung und der relativen Luftfeuchtigkeit. An en Maximalwerten der Fänge sind Windrichtung und Tageszeit vermerkt. Individuenzahlen bezogen auf jeweils 3 Gelbschalen)

to the same flames, in the contract the contract the contract the contract the contract to the

- Man A. MARA - Berthalftententelter Special - Man Schriftenter (1977) 「Parpers (1978) - Man Oferger (1978) 「通行機会」(1978)

Insektengruppen in der Regel mit dem Wind. In Abb. 3 sind die Überflugs. maxima u. a. mit den jeweils vorhandenen Windrichtungen an den einzelnen Tagen verglichen. Auf dem Feuerschiff "Elbe I" treten bedeutende Überflüge nur in Erscheinung, wenn der Wind zwischen NO-O-SO weht, das heißt, wenn der Wind vom schleswig-holsteinischen oder niedersächsischen Festland her. überweht. Die untersuchten Arten benötigen also für den Überflug größtenteils Windunterstützung. Auf dem Feuerschiff "Kiel" dagegen treten Maxima auf bei Wind zwischen NW-SW-S, also ebenfalls bei vom Festland her wehendem Wind.

Die Windrichtung über Land und See ändert sich häufig im Tagesablauf. In. folgedessen ändern sich auch die Überflugsrichtungen im Ablauf eines Tages (vgl. Abb. 4). Da sich die Windrichtung über Land und See oft nicht entspricht, ist die Abflugsrichtung von den Startplätzen auf dem Festland vielfach eine

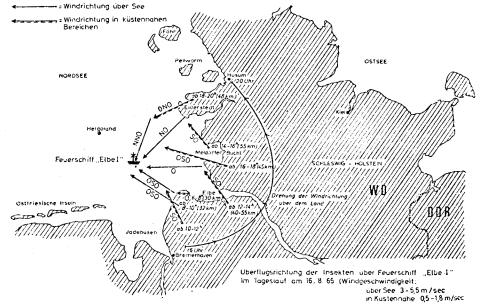


Abb. 4. Wechsel der Überflugsrichtung der Insekten im Tagesablauf in Übereinstimmung mit dem Drehen des Windes (bei Feuerschiff "Elbe I") am 16. 8. 1965 als Beispielstag. Eingetragen sind die Unterschiede der Windrichtung am Land und über See bei Feuerschiff "Elbe I"

andere als die Ankunftsrichtung über dem Feuerschiff. Durch Ermittlung der Windrichtungen im Tagesablauf über dem Festland und der See lassen sich auch in diesen Fällen ungefähre Angaben über die geographische Herkunft der überfliegenden Formen treffen (vgl. Abb. 4). Wechselt die Windrichtung im Ablauf eines Tages, so läßt sich sehr schön die Abhängigkeit der Überflugsintensität in ihrem Bezug zur Überflugsweite der einzelnen Flugrichtungen sehen (vgl. Abb. 5). Am 15. August 1965 fand der intensivste Überflug zu der Tageszeit (8 bis 10 Uhr) statt, als mit SO der Wind aus einer Richtung wehte, in der das Feuerschiff "Elbe I" dem Festland am nächsten liegt. Die Abb. 5 zeigt daß bei drehendem Wind sowohl aus der Elbmündung (von 12 bis 14 Uhr) als

Southerner inger

Abb. 5. Die Cherfungst Windrichtung und der Shivits vom 15, 8, 1965, ke de

Abhäng

Der Umfang der Spieleren Windgeschwind mit neringt sie starte belenfürz durch die Literen aktiven Fliege viereit der genannte wird der genannte von Windgeschwind: ihr ein viertägiger sitter ich sehwindigkeit

