Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 22 (1949)

Heft: 3

Artikel: Beiträge zur Kenntnis der Dipterengattung Chionea. III. Teil, Die Faktoren, welche für das Vorkommen auf dem Schnee massgebend sind

Autor: Nadig, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-401069

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
Band XXII Heft 3 30. September 1949

Beiträge zur Kenntnis der Dipterengattung Chionea

III. Teil: Die Faktoren, welche für das Vorkommen auf dem Schnee massgebend sind [1]

von

AD. NADIG
Zuoz

Inhaltsübersicht:

	Seite
Einleitung und Fragestellung	323
Die untersuchten Faktoren:	
I. Die Lufttemperatur	324
II. Die relative Luftfeuchtigkeit	325
A. Statistische Untersuchungen	325
B. Experimentelle Untersuchungen	335
III. Das Licht	339
IV. Andere Faktoren und unabgeklärte Fragen	341
Zusammenfassung	343
Literaturverzeichnis	344

Abkürzungen:

L. T. = Lufttemperatur in ° C., am Schatten gemessen.
rel. L. F. = relative Luftfeuchtigkeit in % der Sättigung.
Die Tageszeiten werden in 4 Ziffern ohne Satzzeichen wiedergegeben (z. B. 1415 = 14 Uhr 15).

EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Die meisten *Chionea*-Imagines (Ausnahmen vergl. 1, 3, 4, 5, 6, 12, 14) wurden im Winter oder Vorfrühling auf der Schneeoberfläche gefunden. Lebhaft, hochbeinig wie kleine Spinnen, kriechen sie darüber hinweg. Alle Autoren berichten übereinstimmend, man habe den

[1] Teil I und II: vergl. Literaturverzeichnis.

Eindruck, dass die « Schneefliegen » auf der Schneeoberfläche « zu Hause » und nicht — wie manche andere Insekten — zufällig dorthin geraten seien. Diese Feststellung wirkt überraschend, wenn man bedenkt, dass die « Schneefliegen » wie alle Insekten zu den wechselwarmen Tieren gehören, und dass ihr schwach chitinisierter, wenig behaarter Körper in keiner Weise gegen tiefe Temperaturen geschützt ist.

Chionea galt im allgemeinen als seltenes Tier. Aus der Schweiz waren nur wenige Funde bekannt (9). Schon im Jahre 1943 konnte ich jedoch anlässlich der Jahresversammlung der Schweiz. Naturf. Ges. in Schaffhausen (8) darauf hinweisen, dass *Chionea* wohl eigenartig sporadisch auftrete, dass sie jedoch keineswegs so selten sei, wie bisher angenommen wurde, sondern gelegentlich sogar massenhaft auftrete, vorausgesetzt, dass die auf der Schneeoberfläche herrschenden Bedingungen ihren Anforderungen in jeder Hinsicht entsprechen.

Welches sind diese Bedingungen?

Ausschliesslich mit dieser Frage soll sich der vorliegende III. Teil dieser Arbeit befassen ; das damit in Beziehung stehende, viel diskutierte, doch nie gelöste Problem, ob das Vorkommen von *Chionea* auf der Schneeoberfläche durch Besonderheiten in ihrem Entwicklungscyclus gesetzmässig oder aber nur zufallsbedingt sei, soll in einem späteren Teil geprüft werden.

DIE UNTERSUCHTEN FAKTOREN

I. Die Lufttemperatur

In der älteren Literatur herrscht die Ansicht vor, *Chionea* sei ein « ausgesprochenes Schneeinsekt », das nur bei kaltem Wetter angetroffen werde. So berichtet TREHERNE (15), *Chionea* verschwinde von der Schneeoberfläche, sobald diese mit steigender Temperatur feucht werde (!). Er stützt sich dabei auf Beobachtungen von H. J. BLURTON, der an einem Aprilmorgen bei Sonnenschein nur wenige, am Nachmittag bei Schneetreiben und tiefen (?) Temperaturen dagegen viele Tiere beiderlei Geschlechts auf der Schneeoberfläche fand. MARCHAND (7), dem wir die ersten Funde in Graubünden (Davos) verdanken, gelangt auf Grund seiner Beobachtungen zum Schluss, *Chionea* sei bei tiefen Temperaturen am aktivsten ; er widerspricht sich allerdings selbst, wenn er an anderer Stelle berichtet, gefangen gehaltene Tiere hätten sich bei mehreren Graden unter Null ruhig verhalten, während sie bei $+6^{\circ}$ C lebhaft im Untersuchungsgefäss umherwanderten.

Aus neueren Arbeiten, vor allem denjenigen von FREY (2) und RIMSKY-KORSAKOW (13) geht hervor, dass diese Darstellungen unzutreffend sind, und dass die für das Auftreten von *Chionea* günstigsten Temperaturen um den Nullpunkt herum liegen. Von 173 Exemplaren, die ich in den Jahren 1933—1943 sammelte, wurden 147 (also 85 %) bei Lufttemperaturen von —1,5° C bis +1,5° C gefunden und nur 26 Exemplare (= 15 %) bei höheren oder tieferen Temperaturen. Die tiefste Temperatur, bei welcher ein zwar lebendes, aber erstarrtes Tier auf der Schneeoberfläche gefunden wurde, liegt bei —5° C, die höchste bei +7° C. [1]

Durch diese Feststellungen schien das eigenartig sprunghafte Auftreten von *Chionea* in zwangloser Weise erklärt zu sein: Es schien durchaus verständlich, dass *Chionea* bei kaltem Strahlungswetter tage- ja wochenlang vergeblich gesucht wurde, dass sie jedoch « wie vom Himmel herabgeschneit » mit einem Mal auftauchte, wenn der Himmel sich bedeckte und die Lufttemperatur auf — 3° bis 0° stieg. — Gewisse Beobachtungen liessen allerdings Zweifel an der Richtigkeit dieser Deutung aufkommen: Es fiel mir auf, dass *Chionea* trotz optimalen Temperaturen an sonnigen Tagen im März und April ausblieb, und dass sie gelegentlich auch mitten im Winter vergeblich gesucht wurde, wenn die Lufttemperatur unter Föhneinfluss stieg. Sie veranlassten mich, weitere Umweltsfaktoren auf ihre Wirkung hin zu prüfen.

II. Die relative Luftfeuchtigkeit

A. Statistische Untersuchungen

Vom Winter 1942/1943 an wurde auf allen Exkursionen an geeigneten Stellen nicht nur die Lufttemperatur, sondern gleichzeitig auch die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt und zwar auch bei ungünstigen Bedingungen, d. h. dann, wenn keine « Schneefliegen » gefunden wurden. Im Winter 1944 konnte ich während eines längeren Aufenthaltes in Il Fuorn — ganz unabhängig von der herrschenden Witterung — täglich auf der gleichen, ca 2 km messenden Wegstrecke zwischen dem Hotel Parc Naziunal und Stabelchod nach *Chionea* suchen und an bestimmten Stellen und zu bestimmten Zeiten die Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit messen. Diese Messungen, die sich ununterbrochen über eine Zeitspanne von 33 Tagen erstreckten sind besonders wertvoll.

Die Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit erfolgte 2 cm über der Schneeoberfläche mit Haarhygrometern, welche häufig geeicht

[1] Diese Messung (+7°) erfolgte nicht durch mich selbst; sie wird mit Vorbehalt wiedergegeben (vergl. S. 327).

wurden. Haarhygrometer reagieren langsamer als Thermometer. Es erwies sich deshalb als notwendig, die Instrumente vor dem Ablesen mindestens 15—20 Minuten an der Mess-Stelle zu belassen. Die relative Luftfeuchtigkeit ändert sich zwar gelegentlich in kurzer Zeit; die dadurch entstehenden Messfehler sind jedoch kleiner als die durch zu kurze Messdauer bedingten. Trotzdem muss bei der Verwertung der gewonnenen Zahlen mit einer Fehlergrenze von 4—5 % gerechnet werden.

