

Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung, nebst einem Anhang über die geographische Verbreitung der zwei Geschlechter von *Stratiotes aloides*.

Von

C. Wesenberg-Lund.

Mit 4 Textfiguren.

Wenn man am Ende des Winters, während die Erde noch gefroren ist und die Seen noch mit Eis bedeckt sind, auf deren Sonnenseite wandert, bemerkt man oft, daß das Eis, während es auf der Schattenseite noch vollständig gefahrlos sein kann, auf der Sonnenseite mit Leichtigkeit sich in Stücke treten läßt. Auf der Schattenseite ist es grau, erfüllt von zusammengefrorenem Schnee, auf der Sonnenseite kristallklar wie im ersten Spätjahr, da es sich über die Teiche legte. Im Februar—März sieht man oft, daß dieses dünne Eis längs der Sonnenseite in den Mittagsstunden täglich auftaut und da bildet sich alsdann ein eisfreier Gürtel dem Ufer entlang; im Fall von Frost deckt dieser sich über Nacht wieder mit Eis.

Vor mehreren Jahren fand ich einige Wasserjungfer-Larven, welche im Monat Februar in dieser eisfreien Zone saßen und augenscheinlich sich sonnten; und als ich die Hand ins Wasser hielt, erstaunte ich über die merkwürdig hohe Temperatur. Knapp 1 m vom Eisrand wurden 7° gemessen. Während einer Reihe von Jahren habe ich jedes Jahr diese hohen Temperaturen auf den sonnenbeschienenen Teilen der Litoralregion studiert und in ihnen die Erklärung für zoologisch-botanische und geologische Erscheinungen gesucht, welche gleichzeitig, wenn auch teilweise aus andern Gründen, Gegenstand meiner Beobachtungen waren; diese letzten sind in einem Teil meiner früheren Publikationen kurz erwähnt.

Temperaturmessungen.

3. März 1907, als der Fure-See allenthalben mit ca. 12 cm Eis bedeckt war, war die Temperatur am Ufer, ca. $\frac{3}{4}$ m vom Eisrand, auf der Sonnenseite in hellem Sonnenschein in der Zeit von 12—4 Uhr und im Wasser von ca. 6 cm Tiefe nicht weniger als 7° (beschattetes Thermometer); Lufttemperatur im Schatten 0,5°. Um 5 Uhr war die Wassertemperatur an derselben

Stelle bis auf $1,5^{\circ}$ zurückgegangen, Lufttemperatur bis auf $-1,5^{\circ}$. Kurz nachher ist der freie Wasserrand sicher mit einer dünnen Eisschicht bedeckt gewesen.

1. April 1909 war der Esromsee mit einer 8—10 cm dicken Eisschicht bedeckt. Auf der Sonnenseite von Nøddeboholt war das Eis aufgetaut bis auf ca $\frac{3}{4}$ Meilen vom Land. In den sonnenbeschienenen Partien des freien Wasserrandes wurde eine Temperatur von 9° gefunden; in den beschatteten 1° ; Lufttemperatur an der Sonne 8° , im Schatten -1° .

6. April 1909 ist der Fure-See noch ganz mit Eis bedeckt; in einer sonnenbeschienenen Bucht, abgeschnitten vom übrigen See durch einen Phragmiteswall, zeigt das Thermometer eine Temperatur von 12° .

Wir erfahren aus diesen Messungen, daß das Wasser längs sonnenbeschienenen Ufern von großen Seen in der sonnenwarmen Mittagszeit selbst unmittelbar bis an den Eisrand hinan, erstaunlich hohe Temperaturen erreichen kann, bis auf $9-12^{\circ}$. Ferner, daß die Wassertemperatur, wenn die Sonne untergeht, sicher wieder bald sich 0° nähert.

28. März 1907, während die Lufttemperatur um 2 Uhr im Schatten ca. 10° betrug, war die Oberflächenwassertemperatur in der pelagischen Region des Esrom-Sees $2,5^{\circ}$. Auf der Schattenseite von Nøddeboholt dicht am Ufer und an einer dem Landwind von NNW ausgesetzten Stelle, war die Wassertemperatur $5,1^{\circ}$, auf der Sonnenseite hingegen, in hellem Sonnenschein und Windstille $17,2^{\circ}$. Im Boden, ca. $\frac{1}{4}$ m vom Wasserrand, $7,2^{\circ}$.

Hieraus ist zu ersehen, daß selbst nach dem Verschwinden des Eises die hohe Temperatur in der Litoralregion sich auf der Sonnenseite hoch über der Temperatur in der pelagischen Region hält, und daß sie auch über dem schwarzen, sonnenbeschienenen Boden am Abhang unmittelbar über dem Wasser beträchtlich steigt; zahlreiche Beobachtungen mit ganz demselben Resultat aus späteren Jahren bestätigen diese Ergebnisse. Prüft man nun die Temperatur in Kleinseen und Teichen, wird man noch weit höher Temperaturen finden.

12. IV. war der eine der Laboratoriums-Versuchsteiche auf der beschatteten Seite mit Eis bedeckt und das Ufer gefroren; auf der entgegengesetzten, sonnenbeschienenen Seite wurde eine Wassertemperatur von 7° gefunden.

29. III. 1907 waren alle drei Versuchsteiche auf der beschatteten Seite, welche in dieser Jahreszeit nie einen Sonnenstrahl empfängt, mit einer 6 cm mächtigen Eisdecke bedeckt. Lufttemperatur im Schatten 2 Uhr mittags 11° . Wassertemperatur auf der Sonnenseite der Teiche zwischen den Pflanzen $14-17^{\circ}$. Am Eisrand 3° , Bodentemperatur am Abhang über dem Wasser auf der Sonnenseite 12° .

27. III. 1908 sind alle drei Teiche noch ganz mit Eis bedeckt. Trotz Sonnenschein keine eisfreie Zone auf der Sonnenseite, dagegen dünnes Eis. Ein eisfreier Gürtel bildet sich erst am 1. IV.; unmittelbar am Eisrand wurde damals eine Temperatur von $4,1^{\circ}$ gefunden, $1\frac{1}{2}$ m vom Eisrand $4,4^{\circ}$; Lufttemperatur auf der Sonnenseite $4,2^{\circ}$.

6. IV. 1908. Teiche eisfrei. Zwischen den Wasserpflanzen auf der Sonnenseite 17° , auf der Schattenseite 2° . Vom Boot aus wurde konstatiert, daß die Temperatur in der pelagischen Region an der Oberfläche 8° ist, am

Grund (5 m) 7°, aber im Schlamm am Grund 5°. Heller Sonnenschein, aber Lufttemperatur im Schatten um 1 Uhr doch nur 4,5°. Um 5¹/₂ Uhr, nach Sonnenuntergang Wassertemperatur am Ufer nur 12°.