197

[eft I/II, 1967

. 3 sind die Überflugsngen an den einzelnen
bedeutende Überflüge
weht, das heißt, wenn
hsischen Festland hern Überflug größtenteils
zen treten Maxima auf
estland her wehendem

fig im Tagesablauf. Inim Ablauf eines Tages ee oft nicht entspricht, Festland vielfach eine



n über Feuerschiff "Elbe I" ndgeschwindigkeit über See 3 - 5,5 m / sec in Kustennahe 0,5 - 1,8 m/sec

fagesablauf in Übereinbe I") am 16. 8. 1965 als itung am Land und über

Durch Ermittlung der de der See lassen sich aphische Herkunft der die Windrichtung im ligkeit der Überflugsflugrichtungen sehen rflug zu der Tagestung wehte, in der Die Abb. 5 zeigt, 12 bis 14 Uhr) als

auch aus Richtung Eiderstedt (von 14 bis 18 Uhr) je weniger Insekten am Feuerschiff einfliegen, desto größer die Entfernung zum Festland ist. Dabei ist im Durchschnitt der Tage zur Nachmittagszeit ein viel größerer Überflug zu beobachten als vormittags, so daß aus diesen Befunden keine Bevorzugung der Vormittagsstunden für den Überflug ableitbar ist.

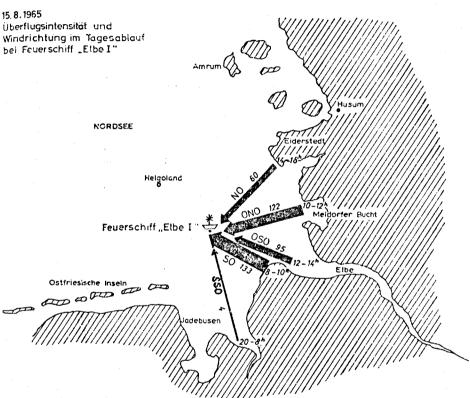


Abb. 5. Die Überflugsintensität bei Feuerschiff "Elbe I" in Abhängigkeit von der Windrichtung und der jeweiligen Entfernung zum Festland am Beispiel des Tagesablaufs vom 15. 8. 1965. Die Pfeile sind mit den Individuenzahlen versehen. Die Stärke der Pfeile entspricht der Überflugsintensität

Abhängigkeit des Überfluges von der Windstärke

Der Umfang der Spinnenverbreitung ist u. a. nach den Untersuchungen von Freeman (1946) wesentlich von der Windstärke abhängig; bei niedrigen und bei hohen Windgeschwindigkeiten ist die Individuendichte der Spinnen in der Luft sehr gering; sie starten vornehmlich bei mittlerer Windgeschwindigkeit zum Fadenflug durch die Luft. Wie verhält sich die Situation nun bei den mehr oder minder aktiven Fliegern? Aus Abb. 3 wird deutlich, daß nur in einem Fall während der genannten Untersuchungszeit ein mittelstarker Überflug bei höherer Windgeschwindigkeit (8 m/sec) über der Nordsee stattfand (5. 8.), daß aber ein viertägiger starker Überflug vom 13. 8. bis zum 16. 8. bei niedriger Windgeschwindigkeit zwischen 2,5 und 4 m/see vor sieh ging. Über der Ostsee

liegen sämtliche Überflugsmaxima in der Zeit vom 4.8.-16.8.65 dort, wo die Windkurve ein Minimum aufweist, also zwischen 1 m/sec und 4 m/sec.

Im Gegensatz zu den Formen, die verdriftet werden (vgl. auch die zahlreichen Arbeiten, die Johnson in seinem Sammelreferat 1966 anführt), steigt bei den durch Farbschalen erfaßbaren Arten die Flugdichte proportional mit der Abnahme des Windes.