In den Jahren 1944—1946 wurden gesamthaft in verschiedenen Gegenden 169 Messungen durchgeführt. Davon beziehen sich 50 auf Funde von *Chionea*; 119 dagegen auf Orte und Zeiten, an denen keine Schneefliegen gesichtet wurden. Die graphische Darstellung Fig. 1

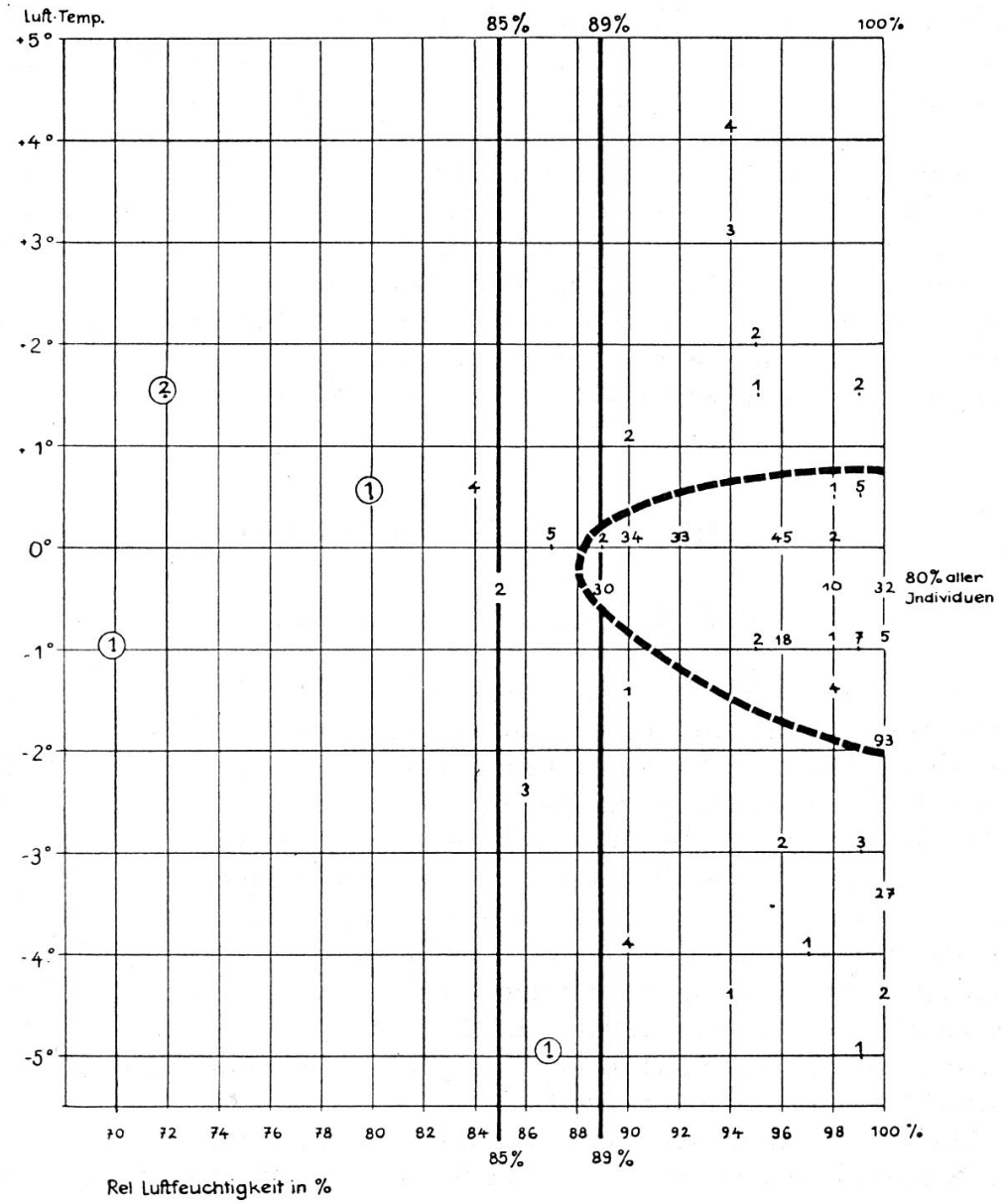

Fig. 1. — Gesamtzahl der *Chionea*-Imagines, die in den Jahren 1944—1946 bei bestimmter Lufttemperatur und bestimmter relativer Luftfeuchtigkeit im Nationalpark und anderen Gegenden Graubündens auf dem Schnee gefunden wurde.

ergibt, ohne Berücksichtigung von Art und Geschlecht, die Gesamtzahl von Schneefliegen, die bei bestimmter rel. L. F. und Lufttemperatur gefunden wurden. Auf der Abszisse ist die rel. L. F. in % der Sättigung, auf der Ordinate die L. T. in Graden Celsius aufgetragen. Die einzelnen Punkte entsprechen den Bedingungen, bei denen Schneefliegen auf der Schneeoberfläche gefunden wurden, die Ziffern der Zahl der gefundenen Exemplare.

Diese graphische Darstellung bestätigt zunächst die früheren Befunde über die *Bedeutung der Lufttemperatur*: Von gesamthaft 402 Exemplaren wurden 346 (= 86 %) bei Temperaturen zwischen +1° C und —2° C gefunden. Unter —3,5° C wurden nur 10 Exemplare (= 2,5 %), über +1,5° C nur 6 Exemplare (=1,5 %) gefunden. Die tiefste Temperatur, bei welcher in diesen Jahren einzelne Exemplare lebend angetroffen wurden, liegt bei —5° C, die höchste bei +4° C.

Neu sind die Ergebnisse über die *Beziehungen zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Vorkommen von Chionea:* Nicht weniger als 383 Exemplare (= 95 %) wurden bei relativer Luftfeuchtigkeit von 89—100 % und nur 19 Exemplare (= knapp 5 %) bei tieferer rel. L. F. gefunden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die durch Kreise eingerahmten Individuen insofern eine Sonderstellung einnehmen, als ihre Bewegungen abnormal, entweder steif und ungerichtet, oder unnatürlich hastig waren. — Diese Zahlen beweisen, dass der rel. L. F. für das Vorkommen von *Chionea* auf der Schneeoberfläche mindestens ebenso grosse Bedeutung zukommt, wie der Lufttemperatur. Erst wenn die rel. L.F. 85—90 % des Sättigungsgrades erreicht hat, kann mit dem Vorkommen von *Chionea* gerechnet werden. Am günstigsten sind die Voraussetzungen bei Erreichung des Sättigungsgrades.

Die graphische Darstellung zeigt ferner, dass — wie zu erwarten ist — die beiden massgebenden Faktoren nicht unabhänging voneinander wirken, sondern in korrelativer Beziehung zueinander stehen: Bei relativer Luftfeuchtigkeit von 85—95 % wurde *Chionea*, abgesehen von einigen Ausnahmefällen, nur um den Nullpunkt herum gefunden (von ca. +10 bis —1,5° C); bei 98—100 %, d. h. wenn sich die relative Luftfeuchtigkeit dem Sättigungsgrad näherte oder diesen erreicht hatte, wurde *Chionea* auch bei wesentlich tieferen Temperaturen in grösserer Zahl gefunden (z. B. bei —2° C: 93 Exemplare und bei —3,5° C: 27 Exemplare). Dabei waren die Bewegungen dieser Tiere normal, ihre Lebensprozesse somit kaum gestört. Je höher die rel. L. F., desto grösser ist die Temperaturspanne, bei welcher *Chionea* auf der Schneeoberfläche herumkriechend angetroffen wird. Nach diesen Feststellungen wird es verständlich, dass *Chionea* an gewissen Tagen trotz optimaler Temperaturen vergeblich gesucht wird: Unter Föhneinfluss kann es mitten im Winter vorkommen, dass die Lufttemperatur stark steigt,

die Luft aber ausserordentlich trocken ist, so dass der Schnee gleichsam sublimiert. An derartigen Tagen ist mit dem Auftreten von *Chionea* auf der Schneeoberfläche nicht zu rechnen. Das gleiche gilt für klare März- und Apriltage, an denen die Lufttemperatur unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung besonders in den Mittagsstunden steigt, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft jedoch gleichzeitig sinkt.

Diese Feststellungen erklären auch die eigentümliche Erscheinung, dass *Chionea* an gewissen Tagen nur vorübergehend, während Stunden oder Bruchteilen von Stunden angetroffen wird : In der Regel sinkt die Lufttemperatur im Lauf des Nachmittages, während die rel. L. F. zunimmt (vergl. S. 335). Die beiden Kurven verlaufen somit in entgegengesetzter Richtung. Wenn die Kurve der Lufttemperatur rasch sinkt und jene der rel. L. F. langsam steigt, sind die Aussichten, *Chionea* zu finden, gering ; wenn dagegen die Kurve der Lufttemperatur langsam sinkt und jene der rel. L. F. rasch steigt, dann besteht die Möglichkeit, dass im Lauf des Nachmittags vorübergehend sowohl Lufttemperatur als auch rel. L. F. den Anforderungen von *Chionea* genügen. Diese beiden Möglichkeiten sind in Fig. 2 schematisch veranschaulicht : Die gestrichelten Kurven beziehen sich auf einen Tag A, die ausgezogenen auf einen anderen Tag B. Am Tag A herrschen zwischen 1300 und 1500 Temperaturen zwischen +1° und —3,5° C, somit Temperaturen, die innerhalb der Aktivitätszone von *Chionea* liegen. Trotzdem ist mit dem Auftreten von *Chionea* nicht zu rechnen, weil die rel. L. F. zur gleichen Zeit nur 57 bis 62 % des Sättigungsgrades beträgt. Erst um 1900 erreicht die rel. L. F. 85 % und somit die untere Grenze der normalen Aktivitätszone von *Chionea*; zu dieser Zeit ist jedoch die Lufttemperatur bereits bis auf —15° C gesunken. Anders liegen die Verhältnisse am Tag B : Dank besonderer meteorologischer Bedingungen sinkt die Lufttemperatur im Lauf des Nachmittages viel langsamer, während die rel. L. F. rasch zunimmt. Zwischen 1400 und ca. 1520 herrschen zwar günstige Temperaturen (+1° bis —0,5° C), die rel. L. F. ist jedoch — ähnlich wie am Tage A — zu tief. Nach 1520 erreicht jedoch die rel. L. F. 85 % und mehr und die Lufttemperatur beträgt noch immer —0,5° C. Beide für das Auftreten von *Chionea* notwendigen Bedingungen sind somit erfüllt, und zwar bis gegen 1700. Dann sinkt die Lufttemperatur unter —4° C und tritt damit aus der normalen Aktivitätszone von *Chionea* heraus.