6. IV. 1909 waren alle Teiche mit Eis bedeckt, aber doch mit einem Wasserrand auf der Sonnenseite und einer Temperatur hier von 5—6°. 8. IV. sind sie der Hauptsache nach noch mit Eis bedeckt. Lufttemperatur in den Vegetationen auf der Sonnenseite 16°. Vom 11. IV.—13. IV. Schneesturm. Am 15. IV. sind die Teiche noch halb mit Eis bedeckt. Lufttemperatur 2°. Bedeckt, zum Teil Schnee. Wassertemperatur auf der südexponierten Seite 5°.

19. III. 1910 sind die Teiche ca. 8 Tage aufgetaut gewesen; auf der Sonnenseite ist die Wassertemperatur 14°, auf der Schattenseite 4—5°; Lufttemperatur 4°.

Funketeich. 8. IV. 1909 ist der kleine Funketeich noch mit Eis bedeckt; längs der südexponierten Seite wurde ein eisfreier Gürtel gefunden; ¹/₂ m vom Eis wurde 16° gemessen. Steckte man das Thermometer durch eine Öffnung im Eis hinab, so zeigte die Temperatur hier 1—2 m vom Wasserrand nur 1°; 10. IV. halb mit Eis bedeckt; 12. IV. ebenfalls, aber Temperatur am Wasserrand 18°. Lufttemperatur alle Tage nicht über 5°.

17. I. 1910 mit Eis bedeckt, aber auf der südexponierten Seite am Wasserrand 6°; auf der Nordseite schon winterlich. Im Abfluß ist die Temperatur 2°.

Die Teiche sind bis am 1. III. mit Eis bedeckt. Am 25. III. zeigen die Schattenseiten nur 6,2°, aber die Sonnenseiten 17,1°. Der Abfluß 7,3°.

Am selben Datum 25. III. 1911 zeigt die Sonnenseite des großen Funketeiches 16,1°, die Schattenseite 6,4°, der Boden 5,1°. (Die Lufttemperatur ist verloren gegangen.)

8. IV. ist die Temperatur in der pelagischen Region auf 8° gestiegen, aber auf der Sonnenseite ist die Wassertemperatur 21°; auf der Schattenseite 7,2°. Lufttemperatur 10°.

18.—20. I. 1911 waren beide, der kleine und große Funketeich geöffnet; trotz Sonnenschein dieselbe Temperatur im Uferwasser auf Schatten- und auf Sonnenseite; Lufttemperatur ringsum 0°. 23. I. bei einer Lufttemperatur von —3—4° waren die Teiche wieder mit 3 cm dickem Eis bedeckt, sicherlich gleich dick auf der Sonnen- und auf der Schattenseite. 25. II. um 2 Uhr ist der kleine Funkedam ungefähr zugedeckt. Im Wasserrand auf der Sonnenseite wurde eine Wassertemperatur von 11,2° gefunden; auf der Schattenseite 1,1°. Im Abfluß 2,4°. Lufttemperatur auf der Schattenseite 2,4°; in der Sonne auf der Südseite in Manneshöhe 5°; Luftschicht gleich über dem schwarzen Boden 10°. 1. III. um 2¹/₂ Uhr, bei derselben Lufttemperatur wurde ganz dieselbe Temperatur gefunden. Am 29. III. dagegen, da die Teiche auf der Schattenseite noch mit Eis bedeckt waren, wurde auf der Südseite um 2 Uhr in hellem Sonnenschein eine Wassertemperatur von 17° gefunden; auf der Schattenseite 1°. Im Abfluß 7°. Lufttemperatur 7°. Am nächsten Morgen, 30. III. um 7 Uhr, bevor die Sonne die südexponierte Seite getroffen, hat diese eine Wassertemperatur von 3°. Schattenseite noch mit Eis bedeckt, Wassertemperatur 1°. Abfluß 4°. Lufttemperatur 1°.

Am 7. IV. 1909 weist der Torkerisee, der eisbedeckt ist, im Wasserrand längs der Sonnenseite nur 2 m vom Eisrand, eine Wassertemperatur von 17° auf. Lufttemperatur im Schatten 10°.

Aus diesen und aus zahlreichen andern hier nicht publizierten Beobachtungen ergibt sich also klar, daß die Wassertemperatur an den ersten Frühlingstagen in den Sonnenscheinstunden auf den südexponierten Ufern von Kleinseen und Teichen in der Litoralregion sehr bedeutend über die Temperatur auf den Schattenseiten steigt. In dem Fall, wo man im März bis April eine lange Reihe Sonnenscheintage mit Frost, oder eine Temperatur nur wenig über Null hat, werden die südexponierten Seiten von Teichen in dieser Zeit, die sich oft über ca. 3 Wochen erstrecken kann, täglich in ca. 3—4 Stunden sehr bedeutende Wärmemengen aufnehmen, während die nordexponierten Seiten noch zugefroren und in Winterkälte erstarrt daliegen. Lange Zeit — ca. 3 bis 4 Wochen — nachdem die Seen und Teiche aufgetaut sind und die Temperatur in der pelagischen Region der betreffenden Seen nicht über 2—3° gestiegen ist, für die Teiche nicht über 6—7°, nehmen in allen Sonnenscheinstunden die südexponierten Seiten noch größere Wärmemengen auf und erwärmen sich bis auf 20°; die nordexponierten dagegen erheben sich nicht über 6—7°, oft steigt die Temperatur nicht einmal so hoch.

Dieses Verhalten ändert sich nicht im Sommer bei den höchsten Temperaturen. Während die Temperatur in der pelagischen Region der Seen nur ausnahmsweise über 18° steigt, in Teichen über 21°, erhebt sich die Temperatur gleichartig innen am Rand in Buchten zwischen Phragmitesrhizomen, in Hydrocharis- und Lemnateppichen, auf den südexponierten Seiten oft bis auf 25—27°, doch nur selten höher.