Auch wenn man die Überflugsaktivität mit dem Verlauf der Windstärkenkurve am Feuerschiff "Elbe I" in der stündlichen Veränderung im Ablauf eines

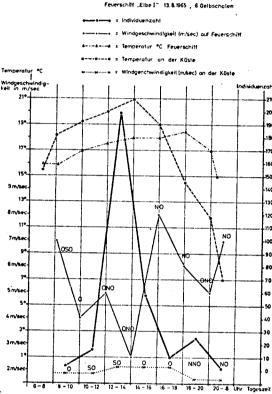


Abb. 6. Der Tagesablauf des Überflugs der Insekten bei Feuerschiff "Elbe I" am 13. 8. 1965 imVergleich mit der Windgeschwindigkeit und dem Temperaturverlauf am Feuerschiff und an der nahegelegenen Festlandküste (Meldorfer Bucht)

Tages betrachtet, ergibt sich in den meisten Fällen eine deutliche Abhängigkeit hoher Individuendichte von niedriger Windgeschwindigkeit. Am 13. Aug. baute sich beispielsweise über dem Feuerschiff "Elbe I" von 11 Uhr bis 15 Uhr eine hohe Flugaktivität auf. Sie lag genau im Minimum der Windgeschwindigkeit von 2,5—4 m/sec, während morgens um 8 Uhr 7 m/sec Wind wehte und nachmittags um 16 Uhr der Wind auch wieder bereits auf 8 m/sec auffrischte (vgl. Abb. 6). Am 10. August lag die Situation auf F. S. "Elbe I" ganz ähnlich: In dem Moment, da die Windgeschwindigkeit am Nachmittag ab 15 Uhr auf 6 bis 7 m/sec von 14 Uhr mit 3,6 m/sec anstieg, fiel die Individuendichte in der Luft schnell auf viel niedrigere Werte zurück (vgl. Abb. 7).

Aus dieser Abbild, wesentlich von der t geschwindigkeit und "Kiel" nur ein minin Maximum fiel dann sammen.

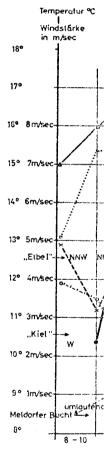


Abb. 7. Der Tagesable schiff "Elbe I" und Fe und der

16. 8 65 dort, wo die and 4 m/sec. auch die zahlreichen ührt), steigt bei den ortional mit der Ab-

uf der Windstärkenrung im Ablauf eines

duenzah
- 216
- 200
- 190
- 185
- 170
- 160
- 50
- 140
- 130
- 120
- 110
- 100
- 90
- 80
- 70
- 60
- 50
- 40
- 30
- 20
- 10
- 0

hiff "Elbe I" am 13. 8. raturverlauf am Feuererfer Bucht)

tliche Abhängigkeit
Am 13. Aug. baute
hr bis 15 Uhr eine
hadgeschwindigkeit
wehte und nachauffrischte (vgl.
ganz ähnlich: In
15 Uhr auf 6 bis
tichte in der Luft

Aus dieser Abbildung geht auch wieder hervor, daß der Überflug übers Meer wesentlich von der Windgeschwindigkeit abhängt, da trotz niedrigster Windgeschwindigkeit und höherer Temperatur als bei F. S. "Elbe I" über dem F. S. "Kiel" nur ein minimaler Überflug zu beobachten war. Aber das vorhandene Maximum fiel dann doch noch mit dem Minimum der Windgeschwindigkeit zusammen.

10,8,1965 Feuerschiff "Elbe I"