Dass diese Feststellungen nicht nur hypothetischen Charakter haben, geht am besten daraus hervor, dass sie ermöglichen, vor Antritt einer Exkursion vorauszusagen, ob die Suche nach *Chionea* Erfolg verspricht oder nicht, und dass sie in manchen Fällen sogar gestatten, die für das Auftreten von *Chionea* günstigste Tageszeit vorauszubestimmen.

Die Bedeutung der rel. L. F. für das Vorkommen von *Chionea* auf dem Schnee ergibt sich auch aus den *Protokollnotizen über die*

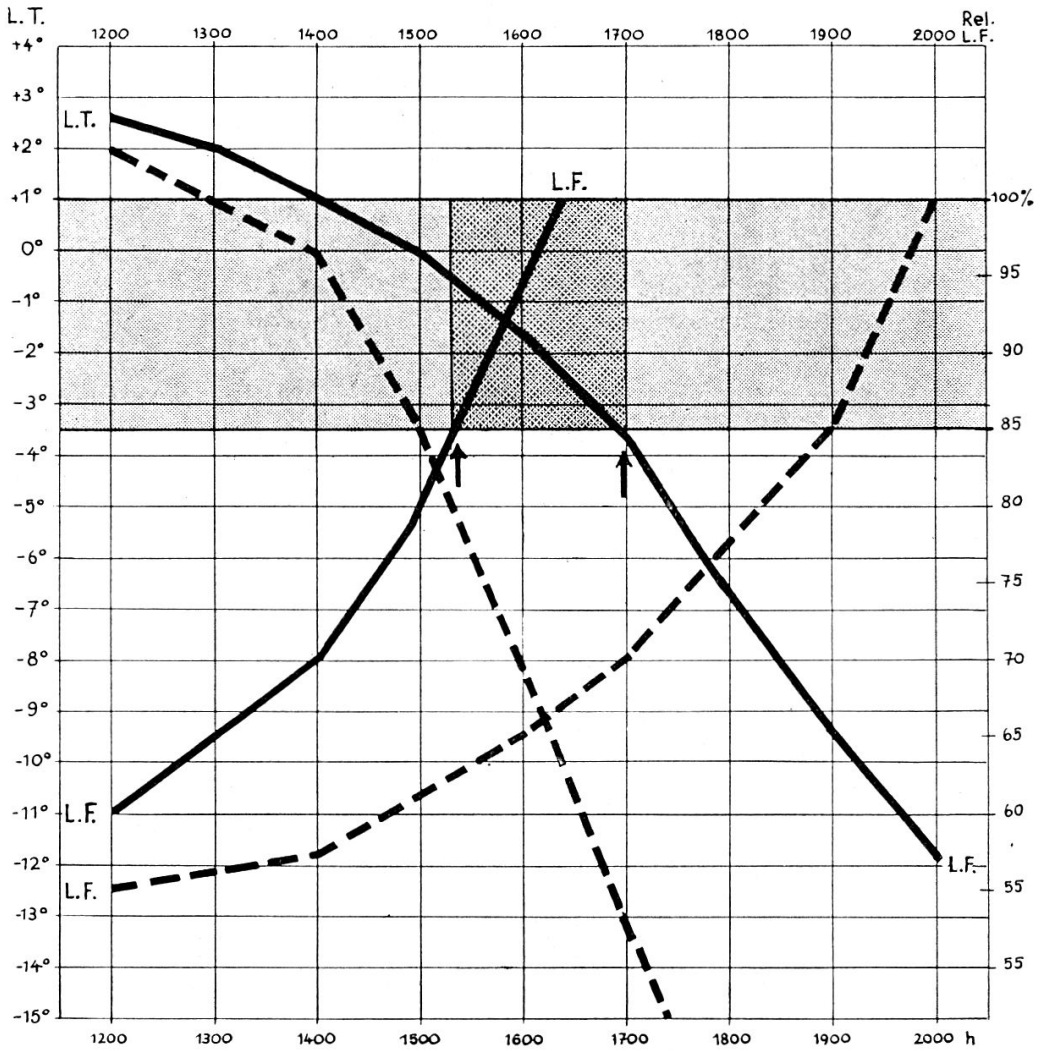

Fig. 2. — Schematische Darstellung der Beziehungen zwischen Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und dem Auftreten von *Chionea* auf der Schneeoberfläche :

▬ ▬ ▬ : Tag A : Die L. T. sinkt rasch ; die rel. L. F. nimmt langsam zu : *Chionea* fehlt.

▬▬▬ : Tag B : Die L. T. sinkt langsam ; die rel. L. F. nimmt rasch zu. Die beiden Kurven kreuzen sich innerhalb der Aktivitätszone von *Chionea* : Zwischen 1520 und 1700 sind in bezug auf beide Faktoren die für das Auftreten von *Chionea* notwendigen Bedingungen erfüllt.

▒ : Normale Aktivitätszone.

einzelnen Exkursionstage. Einige wenige seien als Beispiele wiedergegeben :

1. *Il Fuorn-Stabelchod*, 1800—1900 m, 2.2.1944.
Hauptstrasse, Mugeto-Ericetum. Leichter Westwind.

a) 1340 : bedeckt, L. T. : +9° ; rel. L. F. : 74 %
b) 1450 : bedeckt, L. T. : +4° ; rel. L. F. : 85 %
c) 1520 : bedeckt, L. T. : +6° ; rel. L. F. : 81 %.

Fauna : 1 *Boreus*, einige Dipteren ; *keine Chionea.*

Lufttemperatur etwas hoch ; rel. L. F. zu tief.

2. *Il Fuorn — Stabelchod*, 1800—1900 m, 3.2.1944.
Wie am Vortag Hauptstrasse. In der Nacht 2 cm Neuschnee.

a) 1025 : bedeckt, L. T. : +4° ; rel. L. F. : 94 %
Ch. minuta, 1 ♂ ; *Ch. alpina*, 1 ♀, 1 ♂,
b) 1055 : bedeckt, L. T. : +3° ; rel. L. F. : 94%
Ch. minuta, 1 ♂,
c) 1155 : bewölkt, sonnig, L. T. : +7° (am Schatten !) ; rel. L. F. : 96 %
keine Schneefliegen.

Im Gegensatz zum Vortag war am 3.2. die Lufttemperatur etwas tiefer und die rel. L. F. wesentlich höher : dementsprechend wurden einige Exemplare von *Chionea* gefunden. Bezeichnend ist jedoch die Tatsache, dass alle Tiere vor 1100 gefunden wurden. Später war zwar die rel. L. F. (96 %) noch günstig, die Lufttemperatur (+7°) dagegen schon zu hoch.

3. *Arosa-Litzirüti*, 1720—1520 m, 4.2.1945.
Fichtenwald. Am Vortag starker Schneefall. In der Nacht vom 3. auf den 4. hellt es auf. Am frühen Morgen des 4. wolkenlos. Gegen Mittag nimmt die Bewölkung allmählich wieder zu, und am späten Nachmittag fängt es wieder an zu schneien.

a) 1230 : strichweise bewölkt ; schwache Sonne, windstill ; L. T. : 0° ; rel. L. F. : 70 %
keine Schneefliegen,
b) 1400 : bedeckt, windstill ; L. T. : +1,5° ; rel. L. F. : 72 %
2 *Chionea*-♀ auf dem Schnee ; ihre Bewegungen sind hastig,
c) 1510 : bedeckt, windstill ; L. T. : —1° ; rel. L. F. : 92 % (Bachnähe !)
4 *Chionea*-♀,
d) 1550 : bedeckt, windstill ; L. T. : —0,5° ; rel. L. F. : 85 %
1 *Chionea*-♂,
e) 1640 : bedeckt, windstill ; L. T. : —1° ; rel. L. F. : 96 % ; Nebelfetzen an den Berghängen ; einige Schneeflocken fallen,
Chionea : 7 ♂ und 11 ♀.

Auch aus diesen Beobachtungen ergibt sich die Bedeutung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft für das Vorkommen von *Chionea* : Am Morgen bei günstigen Lufttemperaturen blieb alles Suchen erfolglos ; am Nachmittag traten mit steigender rel. L. F. die ersten Exemplare in Erscheinung und gegen Abend konnten bei 96 % rel. L. F. im Laufe von 20 Minuten 18 Exemplare gesammelt werden.