In Mooren, deren Oberfläche mit Sphagnum und Amblystegium bedeckt ist, kann die Temperatur mitten am Tag an der Moosoberfläche im Sonnenschein außerordentlich hoch steigen (35—38°); auf den beschatteten Partien des Moors ist sie gleichzeitig oft nur 18°. Am 28. III. 1907, während des Moorloches Seiten zugefroren und hart waren wie Stein, zeigte das Thermometer an der Oberfläche von stark belichteten Sphagnumteppichen nicht weniger als 12°. Lufttemperaturen 2°. Diese Temperatur der Sphagnumteppiche sind bereits von Kerner beobachtet worden. An den beschatteten Partien war die Temperatur nach diesem 13°, im Sonnenlicht 31°. Im April fand Brinkmann in Sphagnumteppichen aus den Bøllemoor 10° im Schatten, aber 22—23° an der Sonne. Hier kann hinzugefügt werden, daß diese hohe Temperatur streng begrenzt ist auf die oberste Oberfläche; am Boden steigt die Temperatur selbst am wärmsten Sommertag nicht über 16—18°. Am 3. III. 1911 war der größte Teil des Moors mit Eis bedeckt; im Strødammoor war dasselbe bis über die Sphagnumpolster geschmolzen und die Temperatur in diesen 9,2°; in dem freien Wasserstreifen außerhalb desselben, nur 30 cm von den Polstern, 2,1°; 1/2 m tief in den Sphagnumpolstern 2°. Lufttemperatur im Schatten 5°; heller Sonnenschein, wolkenloser Himmel. Steckt man im Sommer den Arm durch einen solchen überhitzten Sphagnumteppich, so hat man eine ganz merkliche Frostempfindung in den Fingerspitzen und ein beinahe brennendes Gefühl oben in der Schulter.

Im Spätjahr, wenn die Temperatur in der pelagischen Region bis auf 10—12° gesunken ist, habe ich an den sonnenbeschienenen Ufern an denselben

Lokalitäten, wo ich während des Frühjahrs meine Beobachtungen anstellte, an klaren Herbsttagen Ende September und anfangs Oktober Temperaturen bis auf 17° gemessen; doch niemals höhere. Vom Oktober bis Mitte Februar habe ich trotz zahlreicher Beobachtungen an sonnigen Tagen in eisfreien Wintern nur eine recht unbedeutende Temperatursteigerung an den sonnenbeschienenen Partien gefunden. Beobachtet man die Eisbildung bei plötzlich eintretendem starkem Tagfrost und klarem Wetter, so sieht man sie wohl vornehmlich von den Schattenseiten ausgehen, aber nicht so selten geht sie auch konzentrisch vor sich, um sich zuletzt in der Mitte zu schließen.

Gemeinschaftlich für alle diese hohen Temperaturen in der Litoralregion ist, daß sie sehr schnell wieder verschwinden; der Wasserstreifen, der um 1—2 Uhr mittags bis 17° aufweisen kann, kann nachts unter 0° abgekühlt und mit Eis bedeckt werden.

Ganz zweifellos ist es die Sonnenhöhe, welche in erster Linie die hohe Temperatur bedingt; je größer der Winkel ist, den die Sonnenstrahlen mit dem Wasserspiegel bilden, desto höher wird die Temperatur. Es kann beispielsweise erwähnt werden, daß die Temperatur in den Tagen des 23. I., 12. II. und 25. II. bei derselben Lufttemperatur (ca. -1° bis -2°) und in hellem Sonnenschein in der Litoralregion des übrigens fast zugefrorenen Funketeiches am 23. I. $0,9^{\circ}$, am 12. II. $4,2^{\circ}$ und am 25. II. $11,2^{\circ}$ war. Während des größten Teiles des Winterhalbjahres ist der Einstrahlungswinkel der Sonne zu spitz, als daß von einer sonderlichen Erwärmung die Rede sein könnte. Eine Bedeutung hat sicher auch der Küsten-Neigungswinkel sowie Seegrund- und Seewasserfarbe; je dunkler diese ist, desto höher wird die Temperatur steigen. Die Sphagnumteppiche werden ihre hohe Temperatur zum Teil dem dunkelbraunen Moorwasser verdanken. Wenn die Temperatur an sehr warmen Augusttagen in der Litoralregion außerordentlich hoch steigt, werden gewiß auch Gärungsprozesse mitwirken; das gilt besonders von der hohen Temperatur in den vermodernden Cyanophyceenmassen in eingeschlossenen Buchten und Seen mit hohen Cyanophyceenmaxima. Die Temperatur in den Cyanophyceenteppichen im Frederiksburger Schloßsee stieg z. B. am 5. VI. 1911 (Lufttemperatur im Schatten 27°) bis auf 35° ; Wassertemperatur mitten im See draußen 24° ; heller Sonnenschein um 3 Uhr mittags.

Die Ufer, die reichlich von der höheren Temperatur genießen, sind folglich vornehmlich die südexponierten, also besonders Seen-Nordufer, aber übrigens können andere Verhältnisse, Uferliniengestalt, Windrichtungen, angrenzende Hügelzüge, Talrichtung samt Vegetation diese etwas verändern; nicht selten ist es die östliche und westliche Ecke des Sees, welche über die größten Erwärmungsgebiete verfügt.

Merkwürdig genug hat man in der Limnologie nur in geringem Grade mit dieser hohen Temperatur in dieser Litoralregion gerechnet. Nur Kerner und Brinkmann haben die obengenannten kurzen Angaben.¹⁾ Forel be-

¹⁾ Vgl. auch: Regelmann, Wärmemessungen in und am Bodensee zu Kreßbronn. Württemb. Jahreshefte für Statistik und Landeskunde, 1886, I. Hälfte, S. 93 bis 110, Stuttgart 1897 (zitiert in Schröter und Kirchner, die Veget. d. Bodensees, Lindau 1896, S. 9).

schäftigt sich nur wenig mit den Temperaturverhältnissen der Littoralregion und in den späteren Seebeschreibungen hat man sich, wie mir bekannt, nur mit der Temperatur in der pelagischen Region beschäftigt. Wohl hat Halbfafß (1910 S. 287) die Gestalt des Seebeckens als mitbestimmenden Faktor für die Temperaturverhältnisse des Sees hervorgehoben, hebt aber ausdrücklich hervor (1909, S. 388), daß man die große Erwärmung der Litoralregion im Frühjahr und Sommer nicht überschätzen soll; thermisch gesagt soll die Randzone nach Halbfafß verglichen mit „der Gesamtmasse des Sees“ nur eine unbedeutende Rolle spielen.