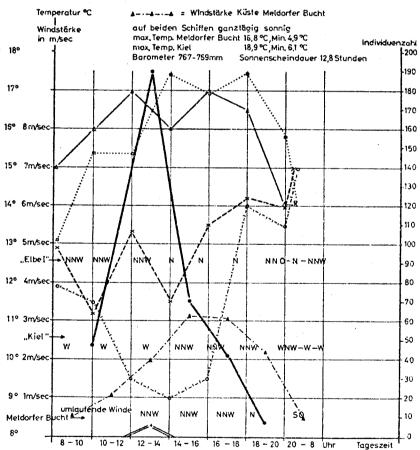
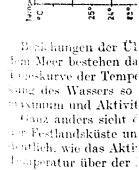
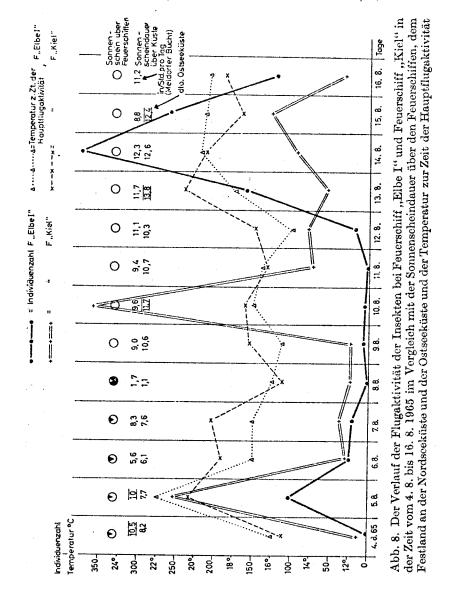


Abb. 7. Der Tagesablauf des Insektenüberfluges nach 2-Stundenfängen auf Feuerschiff "Elbe I" und Feuerschiff "Kiel" im Vergleich des Verlaufs der Temperaturen und der Windstärke (Fänge aus jeweils 3 Gelbschalen)

B. Hagas

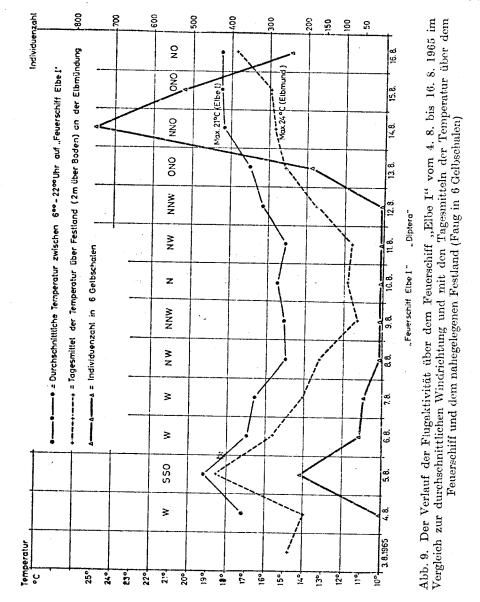




Die Abhängigkeit des Überfluges von der Temperatur

Neben Windrichtung und Windstärke hängt der Überflug auch von der Temperatur ab. Diese Beziehung läßt sich so fassen: Bei Aktivitäts-Maxima herrschten stets überdurchschnittliche Temperaturmittel an dem betreffenden Tage: umgekehrt ist bei höheren Temperaturmitteln über dem Meer durchaus nicht immer ein hoher Überflug ausgeprägt. Nach Abb. 8 lagen die Aktivitäts-Maxima während der Untersuchungszeit vom 4. 8. bis 16. 8. 65 am 5. 8., 10. 8. (nur F.S. ,,Kiel") und 13. bis 16. 8. An allen diesen Tagen wich das tägliche Temperaturmittel deutlich nach oben von der Norm ab.

16. 8.



mperatur

g auch von der Temtäts-Maxima herrscha hetreffenden Tage; Meer durchaus nicht die Aktivitätsam 5. 8., 10. 8.

Abb. 8. Der Verlauf der Flugaktivität der Insekten bei Feuerschiff "Elbe I" und Feuerschiff "Kiel" in der Zeit vom 4. 8. bis 16. 8. 1965 im Vergleich mit der Sonnenscheindauer über den Feuerschiffen, dem Festland an der Nordsecküste und der Ostsecküste und der Temperatur zur Zeit der Hauptflugaktivität

Beziehungen der Überflugsaktivität zum Tagesgang der Temperaturen über dem Meer bestehen dagegen kaum, wie aus den Abb. 6, 7, 10 hervorgeht. Die Tageskurve der Temperatur über dem Meer ist infolge der ausgleichenden Wirkung des Wassers so flach, daß kaum Übereinstimmungen von Temperaturmaximum und Aktivitätsmaximum ablesbar sind.