4. *Lenzerheide-Parpan*, 10.2.1945

Am Vortag etwas Neuschnee. Wanderung auf der Hauptstrasse von Lenzerheide über Valbella nach Parpan und Churwalden und nochmals zurück bis auf die Wasserscheide zwischen Parpan und Valbella. Leichter Föhn. Bewölkt bis bedeckt.

a) 1030 : Lenzerheide, stark bewölkt ; L. T. : —2° ; rel. L. F. : 75 %
keine Schneefliegen,

b) 1130 : Valbella, bedeckt ; L. T. : —1° ; rel. L. F. : 65 %
keine Schneefliegen,
c) 1315 : zwischen Parpan und Churwalden ; L. T. : +2,5° ; rel. L. F. : 65 %,
keine Schneefliegen,
d) 1430 : Churwalden ; L. T. : +2,8° ; rel. L. F. : 57 % (Föhn ! Nordseite der Wasserscheide !)
keine Schneefliegen,
e) 1600 : zwischen Churwalden und Parpan (gleiche Stelle wie *c)*) ; L. T. : +0,5° ; rel. L. F. : 84 %
Chionea minuta, 1 ♀,
f) 1710 : über Parpan ; L. T. : —5,5° ; rel. L. F. : 88 %
keine Schneefliegen.

Diese Tagesübersicht zeigt, dass bis 1600 trotz günstiger Temperaturen keine Schneefliegen gefunden werden konnten : Die rel. L. F. war unter Föhneinfluss zu tief (57—75 %) ; erst um 1600, als die Lufttemperatur zwar noch immer +0,5° betrug, die rel. L. F. jedoch auf 84 % angestiegen war, tauchte, den Erwartungen entsprechend, ein *Chionea*-Exemplar auf. Eine Stunde später, im Raum von Parpan, blieb dagegen alles Suchen wieder ergebnislos : Zwar hatte die rel. L. F. 88 % der Sättigung erreicht, die Lufttemperatur war aber unterdessen bereits bis auf —5,5° C gesunken.

Noch eindrücklicher als in Protokollnotizen, die sich auf einzelne Exkursionstage beziehen, spiegelt sich die Bedeutung der rel. L. F. in *Berichten über längere Untersuchungsperioden* wider. Über den auf Seite 325 erwähnten mehrwöchigen Aufenthalt in Il Fuorn entnehme ich dem Protokoll folgenden zusammenfassenden Bericht : Vom 1. bis 8. Februar herrschte bei leichten, meist westlichen Winden wechselnde Bewölkung. Gelegentlich fiel etwas Schnee. Auf den täglichen Exkursionen nach Stabelchod wurden Lufttemperaturen von —5° bis +9° C und rel. L. F. von 70—100 % gemessen. Einzig am 7. Februar sank nach einer sehr kalten Nacht (—25°) das Thermometer auch tagsüber bei wolkenlosem Himmel auf —11° C, das Hygrometer auf 54 %. — Abgesehen von diesem Tag konnten wir in dieser ersten Woche täglich einige Schneefliegen beobachten. Mit Beginn der zweiten Woche wurde es jedoch von Tag zu Tag kälter und vom 13. bis 26. Februar herrschte bei meist wolkenlosem Himmel wunderbares, strahlendes Winterwetter. Das Thermometer stieg auch in den Mittagsstunden kaum über einige Grade unter Null, und das Hygrometer zeigte Werte von 48 bis maximal 70 %. In der Nacht wurden Minima bis zu —28° C gemessen. — Trotz täglicher mehrstündiger Wanderungen zu zweit blieb während dieser Schönwetterperiode alles Suchen nach *Chionea* erfolglos. Das änderte sich jedoch mit einem Mal am 27. Februar : An diesem Tag war der Himmel schon am frühen Morgen unter Föhneinfluss mit einem leichten Schleier überzogen. 1050 stieg das Thermometer in Il Fuorn auf —0,5° C und die rel. L. F. auf 80 %. Am frühen Nachmittag fing es an zu schneien, graue Nebelfetzen hingen bis auf die Fuornwiesen herab, die Lufttemperatur stieg auf

—0,5 bis +0,5° C und die rel. L. F. auf über 90 %. Während unser Suchen am Morgen noch ergebnislos verlief (80 % rel. L. F.), tauchten am Nachmittag « wie mit den Flocken vom Himmel herabgeschneit » von allen Seiten Schneefliegen auf, so dass wir im Lauf von 3 Stunden 70 Exemplare sammeln oder an Ort und Stelle lebend bestimmen konnten. Noch ergiebiger war der folgende Nachmittag, an dem wir bei dauerndem Schneefall und einer rel. L. F. von 96—100 % in 2 ¼ Stunden 144 Exemplare beobachten konnten. Die Tiere waren derart zahlreich, dass wir mehrmals auf einer wenige Quadratmeter grossen Fläche gleichzeitig mehrere Exemplare sahen. *Chionea minuta* herrschte stark vor. Am 29.2. konnten bei ähnlichen Bedingungen noch 60 Exemplare beobachtet werden, während am 1. März nach einer klaren Nacht bei tieferer Lufttemperatur und rel. L. F. nur noch ein einziges *Chionea*-Weibchen gefunden wurde.

Das fast unglaubliche Massenauftreten von *Chionea* am 27. bis 29. Februar lässt sich nur dadurch erklären, dass nach einer 14tägigen, kalten Schönwetterperiode am 27.—29. Februar 1944 die für das Auftreten von *Chionea* notwendigen Bedingungen mit einem Mal in optimaler Weise erfüllt waren.

Nicht nur aus den lokalen Messungen von Temperatur und rel. L. F., die — wie auf S. 325 dargelegt — 2 cm über der Schneeoberfläche erfolgten, sondern auch aus den *allgemeinen meteorologischen Bedingungen* lassen sich Rückschlüsse auf das mutmassliche Auftreten oder Fehlen von *Chionea* auf der Schneeoberfläche ziehen. Die folgende Tabelle enthält für die Dauer meines Fuorn-Aufenthaltes im Februar 1944 die von der Beobachtungsstation Buffalora der meteorologischen Zentralanstalt in Zürich registrierten täglichen Werte und daneben die Zahl der von mir in der Gegend von Il Fuorn beobachteten Schneefliegen.

Datum u. Zeit	L. T.	L. T. Min. b. Nacht	rel. L. F.	Wind	Bew.	Bemerkungen	Chionea-Zahl (bei Il Fuorn)
Februar:							
1. 0730	—13	—14	100	E_0	2	schön	
1330	+ 2,2		42	SE_1	0		1
2130	— 6,4		100	E_1	0		
2. 0730	— 8	—10	100	E_1	6	heiter	
1330	+ 4		69	SW_1	10		0
2130	— 2		100	SE_1	7		
3. 0730	— 7	—10	100	E_1	0	heiter	
1330	+ 5,2		41	SE_2	2		4
2130	— 4		100	SE_0	6		
4. 0730	— 6	— 7	100	NW_0	10	bedeckt	
1330	— 3		87	W_4	10		16
2130	— 7,4		100	W_7	10		
5. 0730	—11	—11	100	W_3	10	tagsüber 15 cm,	
1330	— 7,6		80	W_4	10	Nacht 25 cm	0
2130	— 6		100	W_5	10	Neuschnee	

Datum u. Zeit	L. T.	L. T. Min. b. Nacht	rel. L. F.	Wind	Bew.	Bemerkungen	Chionea-Zahl (bei Il Fuorn)
Februar:							
6. 0730	—11	—11	100	W_4	10	bedeckt	
1330	— 9,8		100	W_3	10	18 cm Neu-	0
2130	—15,8		100	W_2	10	schnee	
7. 0730	—25	—25	96	N_1	0	heiter	
1330	— 6,4		44	W_2	10		0
2130	— 8,4		100	W_1	10		
8. 0730	— 3	—10	100	W_0	10	bedeckt	
1330	— 7,4		80	W_2	10		15
2130	— 9,6		100	NW_1	7		
9. 0730	—10,4	—12	100	W_3	10	bedeckt	
1330	— 9		78	W_3	10		0
2130	—10		100	W_2	10		
10. 0730	—11,4	—13,4	100	W_4	10	bedeckt,	
1330	— 7,4		95	W_2	10	Nacht 6 cm	0
2130	—15		100	NW_1	10	Neuschnee	
11. 0730	—14,6	—20	100	W_2	10	bedeckt	
1330	— 7,8		90	W_1	10		0
2130	—14,5		98	NW_1	10		
12. 0730	—14	—19,3	100	NE_2	10	bedeckt	
1330	— 6,4		71	W_1	7		0
2130	—17,4		100	NE_0	0		
13. 0730	—13	—21	100	NE_1	7	strichweise	
1330	—10		59	NE_2	8	bewölkt	0
2130	—16,6		100	E_0	0		
14. 0730	—16,2	—17,5	91	E_0	0	heiter	
1330	— 7,4		50	W_1	2		0
2130	—17,4		100	E_0	0		
15. 0730	—19	—20	100	N_0	7	strichweise	
1330	— 6,9		59	NW_1	6	bewölkt	0
2130	—16,4		100	N_0	0		
16. 0730	—19,6	—20	100	N_0	10	bedeckt	
1330	— 7		80	W_3	6		0
2130	—14,8		100	NW_0	0		
17. 0730	—20	—24	100	E_0	0	heiter	
1330	— 8		59	SE_1	0		0
2130	— ?		100	NE_0	2		
18. 0730	—16,4	—22	100	NW_0	10	bedeckt	
1330	— 3		89	NE_2	0		0
2130	—10		100	E_0	0		
19. 0730	—16	—16	100	N_0	0	heiter	
1330	— 4,6		51	E_0	0		0
2130	—17,6		100	NE_0	0		
20. 0730	—25	—25	100	N_0	0	heiter	
1330	— 2,4		41	N_1	0		0
2130	—19		98	NE_0	0		
21. 0730	—25	—25	100	N_0	0	heiter	
1330	— 2,4		51	SE_1	6		0
2130	—20		100	N_0	0		
22. 0730	—23	—25	100	N_0	7	strichweise	
1330	— 8		100	W_3	10	bewölkt	0
2130	—14		100	NW_2	7		