Für größere Seen mit großer mittlerer Tiefe wie Loch Ness, Genfer See u. a. hat Halbfafß sicher Recht, für die baltischen Seen mit deren geringer mittlerer Tiefe und viel breiteren Randzonen spielt diese für das thermische Verhalten des Sees sicher eine größere Rolle als bisher angenommen. Unter übrigen gleichen Verhältnissen wird ein See mit einer breiten Litoralregion unzweifelhaft eine höhere Sommertemperatur aufweisen, als ein See, wo das Ufer steil abfällt und eine Litoralregion fehlt. Da soll übrigens auf eine von Brönsted und mir eben publizierte Arbeit hingewiesen sein. Hier wird nur hervorgehoben, daß den baltischen Flachlandseen im Gegensatz zu den alpinen die Fähigkeit fehlt, deren Eigentemperatur über den Schwingungen in der Lufttemperatur zu halten; sie sind gezwungen, schnell den Variationen in dieser zu folgen; dies tritt besonders im Frühjahr hervor, weniger im Spätjahr. In Übereinstimmung hiermit gefrieren sie schnell zu und erreichen im Sommerhalbjahr viel höhere Temperaturen; nach Forels Begriff werden sie zu den temperierten Seen gerechnet. Im Gegensatz zu ihnen stehen auffallenderweise teils manche nördlicher liegende Seen (z. B. schottische), die im Winter niemals zufrieren, teils manche südlicher liegende, die selbst, wenn sie ungefähr auf derselben Höhe über Meer liegen wie die baltischen, dennoch nicht höhere Sommertemperatur haben. Dieses auf den ersten Blick eigentümlich aussehende Verhalten läßt sich sicher zurückführen auf die breite Erwärmungszone der baltischen Seen und die in ihr im Sommer angesammelte Temperatur, ferner auf die nicht minder starke Abkühlung im Winter und darauffolgendem schnellen Zufrieren. Seen von der Beschaffenheit der schottischen und mancher südlicheren mit alpinem Gepräge, deren Ufer also steil sind und deren Litoralregion schmal ist oder fehlt, sind in weit höherem Grad imstande, nachhaltig über den Schwingungen in der Lufttemperatur zu stehen.

Bedeutung der Temperaturen für die Fauna.

Die hohen Temperaturen der Litoralregion haben eine große Bedeutung für das Tierleben der betreffenden Wassermassen; eine ganze Reihe biologischer Phänomene darf sicher als in Verbindung mit diesen stehend betrachtet werden und ganz besonders mit den hohen Frühjahrstemperaturen.

Pflanzen sowohl als Tiere haben während ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien als Ei, als Brut, als Same, als keimende Pflanze und als geschlechtsreifer Organismus ihre verschieden gelegenen Temperaturoptima; während die Pflanze in all ihren Entwicklungsstadien im großen und ganzen an die Stelle gebunden ist, wo sie einmal befestigt ist, ist dies bei manchen Tieren hauptsächlich nur im Eistadium der Fall; in den übrigen Stadien kann

es kraft seiner Eigenbewegung selbst sich günstigere Lagen aufsuchen und von Lokalitäten entfliehen, wo sich die Umstände in einer für seine weitere Entwicklung ungünstigen Richtung ändern.

Im Laufe des Winters verläßt eine große Anzahl Süßwasserorganismen den innersten Teil der litoral Region; die Überwinterung geht vornehmlich in Fontinalisteppichen vor sich, deren Bedeutung als Überwinterungslokalität für einen sehr großen Teil der Tierwelt von Kleinseen nicht genugsam hervorgehoben werden kann. — Holt man im Winter Grundschlamm aus dem pflanzenleeren mittleren Teil des Sees, so findet man hier keine anderen Tiere als im Sommer (Pisidien, Oligochaeten, Mückenlarven). Entfernt man das Eis im Januar-Februar vom innersten Teil der Litoralregion, so zeigt auch diese sich tierarm, wogegen man mit einem Stangennetz durch ein Loch im Eis in der Fontinalisregion, in 3—4 m tiefem Wasser einen unendlichen Reichtum von Tierformen erhält (Insektenlarven, Mollusken, Crustaceen u. a.). Vor dem Einzug des Winters haben sie die Litoralregion verlassen und sich in die Fontinalisregion zurückgezogen. Noch bevor das Eis im März-April aufgetaut ist, beginnt die Einwanderung in die südexponierten Teile der Litoralregion; das läßt sich mit Sicherheit nachweisen für Mollusken, einzelne Hydrachniden und zahlreiche Insektenlarven (Ephemeridenlarven, Odonatenlarven, Phryganeenlarven und *Corethra plumicornis*); an gewissen Lokalitäten werden die Netze Ende März, während die Seen noch mit Eis bedeckt sind, mit einem fast reinen Brei von diesen Tieren gefüllt; ganz besonders sammeln sie sich auf den südexponierten Seiten, wo die Sonnenwärme selbst unter dem Eis sich geltend zu machen beginnt und wo die Strahlen am stärksten sind.

Die Wanderungen gegen das Ufer hin haben für die verschiedenen Tiere eine verschiedene Ursache; sie stehen nur in geringem Grad mit der Ernährung in Verbindung. Eine große Zahl von Insektenlarven überwintert im letzten oder vorletzten Hautwechselstadium; bevor der Winter kommt, haben viele ihr Wachstum abgeschlossen und damit ist wahrscheinlich auch ihren Ernährungsansprüchen schon vor der Verwandlung im großen und ganzen Genüge geleistet. Oft haben sie, 3—4 Wochen nachdem sie den Rand erreicht hatten, als voll entwickelte Insekten das Wasser verlassen, wo sie sich 8—10 Monate des Jahres aufgehalten haben. Die hohe Temperatur der Litoralzone ist für diese Formen eine Hauptbedingung dafür, daß sie durch den letzten Hautwechsel durchkommen können, um sich damit zum Lufttier zu verwandeln. Für *Corethra plumicornis*-Larven wurde in drei aufeinanderfolgenden Jahren konstatiert, wie die mittlere Partie von Versuchsteich Nr. 2 im März—April ihr ganzes Kontingent von Larven der Litoralregion abgab; hier unter der Nachwirkung der hohen Temperatur, welche die mehr zentralen Partien von Teichen in jedem Fall erst auf einen viel späteren Zeitpunkt des Jahres erreichen werden, fand im Anfang des Mai die Verpuppung statt; die ausgeschlüpften Mücken tanzten in Schwärmen in der Dämmerung um die den Teich umsäumenden Tannen herum. Während die verschiedenen Wasserjungfernympfen im Spätjahr an die verschiedenen Lokalitäten der Teiche gebunden sind (Potamogetonregion, Sphagnumpolster, Löcher im Abhang, Schlamm in ca. $1\frac{1}{2}$ m Wasser usw.), versammeln sie sich im Dezember alle in den Fontinalisteppichen. Für die voll entwickel-

ten Larven geht dann in der Zeit vom April—Juli die Einwanderung ans Ufer vor sich, in einer für die einzelnen Arten vollkommen gesetzmäßigen Ordnung. Hier halten sie sich während 2—4 Wochen auf, in welcher Zeit die Nymphen von tracheenkiemenatmenden zu luftatmenden Tieren werden. Sie steigen dann an den lotrecht stehenden Pflanzenteilen der Litoralregion auf, an denen dann die leeren Nymphenhäute hängen bleiben. Drängt man mit dem Boot durch die aufwachsende Vegetation hindurch, so überzeugt man sich leicht davon, in welchem Grad die Anzahl von leeren Nymphenhäuten nach dem Lande zu zunimmt, ein deutlicher Beweis dafür, in welchem Grad die Tiere in den letzten Tagen ihres Nymphenlebens die allerinnerste Zone mit der viel höheren Temperatur aufgesucht haben. — Wenn der Wasserstand im Vorsommer sinkt, werden oft kleine Pfützen vom eigentlichen Teich oder See abgesperrt. In der Frühlingszeit, vor der Absperrung, haben zahlreiche Litoralformen, besonders Wasserjungferlarven, diese Tümpel besucht, die damals Buchten der Uferzone waren. Im Laufe des Sommers kann die Temperatur hier hoch über diejenige des Mutterbassins steigen, und ein Ausbrüten der Larven findet hier oft 3—4 Wochen früher statt, als in demselben; oft trocknen die Pfützen ganz aus, und die Tiere verwandeln sich zu Landtieren, welche auf dem feuchten Boden herumkriechen.