Ganz anders sieht die Beziehung zwischen täglichem Temperaturgang über der Festlandsküste und der Flugaktivität über dem Meer aus. Hier sieht man deutlich, wie das Aktivitätsmaximum über dem Meer in den Zeitraum höchster Temperatur über der Festlandsküste hineinfällt (vgl. Abb. 6, 10). Mit anderen

Worten: Die Startintensität der Insekten hängt wesentlich von den Temperaturen über der Festlandsküste ab, davon ist der tageszeitliche Verlauf des Überflugs übers Meer mit abhängig. Die normalerweise während des ganzen Tages sehr gleichmäßigen Temperaturen über dem Meer können dann nicht auf die Landaktivität der Insekten über dem Meer einwirken.

Zeigt sich der Temperaturgang aber ausnahmsweise auch einmal über dem Meer mit starken Schwankungen, kann das auch seinen Einfluß auf die Anflugs.

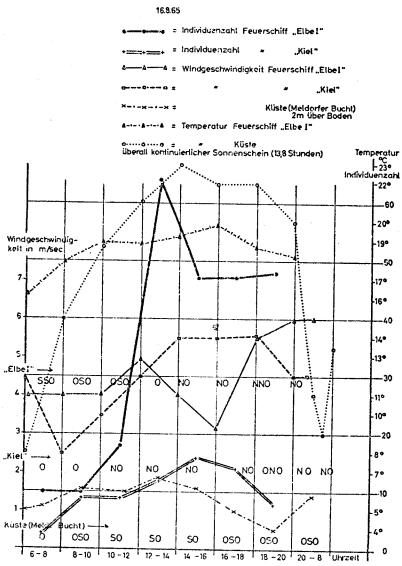


Abb. 10. Der Tagesgang der Flugaktivität über Feuerschiff "Elbe I" und Feuerschiff "Kiel" am 16. 8. 65 im Vergleich mit den Tageskurven von Windgeschwindigkeit und Temperatur (Fang jeweils in 3 Gelbschalen)

mod Landeaktivität d Windrichtung bleibt a stärke. Damit zeigte Temperaturen begüns

Sehr temperaturabh Meer. Meist sind die

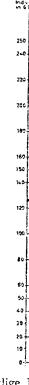


Abb. 11. Zweistündige 1 Vergleich mit d

wohl nur per Zufall du aber doch in klarer Re fogiger als die Tagfäng deutlich in den Nächte

Sonstige kli

Für den Vergleich de eeven, daß in beiden l Umweltfaktoren gleich

a) Niederschlag u samten Gebiet praktisc oft I/II, 1967

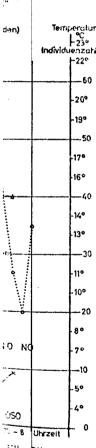
ch von den Temperaiche Verlauf des Überend des ganzen Tages m dann nicht auf die

uch einmal über dem nfluß auf die Anflugs-

ol"

If "Elbel"

"Kiel"



Elbe I" und Feuerschiff Windgeschwindigkeit

und Landeaktivität den Farbschalen gegenüber haben, wie Abb. 11 zeigt. Die Windrichtung bleibt an diesem Tage weitgehend gleichartig, ebenso die Windstärke. Damit zeigte sich, daß die Landeaktivität offensichtlich von höheren Temperaturen begünstigt wird.