Datum u. Zeit	L. T.	L. T. Min. b. Nacht	rel. L. F.	Wind	Bew.	Bemerkungen	Chionea-Zahl (bei Il Fuorn)
Februar							
23. 0730	—13	—15	100	W_3	10	bedeckt	
1330	— 6,8		70	W_3	10		0
2130	—13		100	NW_1	10		
24. 0730	—20	—20	100	NW_0	0	heiter	
1330	— 1		50	SE_2	0		0
2130	—16		100	N_0	0		
25. 0730	—19	—20,5	99	NE_2	0	heiter	
1330	+ 2		39	NE_1	0		0
2130	—13		100	N_0	0		
26. 0730	—20	—20	100	N_0	0	heiter	
1330	+ 2,4		37	W_2	0		0
2130	—13		100	W_1	0		
27. 0720	—12,4	—16,5	100	W_2	2	strichweise	
1330	— 3,4		80	W_2	10	bewölkt	70
2130	—10		100	NW_1	6		
28. 0730	— 5,5	—10	100	W_1	10	bedeckt,	
1330	— 4,4		81	W_2	10	Nacht 3 cm	144
2130	— 8,6		100	NE_2	10	Neuschnee	
29. 0730	— 6	—10	100	E_0	10	bedeckt, Nacht	
1330	— 2		100	NE_1	10	1,5 cm ; tagsüber	60
2130	—13		100	NW_2	8	12,5 cm Neuschn.	
März :							
1. 0730	—15	—20	100	NW_2	3	schön	
1330	— 4		69	NE_3	8		1
2130	—15		100	E_0	6		
2. 0730	—18	—22	98	NE_2	6	strichweise	
1330	— 0,4		45	W_2	8	bewölt	0
2130	—12,2		91	NW_1	7		

Beim Vergleich der in der Tabelle enthaltenen Werte mit den Sammelergebnissen muss berücksichtigt werden, dass die Beobachtungs-Station Buffalora (1974 m) in relativ offenem Wiesengelände, in einer Entfernung von ca. 5 km vom tieferen, waldgeschützten Gebiet von Il Fuorn (ca. 1800 m) liegt, und dass die lokalklimatischen Bedingungen besonders im Gebirge auf engem Raum wechseln. Die Beziehungen zwischen den allgemeinen meteorologischen Bedingungen und dem Vorkommen von *Chionea* auf dem Schnee spiegeln sich in der Tabelle trotzdem wider: Während der Schönwetterperiode vom 13. bis 26. Februar, in welcher wir kein einziges Exemplar von *Chionea* zu Gesicht bekamen, wurden in der Station Buffalora in den Mittagsstunden rel. L. F. von ca. 40—80 % und meist tiefe Lufttemperaturen gemessen. Am 22. Februar stieg die rel. L. F. zwar auf 100 %, die Lufttemperatur betrug jedoch gleichzeitig nur —8° C. Am 24. bis 26. Februar herrschten dagegen über Mittag relative hohe und deshalb günstige Temperaturen (—1° bis +2,4° C), die rel. L. F. war jedoch

für das Auftreten von *Chionea* viel zu tief (37—50 %). — Demgegenüber wurden am 27. bis 29. Februar, als *Chionea* in der Gegend von Il Fuorn massenhaft in Erscheinung trat, in Buffalora um 1330 rel. L. F. von 80—100 % und gleichzeitig Lufttemperaturen von —4,4° bis —2° C registriert. (Bei Il Fuorn, das um 150 m tiefer liegt, herrschten zu dieser Zeit höhere Temperaturen!) — Die Tabelle bestätigt auch die in anderem Zusammenhang (vergl. S. 328) erwähnte Tatsache, dass die rel. L. F. in der Regel im Lauf des Nachmittages zunimmt und in der Nacht den Sättigungsgrad erreicht. *Das Auftreten von Chionea in der Nacht* erscheint trotzdem ausgeschlossen, weil dann die Lufttemperatur viel zu tief ist (durchschnittliche Minimaltemperatur in der Zeit vom 1. Februar bis 2. März 1944 : —17° C).

B. *Experimentelle Untersuchungen*

Die experimentellen Untersuchungen hatten den Zweck, die auf statistischem Weg gewonnenen Erkenntnisse zu überprüfen. Ein Thermohygrostat, der es ermöglicht hätte, das Verhalten von *Chionea* bei beliebiger rel. L. F. und Temperatur zu beobachten, stand nicht zur Verfügung. Ich musste deshalb meinen Experimenten die von der Natur selbst gebotenen Bedingungen zugrunde legen und bin mir bewusst, dass die Versuchsergebnisse deshalb lückenhaft sind.

Die vielen Versuche, die im Lauf der letzten zwölf Jahre in Il Fuorn und später in Zuoz durchgeführt wurden, können nicht im einzelnen geschildert werden. Ich muss mich darauf beschränken, die Versuchsanordnung und die wichtigsten Versuchsergebnisse zusammenfassend wiederzugeben.

Nach ihrem Zweck lassen sich die durchgeführten Versuche in zwei Gruppen gliedern :

I. Versuche zur Ermittlung der Aktivitätszone von *Chionea* auf dem Schnee ;

II. Versuche zur Ermittlung der ökologischen Valenz von *Chionea*.

I. *Versuche zur Ermittlung der Aktivitätszone von Chionea auf dem Schnee :* Bei diesen Versuchen wurden gefangengehaltene Schneefliegen bei verschiedenen Bedingungen auf die Schneeoberfläche ausgesetzt. Vor Versuchsbeginn befanden sich die Tiere in weiten Glastuben mit etwas feuchter Erde und einigen Mooszweigen oder Rindenstückchen (somit bei 100 % rel. L. F.). Bei Versuchsbeginn wurden sie sorgfältig aus den Tuben gehoben und auf die Schneeoberfläche gebracht. Die Ergebnisse dieser Versuchsgruppe können wie folgt zusammengefasst werden :

a) Bei rel. L. F. unter 60 % verharrten die Tiere auch bei optimalen Temperaturen (—1,5° bis 0°) mit angezogenen Beinen regungslos auf dem Schnee. In einigen Fällen fielen sie nach

wenigen Minuten anscheinend leblos auf die Seite. In die mit Wasserdampf gesättigten Glastuben zurückgebracht, « erwachten » sie jedoch nach kurzer Zeit zu « neuem Leben » und wanderten ohne Zeichen irgendwelcher Schädigung herum ; wenn Tiere verschiedenen Geschlechts in den gleichen Tubus zurückversetzt wurden, schritten sie mehrmals innerhalb weniger Minuten zur Kopulation.

b) Bei rel. L. F. von ca. 65 % vermochten sich die meisten Tiere auf der Schneeoberfläche fortzubewegen ; ihre Bewegungen waren jedoch steif und unregelmässig.

c) Bei rel. L. F. über 70 % waren die Bewegungen der Tiere auf der Schneeoberfläche normal, vorausgesetzt, dass günstige Lufttemperaturen herrschten ; dagegen zeigten sich schon bei —7° C (und 75 % rel. L. F.) leichte Bewegungsstörungen ; bei —8,5° C (und 80 % rel. L. F.) waren die Bewegungen der Tiere sehr steif ; bei —10° bis —13° C (und 87—95 % rel. L. F.) blieben sie — ähnlich wie bei rel. L. F. unter 60 % — mit angezogenen Beinen regungslos auf der Schneeoberfläche sitzen.

Trotz ihrer Lückenhaftigkeit genügen diese Versuchsergebnisse, um die auf statistischem Weg gewonnenen Erkenntnisse zu bestätigen : Sie zeigen, wie fein *Chionea* auf Schwankungen der rel. L. F. reagiert und beweisen, dass die Temperaturspanne, bei welcher *Chionea* auf der Schneeoberfläche bewegungsfähig ist, mit zunehmender rel. L. F. grösser wird. Bei rel. L. F. unter 65 % oder Temperaturen unter —10° C werden die Lebensprozesse im *Chionea*-Körper derart gestört, dass gerichtete Bewegungen unmöglich sind. Es erscheint deshalb selbstverständlich, dass *Chionea* bei derartig extremen Bedingungen auf der Schneeoberfläche fehlt ; überraschend wirkt dagegen die Feststellung, dass *Chionea* bei diesen Versuchen — günstige Temperaturen vorausgesetzt ! — noch bei rel. L. F. von 69—75 % munter auf dem Schnee herumkroch, während sie (vergl. statistische Untersuchungen) bei derart tiefer rel. L. F. kaum mehr auf der Schneeoberfläche angetroffen wurde. Dieser Widerspruch ist nur scheinbarer Art : Denn die Tatsache, dass gefangengehaltene Schneefliegen, die auf die Schneeoberfläche ausgesetzt werden, bei 69—75 % rel. L. F. noch bewegungsfähig sind, berechtigt keineswegs zum Schluss, dass freilebende bei derartigen Bedingungen aus ihren natürlichen Schlupfwinkeln hervorkriechen und auf dem Schnee umherwandern. Kontrollversuche, bei denen gefangengehaltenen Tieren Gelegenheit geboten wurde, aktiv auf die Schneeoberfläche hinauszuwandern, bestätigten die Richtigkeit dieser Überlegung. Bei diesen Versuchen wurden die Glastuben mit den Versuchstieren bis zu ihrem Rand im Schnee versenkt. Es zeigte sich, dass die Schneefliegen nur dann über die Mooszweige und Rindenstückchen auf die Schneeoberfläche hinauskrochen, wenn die dort herrschenden Bedingungen jenen entsprachen, bei denen *Chionea*

tatsächlich im Freien gefunden wird ; bei zu tiefer rel. L. F. oder Temperatur stutzten die Tiere am Tubusrand, um in der Regel rasch wieder in dessen Tiefe zu verschwinden.