Daß die Wanderungen zum Ufer im zeitigen Frühjahr in allen diesen Fällen durch die größtmögliche Ausnützung der hohen Wassertemperatur in der Litoralregion bedingt sind, indem die Tiere auf diesem Wege so schnell wie möglich durch den Hautwechsel und die Umbildung kommen, welche den Übergang zum Luftleben bedingen, ist wohl über allen Zweifel erhaben.

Die Hauptmasse der Wasserinsekten überwintert als Larven, eine weit geringere Zahl als voll entwickelte Insekten und nur wenige als Eier. Es ist nun sicher, daß die letztgenannten ganz vorzugsweise seichte, austrocknende Pfützen bewohnen, die nur in den Monaten April—Juni Wasser haben, die im Juli austrocknen und sich im Laufe des Winters mit Schnee und Schneewasser füllen, das später bis auf den Grund gefriert. Diese Tümpelformen, (gewisse Phryganeen, Odonaten: *Lestes* u. a.), überwintern entweder als Eier oder möglicherweise als Larven in ihrem allerersten Stadium. Häufig werden die Eier im April ausgebrütet; bereits im Juni können die Tiere ihre Verwandlung zu Ende gebracht haben und das Eierlegen beginnt dann Ende Juni; das ganze Larvenstadium hat für diese Tiere nur 2—3 Monate gedauert. Für ganz nahestehende Teich- und Seeformen dagegen, welche die Eier ungefähr gleichzeitig mit den Tümpelformen legen (Ende Juni), werden die Eier im Laufe von ca. 14 Tagen im Juli ausgebrütet und das Larvenstadium kann hier 8—10 Monate dauern. Wer im Monat Juni Tümpelformen sich sonnen gesehen hat in diesem seichten, fast eingetrockneten Wasser und auf dem schwarzen Torfgrund der Pfützen im Sonnenschein 28—30° C maß, der kann darüber nicht im Zweifel sein, daß die völlige Ausnutzung dieser hohen Temperatur Bedingung dafür ist, daß das Larvenstadium ca. dreimal so schnell durchlaufen werden kann als bei den nahestehenden Formen in Seen und Teichen. Die Larven von Tümpelformen können auch bis auf einen gewissen Grad ein Austrocknen ertragen; nichtsdestoweniger geht eine bedeutende Zahl zugrunde falls die Pfützen eintrocknen, bevor die Verwandlung vollzogen ist; solche Tümpel gleichen dann, ehe *Carex*-arten sie bedecken,

wahren Kirchhöfen, wo Phryganeenröhren und Lestesnymphen zu Tausenden über die Oberfläche zerstreut liegen.

Die Einwanderung ans Ufer in der Frühjahrszeit ist für andere Formen als eine Brutwanderung zu betrachten. Bei verschiedenen erreichen die Geschlechtsprodukte erst beim Aufenthalt der Tiere im warmen Wasserstreifen der Litoralregion ihre volle Reife. Unsere größten Dydisciden und Hydrophiliden verlassen im Spätjahre ihre Puppenlager am Abhang und in Maulwurfshaufen und überwintern als vollentwickelte Insekten unter dem Eis. Die Eierstöcke sind bei den Individuen, die im Spätjahr sich zur Überwinterung vorbereiten, verschwindend klein und bei den wenigen Exemplaren, die im Januar—Februar unter dem Eise gefangen wurden, nicht erheblich größer geworden. Im Monat April dagegen, nachdem die Einwanderung begonnen hat und vor dem Eierlegen, füllen sie den größten Teil des Hinterleibshohlraums aus.

Für andere Tiere wirkt die hohe Temperatur in der Litoralregion wesentlich als ein Reiz zur Begattung. Es ist ein scheinbar eigentümliches Verhalten, daß verschiedene Tiere, z. B. Hechte und braune Frösche, so zeitig im Jahr legen. Die Eier werden in einem Zeitpunkt abgesetzt, wo die pelagische Region größerer Seen nicht eine höhere Temperatur als ca. 2—4° C hat, und da der Froschlaich (wie z. B. im Jahre 1911) sehr oft im Eis eingefroren gefunden wird, bildet man sich leicht die Vorstellung, daß die Eier bei Temperaturen um 0° abgesetzt werden. Dies ist ganz unrichtig; in einer Bucht des Furesees legt der Hecht seinen Rogen in der Mittagszeit ab, wenn die Temperatur hier 16—18° C beträgt; die großen, gelben, nicht klebenden Eier rollen im Wellenschlag über die Fontinalisteppiche dahin, wo sie mit einem kleinen Fangnetz in bedeutenden Mengen aufgesammelt werden können. In der Umgebung von Frederiksborg setzte *Rana platyrrhina* in der Mittagszeit des 28. März 1911 Eier ab; die Temperatur in der Pfütze war 18°; am 3. April war diese bis auf den Grund gefroren; die ganze Eismasse war eigentlich der gefrorene Froschlaich. Nichtsdestoweniger waren die Eier nicht bei einer Temperatur von 0° abgesetzt, sondern bei einer Temperatur von 15°. Da das Eierlegen in diesen Fällen unmittelbar beginnt, nachdem sich die Tiere auf den Legeplätzen eingefunden haben, muß die Reife der Eier im Laufe des Winters sicher unter viel niedrigeren Temperaturen vorgegangen sein.