Sehr temperaturabhängig ist augenscheinlich die Nachtflugaktivität über dem Meer. Meist sind die Fänge nachtaktiver Insekten in Farbschalen (in die sie

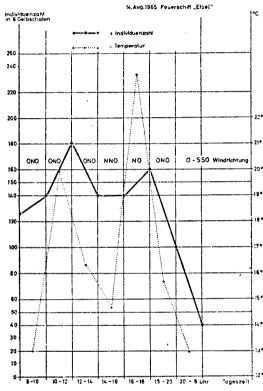


Abb. 11. Zweistündige Farbschalenfänge auf Feuerschiff "Elbe I" am 14. 8. 65 im Vergleich mit den Tageskurfven von Temperatur und Windrichtung

wohl nur per Zufall durch Herabfallen von "Licht" des Feuerschiffes geraten, aber doch in klarer Relation zur Anflug-Quantität) natürlich sehr viel geringfügiger als die Tagfänge (vgl. Tab. 2). Die Maxima der Nachtfänge liegen ganz deutlich in den Nächten mit relativ hoher Temperatur.

Sonstige klimatische Faktoren mit eventuellem Einfluß auf den Überflug

Für den Vergleich der Feuerschiffänge über Nord- und Ostsee kam uns entgegen, daß in beiden Regionen während der Einsatzperiode zwei wesentliche Umweltfaktoren gleich ausgeprägt waren:

a) Niederschlag und Sonnenscheindauer. An Niederschlag fiel im gesamten Gebiet praktisch keine meßbare Menge. Die Sonnenscheindauer war an

Das positive Ergebnis ist eine hohe "Koinzidenz im Raum" mit neuen Lebensstätten. Die Individueneinbuße terrestrischer Biozönosen ist naturgemäß an der biologischen Grenze Land-Meer am höchsten. Ein wesentlicher Adauta. tionsfaktor für die Besiedlung dieser Gebiete wird deutlich: der Populations. verlust muß durch eine hohe Reproduktionsrate ausgeglichen werden können, Für Araneae und Coleoptera der Nordseeküste wurde diese hohe Reproduktions. rate bereits nachgewiesen (HEYDEMANN 1960 u. 1962).

Wie groß kann man den Verlust an Insekten durch Überfliegen des Meeres und Verdriftung etwa einschätzen?

Durchschnittlicher Fang im Juli/August pro Tag und Gelbschale 20 × 20 cm auf Feuerschiff "Elbe I"

Einzugsbereich für eine Farbschale (nach Untersuchungen in Abschirmquadraten) etwa

Ein Meeresküstenabschnitt von 30 km Breite und 250 km Länge (deutsche Nordseeküste) entspricht einer Fläche von 30 Individuen

 50 m^2

 $7500 \, \mathrm{gkm}$ 7,5 Milliarden m²

Damit würden auf einem 30 km breiten Küstenstreifen im Hochsommer ca. 4,5 Milliarden Insekten pro Tag niedergehen. Bei angenommenem Durchschnittgewicht von 1 mg (was sehr niedrig liegt) ergäbe das eine Biomasse von 4500 kg, umgerechnet auf die gesamte Zeit Juli und August = 270000 kg. Diese Schätzungen können und wollen natürlich nur einen Begriff von der Größenordnung der verlorenen Biomasse über dem 30 km breiten Küstenstreifen des Meeres geben, wobei hier nur die aktiv fliegenden, größeren Formen erfaßt sind und nicht oder kaum die verdrifteten. Diese Biomasse muß zu einem erheblichen Teil von den küstennahen Biozönosen aufgebracht werden und ist der Tribut für die Verbreitungsaktivität zahlreicher Arten.

Das positive Ergebnis dieser Aktivität wird augenfällig, wenn man die jährliche schnelle Wiederbesiedlung der uneingedeichten Halligen der Nordsee betrachtet. Nach häufigen totalen Überflutungen im Winter tauchen hier im Sommer immer wieder zahlreiche Arten auf, die hier mit Sicherheit nicht dauernd existent sein können. Dabei kann dann die Besiedlungsdichte der Salzwiesen der Halligen höher liegen als die der entsprechenden Biotope an der Festlandsküste (vgl. Heydemann 1966).