Eine Reihe von Versuchen, die im Lauf der letzten Jahre im Spätwinter erfolgten, führten zu Feststellungen, die sich nur schwer mit den bisherigen Versuchsergebnissen in Einklang bringen liessen. Die Versuchstiere wurden an wolkenlosen, warmen Tagen bei *Lufttemperaturen von 0° bis +5° C und rel. L. F. von nur 40—65 %* in der Mittagszeit auf die Schneeoberfläche ausgesetzt. Trotz dieser sehr ungünstigen Bedingungen wanderten die Tiere munter auf der Schneeoberfläche herum. Ihre Bewegungen waren allerdings hastig. Messungen mit einer Stoppuhr ergaben, dass sie um das 1 ½- bis 3 fache rascher waren als bei normalen Bedingungen. Diese Feststellungen schienen nicht nur den gesamten übrigen Versuchsergebnissen zu widersprechen, sondern auch der Tatsache, dass ich jahrelang zu dieser Jahreszeit und bei derartigen Bedingungen erfolglos nach *Chionea* gesucht hatte. Auch dieser Widerspruch liess sich jedoch lösen: Im Spätwinter und Vorfrühling schmelzen unter dem Einfluss intensiver Sonnenbestrahlung die oberflächlichen Schneekristalle, so dass an der Schneeoberfläche eine zusammenhängende Schicht kleiner Wassertröpfchen entsteht: Sulzschnee ! Die auf der Schneeoberfläche ausgesetzten Versuchstiere krochen somit mit ihren langen, bewimperten Beinen streng genommen nicht über Schnee, sondern über eine dünne Wasserschicht hinweg. Kontrollmessungen, bei welchen das gespannte Hygrometerhaar unmittelbar über der Schneeoberfläche lag, ergaben denn auch, dass die rel. L.F. wenige Millimeter über dem Schnee um 20—30 % höher war als 2 bis 3 cm darüber. Die auf der Schneeoberfläche wandernden Schneefliegen ragten somit mit ihrem Körper kaum über die feuchtere schneenahe Luftschicht hinaus. Dieses Beispiel zeigt erneut, dass die mikroklimatischen Bedingungen auf kleinstem Raum wechseln und dass wir die Lebensäusserungen der Insekten in ihrem Lebensraum nur verstehen können, wenn wir diesem Umstand gebührend Rechnung tragen. — Die Tatsache, dass *Chionea* bei derartigen Bedingungen im März und April nicht auf der Schneeoberfläche gefunden wird, dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Sulzschnee sich nur unter dem Einfluss direkter Sonnebestrahlung bildet und somit nicht in den schattigen Schlupfwinkeln, in denen *Chionea* bei trockener Luft und tiefer Temperatur Schutz sucht.

II. *Versuche zur Ermittlung der ökologischen Valenz von Chionea:* Beim Sammeln von *Chionea* war es mir aufgefallen, dass Tiere, die mit einigen Schneekristallen in die Sammelröhrchen gebracht wurden, bei der Rückkehr von den Exkursionen noch lebten, während solche, die sich in trockenen Röhrchen befanden, in der Regel tot waren. In weiten Glastuben mit etwas Erde, einigen Mooszweigen oder feuchten

Filtierpapierschnitzeln konnten Schneefliegen im Zimmer oder zwischen Vorfenstern und Fenstern ohne jede Schwierigkeit wochenlang am Leben gehalten und zur Paarung und Eiablage gebracht werden. Diese Beobachtungen deuteten daraufhin, dass die ökologische Valenz von *Chionea* in bezug auf die Lufttemperatur bei ausreichender Luftfeuchtigkeit grösser sein musste, als man aus den an den Fundorten herrschenden Bedingungen hätte schliessen können. Zur Prüfung dieser Frage wurden Versuche durchgeführt, welche — wegen des Fehlens eines Thermohygrostaten — die Aufstellung von Mortalitätsdiagrammen ausschliessen, aber doch Anhaltspunkte über die ökologische Valenz von *Chionea* geben. Die durchgeführten Versuche lassen sich in 3 Gruppen gliedern :

1. *Bei der ersten Versuchsgruppe* wurde das Verhalten der Tiere *bei gleicher Temperatur, aber verschiedener rel. L. F. geprüft.* Zu diesem Zweck wurden einzelne oder mehrere Tiere der gleichen oder verschiedener Arten ausgesetzt in :

a) einem engmaschigen Drahtkäfig mit trockenen Filtrierpapier-Schnitzeln ;

b) einem weiten Glastubus mit feuchten Filtrierpapier-Schnitzeln.

Beide Gefässe wurden schon vor Versuchsbeginn nebeneinander im gleichen Raum aufgestellt, so dass in beiden annähernd die gleiche Temperatur, jedoch verschiedene rel. L. F. herrschte : Die rel. L. F. im Drahtkäfig *(a)* entsprach ungefähr derjenigen des umgebenden Raumes ; diejenige im Glastubus betrug 100 % (was daran zu erkennen war, dass die Glaswände sich mit Wassertröpfchen beschlugen).

Diese Versuche führten zusammengefasst zu folgenden Feststellungen : Bei Zimmertemperatur (14°—17° C) starben die im Drahtkäfig ausgesetzten Tiere in relativ kurzer Zeit :

— bei rel. L. F. von 60 % nach 10—12 Stunden,
— bei rel. L. F. von 50 % nach 6— 7 Stunden.

Demgegenüber lebten die im Glastubus ausgesetzten Tiere auch nach mehreren Tagen ohne Zeichen irgend einer Körperschädigung : Sie paarten sich und legten Eier.

2. Bei der *zweiten Versuchsgruppe* wurde das Verhalten der Tiere *bei gleichbleibender rel. L. F., aber verschiedener Lufttemperatur* geprüft. Zu diesem Zweck wurden die Versuchstiere in einem 25 cm langen und 2 ½ cm weiten Glascylinder mit feuchten Filtrierpapier-Schnitzeln ausgesetzt. Die Temperatur im Cylinder wurde durch Thermometer, die in den Zapfen steckten, gemessen.

Diese Versuche führten zusammengefasst zu folgenden Feststellungen : Sowohl *Chionea alpina* als auch *Ch. minuta* erträgt bei wasserdampfgesättigter Luft Temperaturen bis zu +18 und +20° C ; bei höheren Temperaturen tritt in relativ kurzer Zeit der Tod ein. So starb ein Weibchen von *Ch. minuta* bei +28° C im Lauf von 6 Minuten.

Nicht alle Individuen verhielten sich gleich. Das dürfte mit ihrem Ernährungszustand zusammenhängen, vielleicht auch mit dem Umstand, ob die Copulation bereits erfolgte oder nicht.

3. Bei der *dritten Versuchsgruppe* wurde das Verhalten der Tiere während einer längeren Zeitspanne *bei wechselnder rel. L. F. und wechselnder Lufttemperatur* beobachtet und protokolliert. Zu diesem Zweck wurden die Versuchstiere — ähnlich wie bei den Versuchen der Gruppe 1 *a* in feinmaschigen Drahtkäfigen ausgesetzt, die für bestimmte Dauer in Räume mit verschiedener rel. L. F. und Temperatur gestellt wurden. Auch bei diesen Versuchen war ich auf die von der Natur selbst gebotenen Bedingungen angewiesen. Diese waren deshalb in der Regel einem steten, wenn auch allmählichen Wechsel unterworfen. Nur bei Versuchen in der Nacht herrschte während der ganzen Versuchsdauer die gleiche rel. L. F. (100 %)

Aus den Protokollnotizen geht zunächst hervor, dass die Versuchstiere bei hoher rel. L. F. länger in den Käfigen umherwanderten als bei tiefer rel. L. F. Diese Versuche bestätigen somit die auf statistischem Weg und durch andere Versuche gewonnene Erkenntnis, dass die Aktivitätszone von *Chionea* mit steigender rel. L. F. wächst. Sie gestatten darüber hinaus Rückschlüsse auf die Minimaltemperaturen die von *Chionea* bei 100 % rel. L. F. während der Dauer einer Nacht ertragen werden : Einzelne Individuen beider Arten und Geschlechter überdauerten Temperaturen bis zu —8° und —9° C ohne Zeichen bleibender Körperschädigung ; andere gingen bereits bei Temperaturen von —4° C ein. In der Regel sassen die Tiere beim Ende der Versuche mit angezogenen Beinen scheinbar leblos am Boden der Versuchskäfige ; doch brauchte man sie nur anzuhauchen, um sie fast augenblicklich zu « neuem Leben » zu erwecken (höhere rel. L. F. und Temperatur !). Lufttemperaturen von —10° bis —14° C überlebte kein einziges Exemplar. Bei —14° C trat der Kältetod in 10 bis 40 Minuten ein.