Die hohe Temperatur ist in zahlreichen Fällen eine Hauptbedingung für ein schnelles Ausbrüten der Eier. Daß die Eimassen von Fröschen und Hechten und frühzeitig legenden Insekten ganz vorzugsweise in südexponierten, geschützten Buchten abgesetzt werden, ist eine weltbekannte Tatsache. Manche zeitiglegenden Karpfenfische bestreben sich ferner, die Eier so weit gegen das Land hin und so nahe als möglich am Wasserrand abzusetzen, bei welcher Gelegenheit es vorkommen kann, daß man Fische mit den Händen fangen kann. Das ist der Fall bei der südexponierten Küste von Nøddeboholt (Esromsee), wenn die Rotbleihen Ende April oder Anfang Mai in dichten Scharen in die kleinen Vertiefungen zwischen den Phragmitesrhizomen gehen, die mit einer fast zusammenhängenden Schicht von Rogen bedeckt sein können. Die Temperatur kann in diesen Vertiefungen bis auf 20° steigen, gleichzeitig damit, daß die Temperatur auf der nördlich exponierten Seite, wo nicht eine Rotbleihe nachgewiesen werden konnte, nur 5° war. Die Fische, welche wie die Bleihe

und *Aspius alburneus* ihre Eier etwas später im Jahr absetzen und in Seen, deren Wasserstand in der Trockenperiode stark sinkt, bringen oft den Rogen so hoch oben an, daß er durch den sinkenden Wasserstand zerstört wird, bevor die Eier ausgebrütet werden. So wurde in einer Trockenperiode im Jahre 1906 ein großer Teil Bleiherogen im Hulseesee zerstört; der Rogen saß als eingetrocknete Geleemasse an *Phragmites*stengeln über dem Wasserspiegel. Etwas ganz ähnliches ist nicht selten mit den braunen Fröschen der Fall, deren Eier, wie bekannt, sehr oft an Stellen liegen, die später im Jahr vollständig trockengelegte, grasbewachsene Wiesen sind.

Die Neigung, die Eier so nahe am Land und am Wasserrand wie möglich abzusetzen, lassen sich ebenfalls bei manchen niederen Tieren nachweisen. Zahlreiche Beobachtungen über die Eiablage stehen zu des Verfassers Verfügung; sie sollen an anderer Stelle publiziert werden; nur soviel soll beispielsweise hervorgehoben werden, daß Hydrophiliden, besonders die kleineren Arten, ihre Eikokons ganz dicht am Land in den obersten Sproßspitzen von *Hypnum*rasen absetzen; hier zeigt das Thermometer in der Frühjahrszeit oft 20—25°.

Wie bekannt, sind die Eier bei den meisten Wassertieren, deren Eier frei ins Wasser abgelegt werden, von Gallertmassen umgeben. Sicherlich mit gutem Grund hat man gemeint, daß die Eier infolge dieser Hülle größere Wärmemengen besitzen, als wenn sie frei im Wasser lägen; teils halten sie die Wärmemengen zurück, wie die fast immer schwarze Eikugeln auf-sammeln, teils kann sicherlich die äußerste Schicht wärmesammelnd wirken und zugleich wärmeleitend zu den tiefer liegenden Schichten. So kann beispielsweise genannt werden, daß die Temperatur am 11. April 1911 in Eimassen im Dienstagswald Moor 16,3°—18,4° war, während die Temperatur im Wasser nur 5 cm von diesem 14,4° war. Diese hohe Temperatur 18,4° wurde in Eimassen gemessen, welche sich über den Wasserspiegel emporwölbten.

Spielt so die hohe Wassertemperatur in südlich exponierten Teilen der Litoralregion eine in mehrfacher Hinsicht große Rolle für die Litoralfauna der baltischen Seen, so erhält sie eine nicht geringere Bedeutung für ihre pelagische Fauna. Indem ich im übrigen auf die Arbeit W.-L. 1909a, S. 424 hinweise, soll die Aufmerksamkeit in diesem Zusammenhang nur auf folgendes hingelenkt werden. Durch die Spätjahrstürme wird der ganz überwiegende Teil der Überwinterungsstadien der Planktonten (Ephippien von Daphniden, Dauereier von Rädertieren, die pelagischen Algen — besonders Dauerstadien von Chlorophyceen) vom Wind gegen das Ufer hingefegt; hier wird das Material als brauner Streifen abgelagert. Die Überwinterung geschieht teils im Eis, teils auf dem Land. Im ersten Frühjahr, während die Seetemperatur in der pelagischen Region nur ca. 2—5° ist, empfangen diese Dauerstadien an Sonnenscheintagen während einer gewissen Zahl von Stunden Temperaturen von 15—17°. Infolge davon werden sie viel früher ausgebrütet; innerhalb des Schilfrandes ruhiger Buchten, die für diese Stadien als „Couveusen“ wirken, wird das Seeplankton ausgebrütet; im Mai wimmeln sie von Jugendstadien der Krebstiere, Rädertiere u. a., die später die zentralen Partien der Seen bevölkern.

Neben ihrer wichtigen biologischen Rolle für die Litoralfauna und für das Plankton, beeinflusst die hohe Temperatur der Litoralzone auch die ganze Zusammensetzung der Seefauna; sie bildet nämlich die Hauptbedingung dafür, daß gewisse Formen mit vorwiegend südlicher Verbreitung unter unseren klimatischen Verhältnissen überhaupt fortkommen können. Ich denke hier besonders an gewisse Kröten und Insekten: An den grünen Frosch, den Laubfrosch, Peter Ochs Frosch, teilweise auch an den großen Salamander, ferner an nicht wenige Insekten (*Ranatra*, gewisse Wasserjungfern u. a.). Für Kröten scheint hier im Land die Vollendung des Larvenstadiums vor der Eisbedeckung eine Existenzbedingung zu sein; eine Überwinterung im Larvenstadium, wie das in südlicheren Gegenden häufig beobachtet wird, ist hier im Land, höchstens nur einmal gesehen worden. Bevor unsere Teiche und Seen mit Eis belegt werden, enthalten sie zahlreiche Larven von Salamandern und grünen Fröschen, wie übrigens auch *Culex*larven, Larven von den großen *Dytiscus*arten u. a. Winteruntersuchungen unter dem Eis im Januar und Februar bringen diese Tiere nie zutage, und noch nie haben wir im April—Mai Larven weder von den obengenannten Froscharten, noch von unsern Salamandern gefunden. Für alle diese Formen kommt es darauf an, bis aufs äußerste all diese Wärmemengen auszunützen, welche ihnen zugeführt werden können; ganz augenscheinlich geht ein großer Teil der Bestrebungen der Brut gerade hiernach aus. An Nachmittagen im September sieht man die *Rana esculenta*-Larven der Versuchsteiche die Tiefe aufsuchen, wo sie übernachten und wo sie zum Teil verbleiben, solange das Wetter kalt ist. An Sonnenscheintagen dagegen finden sie sich um 11—12 Uhr auf den südexponierten Seiten. Man sieht sie da am äußersten Wasserrand sitzen, mit dem Vorderkörper halb auf dem Land und mit dem Schwanz flach ausgebreitet in dem oft 16—18° warmen Wasser; um 3—4 Uhr, wenn die Temperatur sinkt, verlassen sie den Wasserrand wieder. Im sonnenarmen Spätjahr ist die Ausnützung der hohen Temperatur der Litoralregion in den einzelnen Sonnenscheinzeiten sicherlich eine Lebensbedingung für die *Rana esculenta*-Brut. — Ganz übereinstimmende Beobachtungen können angestellt werden mit Rücksicht auf die verschiedenen Insekten; hier sei nur hervorgehoben, daß man oft die Ränder von lehmigen Pfützen in Feldern und Strandwiesen im Juli-August bedeckt findet von der Brut verschiedener Wasservanzen (*Nepa*). Zu Tausenden sitzen die Larven verborgen unter einer dünnen Schicht Schlamm in der obersten Wasserschicht, wo die Temperatur an Sonnenscheintagen bis auf 25—28° steigen kann; die Spitzen von ihren larvalen Luftröhren ragen gerade über die Wasseroberfläche empor. Vor dem September ist die Verwandlung vor sich gegangen. — Ende Juli und Anfang August kann man eine ähnliche Wanderung zahlreicher *Dytisciden*- und *Hydrophiliden*larven an den Ufern von Teichen beobachten. Hier halten sie sich kurze Zeit auf, bevor sie ans Land gehen. So wurden in einem der Kanäle bei Lyngby nicht weniger als 32 große *Hydrophilus piceus*-Larven wahrgenommen, alle mit dem Kopf nach außen gegen das Wasser und mit der Spitze des Hinterleibes am innersten Wasserrand. Mit den Beinen gestützt, saßen sie hier auf dem fast glühenden Sandboden und sonnten sich, bis sie ans Land krochen, um sich zu verpuppen.