Horstmann (1965) gibt zum Beispiel die Zahl der indigenen Ichneumonidae für Hallig Habel mit 25, aber die Zahl der ständig neu anfliegenden, nicht indigenen Ichneumonidae-Arten mit 51 an. Gleichzeitig weist er nach, daß durch diese große Flugaktivität der Ichneumoniden-Weibehen (die zumeist schon befruchtet sind) viele dieser parasitischen Schlupfwespen-Arten schon vor ihren Wirten in den jungen, neu entstehenden Biotopen (z. B. von Meerwasser nach der Eindeichung freiwerdenden jungen Kögen) auftauchen. Auf diese Weisist eine hohe Anhebung der "zeitlichen Koinzidenz" Wirt-Parasit in neuen Lebensräumen der Küstenregion (Köge, Halligen usw.) gewährleistet.

Zusammenfassung

Die Erscheinung aktiven Überflugs über das Meer bis mindestens $30~\mathrm{km}$ Entfernung von der Küste wurde für mehrere Hundert Insektenarten mit Hilfe von Farbschälen auf Feuerschiffen der Nord- und Ostsee nachgewiesen. Diese Arten zeigen über dem Meer Farbwahlvermögen oder reagieren auf Helligkeitskontraste durch Anflug. Gelb

a selon. Darunter ist e garş der Fänge übern person, obwohl viele : on Arten stammt auc

and Blaceword in ähnlic

nor Kuste, Vorherrsel

y gemeter von über 30. especialitäber dem M

Lee Zusammensetzm ach deutlich von Fäng www.passav verdrifteter

Der Cherflug der 1 Maximum des Cherflug tas Festland am nächst Vot diese Weise herrs Star Osts and Nordse term on der schleswigtrong ablandig, wenn er Faktor ist die Windstär Derthag (ein wesentlic dress a such Cherflugsn Your endur wirkt sich & mg meht mehr deutlic ad zur Lichthelligkeit zwiaanzen feststellen. Farischalen viel niedri: the thoms ausgeprägt w

Die Hauptmasse der Zone über dem Meer. 🕾 Act oder Gruppe zu (2 (38 m) Fenerschiff-M

Desterrestrischen G se vontensität vieler Ar wit Fortschwemmen). man in 30 km. Meereski wavegend aktiv fliege comfers hohe Reprober positive Effekt liegt and and unmer wieder engadenerse oft frula Ersiest Wirt).

Frank E (1956); Acre 85 - 111.

(3) (N. J. A. (1945); and population o 178 154.

Cost one, P. J. M. C. i proporaj Ent. ex start, J. C. and Miles committee experiment n' mit neuen Lebensn ist naturgemäß an wesentlicher Adaptaich: der Populationsenen werden können, hohe Reproduktions-

berfliegen des Meeres

30 Individuen

 $50 \mathrm{m}^2$

7500 qkm 7,5 Milliarden m²

n im Hochsommer ca. genommenem Durchlas eine Biomasse von August = 270000 kg, inen Begriff von der breiten Küstenstreifen ößeren Formen erfaßt e muß zu einem erhebt werden und ist der

g, wenn man die jährlligen der Nordsee benter tauchen hier im cherheit nicht dauernd hte der Salzwiesen der an der Festlandsküste

igenen Ichneumonidae
afliegenden, nicht indiist er nach, daß durch
(die zumeist schon beArten schon vor ihren
von Meerwasser nach
hen. Auf diese Weise
Wirt-Parasit in neuen
währleistet.

Hilfe von Farbschalen Arten zeigen über dem durch Anflug. Gelb und Blau wird in ähnlich unterschiedlicher Weise beflogen wie im terrestrischen Bereich der Küste. Vorherrschend sind die Dipteren (ca. 95% der Individuen), von denen Vertreter von über 30 Familien gefunden wurden. Viele Arten wurden in hoher Individuenzahl über dem Meer gefangen, obwohl sie auf dem Festland viel seltener gefunden werden. Darunter ist eine besonders hohe Anzahl von Syrphidae. Die Zusammensetzung der Fänge überm Meere entspricht nicht der typischen Artenkombination der Küsten, obwohl viele Arten zu den Küstenbiozönosen gehören. Eine größere Anzahl von Arten stammt auch aus dem Binnenland.