III. Das Licht

Bei den Versuchen zur Ermittlung des Lichteinflusses wurden, wie bei den auf S. 338 geschilderten Experimenten, 25—30 cm lange Glascylinder verwendet, in denen die rel. L. F. durch feuchte Filtrierpapier-Schnitzel konstant (100 %) gehalten wurde. Die im Inneren herrschende Temperatur wurde durch 2 Thermometer bestimmt, die in den beiden Zapfen an den Glascylinderenden steckten. Durch Hüllen aus schwarzem Papier konnten die Cylinder nur an einem, oder an beiden Enden in beliebigem Ausmass verdunkelt werden (vergl. Fig. 3).

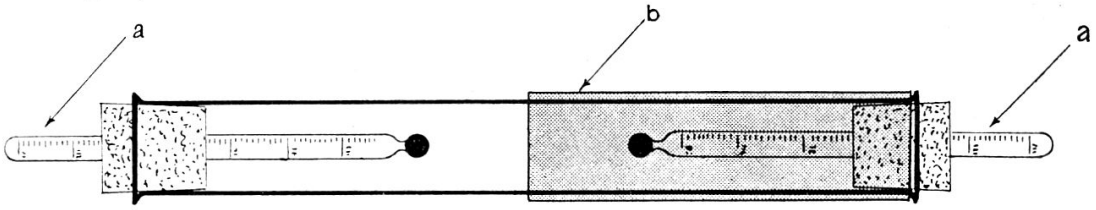

Fig. 3. — Glastubus mit Thermometern (a) und verschiebbarer Verdunkelungshülle aus schwarzem Papier (b).

In diesen horizontal liegenden Cylindern wurde bei verschiedener Temperatur die Wirkung von diffusem Licht und direkter Sonnenbestrahlung auf das Verhalten von *Chionea* beobachtet. Bei einer ersten Versuchsgruppe wurden die Bedingungen (Lufttemperatur und Verteilung von Licht und Dunkelheit) häufig geändert und so die unmittelbare Reaktion einzelner Individuen geprüft ; bei einer zweiten Versuchsgruppe wurden die Tiere tagelang in den Cylindern gelassen und ihr Verhalten sowie die jeweils herrschenden Bedingungen in grösseren Zeitabständen protokollarisch festgehalten. Bei beiden Versuchsgruppen war es möglich, die Versuchsergebnisse zu überprüfen, indem die Verdunkelungshüllen verschoben und belichtete Cylinderteile verdunkelt, verdunkelte belichtet wurden. Es war auch möglich, zwischen 2 Verdunkelungshüllen nur schmale, wenige mm breite, Streifen zu belichten.

Diese Versuche führten zusammengefasst zu folgenden Ergebnissen :

1. *Bei 100 % rel. L. F. und diffusem Licht* verhielten sich Männchen und Weibchen beider Arten :

a) bei Lufttemperaturen von +1 bis +17° C positiv phototaktisch : die im verdunkelten Teil ausgesetzten Tiere erschienen meist im Lauf der ersten Minuten nach Versuchsbeginn im belichteten Teil, wo sie umherwanderten oder sich ruhig verhielten. Wenn der zu Versuchsbeginn verdunkelte Teil des Cylinders belichtet, der belichtete verdunkelt wurde, wechselten die Tiere meist in kurzer Zeit ihren Standort. Wenn die Bedingungen zu häufig geändert wurden, machten sich bei den Versuchstieren Ermüdungserscheinungen bemerkbar und sie reagierten weniger rasch und konsequent als am Anfang der Versuche ;

b) bei Lufttemperaturen von —1 bis —5° C war das Verhalten der Tiere weniger einheitlich. Eindeutige Schlussfolgerungen sind nicht möglich.

2. *Bei 100 % rel. L. F. und direkter Sonnenbestrahlung* flüchteten sich die Tiere stets in den verdunkelten Cylinderteil, und zwar erfolgte diese Reaktion in der Regel sehr rasch, noch bevor das Thermometer die durch die direkte Sonnenbestrahlung bedingte Temperaturerhöhung

im Cylinder anzeigte. *Chionea* verhält sich somit negativ heliotaktisch, ganz im Gegensatz zu anderen Dipteren, die sich neben *Chionea* in den Glascylindern befanden und behaglich im belichteten Teil sonnten.

Diese Feststellungen stimmen mit den Beobachtungen beim Sammeln von *Chionea* überein : In Protokollnotizen wird wiederholt darauf hingewiesen, dass die Zahl der Schneefliegen abnehme, « sobald die Sonne hinter den Wolken hervorkomme ». Dagegen dürfte die Vermutung einzelner Autoren, *Chionea* könnte ein Dämmerungs- oder Nachttier sein, kaum zutreffen. Wenn *Chionea* gelegentlich in den frühen Morgenstunden oder am Abend häufiger auf der Schneeoberfläche angetroffen wird als tagsüber, muss dies in erster Linie der dann höheren Luftfeuchtigkeit zugeschrieben werden (vergl. S. 335). Aus dem gleichen Grund findet man *Chionea* bei einsetzendem Schneefall besonders häufig, eine Feststellung die von verschiedenen Autoren gemacht, aber z. T. unrichtig gedeutet wurde (15).

Der ganze Fragenkomplex nach der Bedeutung des Lichtes für das Vorkommen von *Chionea* auf dem Schnee bedarf weiterer Abklärung. Es müssen vor allem die Fragen geprüft werden, ob *Chionea* bei völliger Dunkelheit überhaupt auf der Schneeoberfläche angetroffen wird und ob sich die Weibchen vor und nach der Begattung gleich verhalten. Gewisse Beobachtungen deuten darauf hin, dass sie sich vor der Begattung positiv, nach der Begattung negativ phototaktisch verhalten. In diesem Zusammenhang wird es notwendig sein, zunächst abzuklären, wann und wo die Begattung unter normalen Verhältnissen zum ersten Mal stattfindet.

IV. Andere Faktoren

Gewisse Beobachtungen deuten darauf hin, dass neben der rel. L. F., der Lufttemperatur und dem Licht zum mindesten noch ein vierter Faktor regulierend auf das Vorkommen von *Chionea* einwirken muss :

Zwei Mal im Lauf der letzten Jahre blieb alles Suchen nach *Chionea* erfolglos, trotzdem alle Bedingungen in optimaler Weise erfüllt schienen. Die entsprechenden Exkursionsprotokolle lauten im Auszug :

1. *Tschiertschen-Urdental*, 1300-1670 m, 7.2.1945.

Abwechslungsweise Fichten- und lichter Lärchenwald. L. T. : 0° bis +0,5° C ; rel. L. F. : meist 100 %. Nach ausgiebigem Schneefall an den Vortagen taut es stark. Bewölkt bis bedeckt. Zeitweise bricht die Sonne durch ; der ganze Hang des Urdentales liegt jedoch in tiefem Schatten. Nebel hängen bis ins Tal. Von den Bäumen tropft es und in den Schlittenspuren auf dem Weg rinnt das Schmelzwasser. Moospolster an schneefreien Stellen sind durchnässt. — Trotz eifrigem Suchen keine einzige Chionea !

2. *Zuoz*, 1720—1830 m, 29.12.1947.

Fichten-Lärchenwald. Nachdem über Weihnachten bei relativ trockener Luft und mehreren Graden unter Null wechselndes Wetter herrschte, stieg die Temperatur im Lauf des 28.12. bis auf +7° C. Am 29.12. regnet es während des ganzen Morgens. Am Nachmittag, zu Beginn unserer Exkursion, hört der Regen auf. Doch ist die Schneedecke durchnässt. Beim Betreten mit den Skiern sackt sie oft auf weite Strecken in sich zusammen. Von den Dächern im Dorf rinnt die Dachtraufe wie im Frühling. Die Zaunpfosten am Wegrand sind nass. Der letzte Schnee auf den Tannenästen ist geschmolzen, so dass der Wald tief schwarz erscheint. Durch die Rindenritzen an den Baumstämmen rinnt Schmelzwasser in die Tiefe. Auf der Schneeoberfläche messe ich Temperaturen von +1° bis +3° C und rel. L F. von 98—100 %. Es ist neblig. Gegen Abend fallen wieder einzelne Regentropfen und verwehte Schneeflocken. — Trotz mehrstündigem Suchen in einem Wald, in dem *Chionea* erfahrungsgemäss vorkommt, finden wir kein einziges Exemplar.