Bedeutung der Temperatur für die Flora.

Die hohe Wassertemperatur im innersten Teil der Litoralregion süd-exponierter Seiten von Seen und Teichen hat ferner eine große Bedeutung für die Flora. Im zeitigen Frühjahr ist die Vegetation viel weiter gefördert auf den südexponierten als auf den nordexponierten Seiten. Auf den erstgenannten ragen Keimlinge von *Typha*, *Scirpus*, *Equisetum* und *Phragmites* früher über den Wasserspiegel als auf den letztgenannten. Die Wasserblätter von *Sium* kommen auf den Nordseiten früher zur Entwicklung als auf den Südseiten. Im zeitigen Frühjahr erscheint in den nordseeländischen Kleinseen jedes Jahr ein Band von Dauerknospen von Wasserpflanzen, wesentlich herrührend von *Stratiotes* und *Hydrocharis*, zum Teil von *Myriophyllum* und *Utricularia minor*, weniger häufig von den großen *Utricularia*-Arten, deren Ruheknospen sehr häufig durch lange schwarze Fäden, vorjährige Stengelteile, verankert sind. Hier und da treten in diesem Anschwemmungsband Überwinterungskeime von *Calla*, Stengelknollen von *Cicuta*, seltener Ruheknospen von ein Paar *Potamogeton*-Arten (z. B. *P. crispus*) u. a. auf. Die Keimung dieser Ruheknospen geschieht Jahr um Jahr in ganz gesetzmäßiger Reihenfolge; zuerst keimt *Stratiotes*, danach *Myriophyllum*, ungefähr gleichzeitig die großen *Utricularia*-Arten und zuletzt von allen *Hydrocharis*. Der Zeitpunkt hängt in erster Linie vom Zeitpunkt der Eisbefreiung ab; noch während die Moore teilweise mit Eis bedeckt sind, keimen *Stratiotes*-Knospen in dem seichten Wasser. Ferner hängt der Eintritt der Keimung von der vorherrschenden Windrichtung des betreffenden Frühjahrs ab. Im Frühjahr 1910 wurde die Hauptmasse der Dauerknospen in zahlreichen Teichen auf die nördlich exponierten Seiten hinübergeweht, wo die ersten spät im April keimten, im Frühjahr 1911 dagegen wurden sie vom Wind auf das südlichexponierte Ufer gesetzt; hier ging die Keimung der Ruheknospen von *Stratiotes* und *Myriophyllum* bereits in den letzten Tagen des März vor sich. Die Wassertemperatur war auf den südlich exponierten Seiten 14—16°. Noch am 15. April konnte man auf den Nordseiten von Teichen und Sümpfen zahlreiche *Stratiotes* und *Myriophyllum*-Turionen wahrnehmen, die noch kein Zeichen von Leben zeigten.

Diese Beobachtungen über Verschiedenheiten in der Entwicklung der Flora auf der Süd- und Nordseite enthalten an und für sich nichts Überraschendes, sie können sicher ergänzt werden durch weitere Beobachtungen über Verschiedenheiten im Zeitpunkt des Blühens und der Samenreife usw. Im Hinblick auf diese Tatsachen darf man sicher annehmen, daß der Pflanzenwuchs auf den Nordseiten eine 2—3 Wochen längere Vegetationsperiode hat als auf den Südseiten. Von botanischer Seite wird man wohl noch besonderes Gewicht darauf legen, daß die Südseiten zugleich die Lichtseiten, und die Nordseiten die Schattenseiten sind und in der Verteilung von Licht und Schatten die Ursache des Phänomens sehen. Doch dürfte die hohe Temperatur der südexponierten Seiten einen nicht geringen Anteil an der Schnelligkeit haben, womit diese grün werden und zwar auf einen Zeitpunkt, wo die Nordseiten noch mit Eis bedeckt sind und die Vegetation daselbst noch ein ganz winterliches Gepräge hat. Die floristische Bedeutung der Temperatur soll im folgenden erwähnt werden.

Geologische Bedeutung der Temperatur.

In diesem eigentümlichen Verhalten, daß der Pflanzenwuchs unseres Süßwassers auf den südexponierten Seiten eine 2—3 Wochen längere Vegetationsperiode hat als auf denjenigen, die gegen Norden sich wenden, dürfen wir möglicherweise eine Erklärung für das Phänomen suchen, daß Kleinseen und Teiche, ganz abgesehen von der vorherrschenden Windrichtung, sehr oft Beispiele dafür aufweisen, daß die Verlandung vorzugsweise von den Nordseiten ausgeht, während sie auf den andern Seiten viel weniger hervortritt. In Verbindung mit der reicheren Entwicklung des Tierlebens auf den Nordseiten erhält das Phänomen dabei eine geologische Bedeutung, wie hier etwas näher erwähnt werden soll.

Unsere Kenntnis über die Art und Weise der Verwachsung unserer Teiche und Seen ist noch gering. Auf zahlreichen Exkursionen, teils in Jütland, teils und namentlich hier im Seeland, habe ich meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet.