Die Zusammensetzung des Artenspektrums in den Feuerschiff-Fängen unterscheidet sich deutlich von Fängen, die nach dem Netz- oder Reusenprinzip vornehmlich die rein passiv verdrifteten Insekten erfaßten.

Der Überflug der Insekten ist vor allem von der Windrichtung abhängig. Das Maximum des Überflugs ist normalerweise aus Windrichtungen zu beobachten, in denen das Festland am nächsten liegt. Der Überflug erfolgt also größtenteils mit dem Wind. Auf diese Weise herrscht bei gleicher Windrichtung, Windstärke und Temperatur über Ost- und Nordseeküstenregion vielfach sehr unterschiedliche Überflugsdichte. denn an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste ist der Wind bei gleicher Windrichtung ablandig, wenn er an der Nordseeküste anlandig ist. Ein weiterer wesentlicher Faktor ist die Windstärke. Je geringer die Luftbewegung ist, desto größer ist der aktive Uberflug (ein wesentlicher Unterschied zum rein verdrifteten Aeroplankton). Meist lassen sich Überflugsmaxima in den Farbschalen nur bis 4 m/sec registrieren. Die Temperatur wirkt sich vor allem in den Startgebieten aus, über dem Meer ist ihre Wirkung nicht mehr deutlich nachweisbar. Zur relativen Luftfeuchtigkeit, zum Luitdruck und zur Lichthelligkeit (zwischen 600 und 80000 Lux) lassen sich keine direkten Beziehungen feststellen. Allerdings sind die Nachtfänge verständlicherweise in den Farbschalen viel niedriger als die Tagfänge. Es ist offensichtlich ein ähnlicher Tagesrhythmus ausgeprägt wie über dem Festland.

Die Hauptmasse der aktiv Überfliegenden Insekten fliegt offenbar in der 0-30 m-Zone über dem Meer. Der Sexualindex der überfliegenden Populationen ist von Art zu Art oder Gruppe zu Gruppe verschieden. Bei Ichneumoniden entfallen nach Horstmann im Feuerschiff-Material allein 90% auf Weibehen (am Festland nur 25%).

Die terrestrischen Grenzbiozönosen zum Meer werden durch die starke Expansionsintensität vieler Arten von hohen Individuenverlusten betroffen (durch Ausfliegen und Fortschwemmen). Größenordnungsmäßig dürften im Zeitraum Juli/August in einem 30 km Meeresküstenabschnitt vor der deutschen Nordseeküste 270000 kg vorwiegend aktiv fliegender Insekten niedergehen. Dieser hohe Verlust wird durch besonders hohe Reproduktionsrate vieler terrestrischer Küstenarten wettgemacht. Der positive Effekt liegt in der nachgewiesenen äußerst schnellen Besiedlung von Neuland und immer wieder überfluteter Halligen. Die parasitischen Schlupfwespen sind beispielsweise oft früher im Biotop als ihre Wirte (Begünstigung der Koinzidenz Parasit-Wirt).

Literatur

Duffey, E. (1956): Aerial dispersal in an known spider population. J. Anim. Ecol., 25, Freeney, J. A. (1977).

FREEMAN, J. A. (1945): Studies in the distribution of insects by aerial currents. The insect population of thes air from ground level to 300 feet. — J. Anim. Ecol., 14.

GREENSLADE, P. J. M. (1963): Daily rhythm of locomotory activity in some Carabidae (Coleoptera) Ent. exp. appl. 6, 171-180.

HARDY, A. C. and MILNE, P. S. (1938): Studies in the distribution of insects by aerial currents, experiments in aerial tow-netting from kites. J. Anim. Ecol., 7, 199-229.