Beim Vergleich dieser 2 Berichte fällt auf, dass an beiden Tagen ausgesprochenes « Tauwetter » oder « Regenwetter » herrschte, dass « den Bäumen entlang Schmelzwasser in die Tiefe sickerte » und dass die Schneedecke offenbar unter der Wirkung des Schmelzwassers und der Bodenwärme auf weite Strecken unterhöhlt war. Die Vermutung liegt nahe, dass *Chionea* an diesen Tagen trotz günstiger rel. L. F. und Temperatur deshalb auf der Schneeoberfläche fehlte, weil die Rindenritzen, durch welche sie normalerweise emporklettert, mit Wasser gefüllt oder zum mindesten stark durchnässt waren. Versuche bestätigten, dass *Chionea* trotz ihrer Vorliebe für hohe Luftfeuchtigkeit direkten Kontakt mit Wasser meidet.

Unabgeklärt bleibt auch die Frage, weshalb die « Massenfunde » von *Chionea* (vergl. S. 332) stets nach längeren Schönwetterperioden erfolgten, wenn rel. L. F. und Temperatur unter dem Einfluss eines Wetterumschlages plötzlich stiegen. Diese Feststellung liesse sich mit der Annahme erklären, dass es eines besonderen Anreizes bedarf, um *Chionea* zu veranlassen, ihre Schlupfwinkel zu verlassen, und dass dieser Anreiz dann besonders stark ist, wenn sich die Bedingungen an der Schneeoberfläche nach längerem Unterbruch plötzlich in günstigem Sinn verändern, dass dieser Reiz jedoch bei längerdauernden Perioden mit günstigen Bedingungen an Wirksamkeit verliert.

Diese Annahme hat hypothetischen Charakter. Weitere Beobachtungen sind zu ihrer Abklärung notwendig. Wichtig wird es vor allem sein, bei verschiedenen Bedingungen über der Schneeoberfläche die darunter herrschende Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit zu ermitteln.

ZUSAMMENFASSUNG

1. *Chionea* ist nicht so selten, wie man angenommen hatte. Im Lauf von 15 Jahren konnte ich im Nationalpark und anderen Gegenden Graubündens über 750 Exemplare sammeln oder an Ort und Stelle lebend bestimmen. Im Februar 1944 beobachtete ich im Lauf eines einzigen Nachmittages 144 Exemplare.

2. *Chionea* tritt jedoch nur dann auf der Schneeoberfläche auf, wenn die dort herrschenden mikroklimatischen Bedingungen in jeder Hinsicht ihren Anforderungen entsprechen.

3. Entscheidend für das Vorkommen resp. Fehlen von *Chionea* sind die Lufttemperatur und die rel. L. F. Statistische und experimentelle Untersuchungen führten zu folgenden Feststellungen :

a) 80 % aller Individuen wurden bei rel. L. F. von 89—100 % und Temperaturen von +1° bis —2° C gefunden ;

b) nur 5 % aller Individuen wurden bei rel. L. F. unter 89 % gefunden. Bei rel. L. F. von 70—80 % wurden gesamthaft nur 4 Exemplare gefunden. Ihre Bewegungen waren durch Störung der Stoffwechselvorgänge gehemmt ;

c) rel. L. F. und Temperatur wirken nicht unabhängig voneinander : Je höher die rel. L. F., desto grösser ist die Temperaturspanne, innerhalb welcher *Chionea* lebend auf der Schneeoberfläche angetroffen wird. Bei 85—95 % rel. L. F. wurde *Chionea* in der Regel nur um den Nullpunkt herum gefunden ; bei 89—100 % rel. L. F. wurde *Chionea* auch bei wesentlich tieferen Temperaturen gefunden (z. B. im Februar 1944 : bei —3,5° C : 27 Exemplare).

4. Die ökologische Valenz von *Chionea* in bezug auf die Lufttemperatur ist grösser als aus den an den Fundorten herrschenden Bedingungen hervorgeht. Versuche führten zu folgenden Feststellungen :

a) bei 100 % rel. L. F. reicht die ökolog. Valenz mindestens von —4° C (in einzelnen Fällen : —8 oder —9° C !) bis +18° C ;

b) bei tieferer rel. L. F. nimmt die ökolog. Valenz rasch ab ;

c) die Tatsache, dass *Chionea* bei Temperaturen von mehreren Graden über 0 auf der Schneeoberfläche vergeblich gesucht wurde, wird ohne weiteres verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Luft bei derart hohen Temperaturen im Untersuchungsgebiet im Winter kaum je den notwendigen Feuchtigkeitsgehalt aufweist.

5. Bei Sulzschnee sind die Bedingungen wenige mm über der Schneeoberfläche günstig. Wenn *Chionea* trotzdem fehlt, dann deshalb, weil die schmelzende Wirkung direkter Sonnenbestrahlung sich in den schattigen Schlupfwinkeln von *Chionea* nicht auswirkt.

6. *Chionea* ist kein ausgesprochenes Nachttier. Sie tritt am frühen Morgen und gegen Abend deshalb gelegentlich zahlreicher auf, weil zu diesen Zeiten die rel. L. F. höher ist als tagsüber. Aus dem gleichen Grund wird sie bei einsetzendem Schneefall häufiger gefunden.

7. Bei Lufttemperaturen über 0° reagieren beide Arten und Geschlechter positiv phototaktisch auf diffuses Licht ; bei tieferen Temperaturen war ihr Verhalten nicht einheitlich. Direktes Sonnenlicht wird gemieden.

8. Neben der rel. L. F., der Lufttemperatur und dem Licht dürften noch andere Faktoren regulierend auf das Vorkommen, resp. Fehlen von *Chionea* auf der Schneeoberfläche einwirken :

a) bei ausgesprochenem Tauwetter wurde *Chionea* auch bei günstiger rel. L. F. und Temperatur vergebens gesucht, voraussichtlich deshalb, weil *Chionea* trotz ihrer Vorliebe für hohe Luftfeuchtigkeit direkten Kontakt mit Wasser scheut ;

b) die « Massenfunde » von *Chionea* erfolgten stets nach längeren Schönwetterperioden mit ungünstigen Bedingungen, wenn rel. L. F. und Lufttemperatur unter dem Einfluss eines Wetterumschlages plötzlich anstiegen. Diese Beobachtung lässt die Vermutung zu, dass es eines Anreizes bedarf, um *Chionea* zu veranlassen, ihre Schlupfwinkel zu verlassen, und dass dieser Reiz an Wirksamkeit verliert, wenn auf der Schneeoberfläche längere Zeit gleiche, günstige Bedingungen herrschen.

LITERATURVERZEICHNIS

(Dieses Verzeichnis enthält nur die in der vorliegenden Arbeit erwähnten Publikationen.)

1. BAEBLER, E., 1910. *Die wirbellose terrestrische Fauna der nivalen Region.* Rev. suisse de Zool., *18.*
2. FREY, R., 1912—1913. *Beitrag zur Kenntnis der Arthropoden-Fauna im Winter.* Medd. Soc. pro fauna et flora Fennica, *39.*
3. HEIM DE BALSAC, 1934. *Un Diptère peu connu de la faune française Chionea lutescens Lund. (Dipt. Tipulidae.)* Bull. Soc. Ent. France.
4. JOHNSON, CH. W., 1912. *Dipterological Notes.* Psyche, S. 102.
5. KLOCKER, A., 1899. *Chionea araneoides Dalm., en for vor fauna ny flue.* Ent. Meddel, Kjöbenhavn, *1.*
6. MANEVAL, H., 1936. *Renseignements nouveaux sur le genre Chionea (Dipt. Tipulidae).* Bull. Soc. Ent. France.

7. MARCHAND, W., 1917. *Notes on the habits of the snow-fly (Chionea)*. Psyche, *24*, Nr. 5.
8. NADIG, A., 1943. *Neue Feststellungen über Verbreitung, Morphologie und Ökologie der « Schneefliegen »-Gattung Chionea*. Verh. Schw. Naturf. Ges., Schaffhausen (S. 132).
9. — 1943. *Beiträge zur Kenntnis der Dipterengattung Chionea (1. Teil)*. Mitt. Schw. Ent. Ges., *19*.
10. — 1944. *Weitere Beobachtungen über die Ökologie der « Schneefliegen »-Gattung Chionea*. Verh. Schw. Naturf. Ges., Sils (S. 138-139).
11. — 1945. *Beiträge zur Kenntnis der Dipterengattung Chionea (2. Teil: Die Copulation)*. Mitt. Schw. Ent. Ges., *19*.
12. PEYERIMHOFF, P., DE, 1911. *Captures et observations*. Bull. Soc. Ent. France.
13. RIMSKY-KORSAKOW, A. P., 1925. *Einige Beobachtungen an Zweiflüglern aus der Gattung Chionea Dalm.* Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., *20* (S. 69—76 und S. 99—105).
14. THOMAS, FR., 1890. *Massenfang von Chionea araneoides Dalm.* Ent. Nachr., H. XX, Nr. 20 (S. 305—316).
15. TREHERNE, R. C., 1920. *A note on the wingless Tipulid Chionea valga Harris*. The Canadian Entomologist, *52*, Nr. 9 (S. 201—202).