Klinge (1890, S. 264) hat für die ostbaltischen Seen hervorgehoben, daß die Seen vorzugsweise auf den SW-Seiten **zuwachsen**; auf den NO-Seiten wird die Vegetation dagegen weit mehr zurückgedrängt. Durch die Verwachsung wandert die freie Wasseroberfläche in der Richtung W—O; Angriffsseiten und Zuwachsrichtungen werden ganz von der Windrichtung bestimmt. Der vorherrschende Wind ist SW—NO. Da auch dieser der vorherrschende ist bei uns, muß man erwarten, daß es auch hier wesentlich die Südwestseite wäre, die zuwächst. Ganz augenscheinlich folgen nun auch viele unserer Seen in ihrem Zuwachsen Klingses Gesetz; desgleichen ist es interessant zu sehen, daß viele Kleinteiche und Wasserlöcher, welche auf den offenen Flächen und Strandwiesen liegen, demselben genau folgen. Prüft man dagegen, wie das Gesetz auf Kleinseen und Teiche passe, welche umgeben sind von schützenden Hügelzügen, besonders solchen, welche vor der vorherrschenden Windrichtung schützen, so sieht man, daß das Gesetz, wie zu erwarten war, keineswegs paßt; hier sind es eben nicht die WSW-Ufer, welche zuwachsen. Wenn Terrainverhältnisse Klingses Gesetz außer Kraft setzen, geschieht das Zuwachsen umgekehrt gerade auf den NNO-Seiten, d. w. s. an den Küsten, welche, falls die vorherrschende Windrichtung das Recht bekäme, ihren Einfluß auf die Wasseroberfläche auszuüben, kahle oder spärlich bedeckte Brandungsküsten sein müssen. Ferner bieten in solchen Seen die NNO-Ufer flach geneigte Flächen dar, wogegen die SW-Küsten Steilküsten sind. Dieses Verhalten ist leicht zu verstehen. N- und NO-Küsten sind die südexponierten Küsten, wo die Vegetation, wie oben erwähnt, bereits zu keimen beginnt, während die nordexponierten Küsten noch mit Eis bedeckt sind; in der Sommerszeit ist das Wasser an diesen Küsten am wärmsten; im Spätjahr profitieren sie reichlich von jeder Sonnenscheinzeit, wogegen die nordexponierten während des größten Teiles des Winterhalbjahres nicht einen Sonnenstrahl erhalten. Zu Klingses Gesetz dürfen wir daher die Korrektur zufügen: Wo Terrainverhältnisse vor der vorherrschenden Windrichtung schützen, werden in einem Land, wo diese SW—NO ist, die Seen von NO zuwachsen. Der Grund hierzu muß in der hohen Temperatur, in der Litoralregion südexponierter Küsten gesucht werden; diese Temperatur erhält deshalb auch eine Bedeutung für die Verlandung.

Ich erlaube mir hier ein paar Bemerkungen einzuschieben über die Art und Weise, wie unsere Seebecken zuwachsen; es steht diese Frage auch in Verbindung (wenn auch etwas loser) mit den hier behandelten Dingen.

Unsere großen Seen können Beispiele von einem recht bedeutenden Zuwachsen auf den Nordseiten darbieten, selbst in dem Fall, wo diese wirklich die natürliche Brandungsküsten sind. Im zeitigen Frühjahr führt das aufbrechende Eis große Mengen sandvermishtes Phragmites- und Scirpus-Material mit, das ganz besonders auf den Brandungsküsten abgesetzt wird. Das Material wird als Strandwälle abgelagert, die sich zungenförmig in die Krümmungen und Buchten der Strandlinie vorschieben. Hinter dem Strandwall ist das Wasser seicht, warm und ruhig; im Furesee wurden an einem zeitigen Frühjahrstag innerhalb des Strandwalls 16° gemessen, außerhalb desselben 4°. Im Laufe des Sommers rückt eine nicht unbedeutende Anzahl Sumpfpflanzen von der Landseite aus und besiedelt schnell das abgesperrte Gebiet. Auch die submersen Pflanzengürtel besitzen Mittel, um auf dem Brandungsufer in die Breite zu wachsen. Oft werden gerade auf diesen die obengenannten Gürtel von Ruheknospen und anderen Überwinterungsorganen abgelagert: diese werden vom Eis allzu hoch ins Land hinaufgeführt und gehen, wenn der See im Vorsommer sich zurückzieht, zugrunde. Solche dezimeterbreite Streifen von verdorrten Ruheknospen wurden im Vorsommer 1910 längs mehreren von unseren Seen beobachtet. In den Windstilleperioden des Vorsommers kommt daselbst doch jedes Jahr an dem Brandungsufer des Fure- und Esromsees auf den Sandflächen ein Bewachsen mit Hilfe von keimenden Dauerknospen vor, namentlich von *Myriophyllum*. Die Pflanze kann sich den ganzen Sommer über halten und in dem warmen Wasser über den Sandflächen äußerst schnell aufwachsen; allerdings reißt fast immer das scheuernde Eis im folgenden Frühjahr die Vegetation ab und lagert sie als Strandwall oben auf dem Ufer ab; aber außerhalb der Grenze der Eiswirkung, kann selbst an Brandungsufeln eine reiche Bewachsung von *Myriophyllum*, besonders aber mit *Potamogeton*-Arten u. a. gemischt, vorkommen und Wellenbrecher bilden, in deren Schutz Landpflanzen hervorsprossen. Ganz besonders gilt das von *P. perfoliatus*, der in langen, schnurgeraden, sich kreuzenden Linien die weißgelben Sandflächen der Brandungsufer in unregelmäßige Felder eingeteilt. Die als Strandwall aufgeworfene Vegetation der Sandflächen der Brandungsufer hat eine erstaunliche Widerstandskraft; in milden Wintern verankern sich die Wurzeln oben auf dem Land und da treten dann eigentümlich kriechende, niedergedrückte Landformen von *Myriophyllum* auf, welche die Strandwälle bekleiden. Im Laufe des Sommers geht diese Vegetation jedoch unfehlbar wieder zugrunde.

Wer den Verlandungsmodus unserer Seen studiert hat, stößt unfehlbar auf die Frage: Warum wächst ein Seebecken mit reißender Schnelligkeit zu, während ein anderes sich durch Menschenalter unverändert zu halten scheint? Als ein Moment zum Verständnis dieser Tatsachen kann folgendes dienen: Bedingung für ein schnelles Zuwachsen eines Seebeckens sind schwach sich neigende Flächen und eine breite Erwärmungszone. Hat das Seebecken lotrechte Ufer, selbst wenn seine Tiefe übrigens gering ist, so geht die Ausfüllung äußerst langsam vor sich. Der Grund hierzu ist ein doppelter: Die Wasserbewegung ist, wenn das herabstürzende Material leicht transportabel

ist, nur schwer imstande, lotrechte Ufer zu sich neigenden Flächen zu verändern. Die Wellen nagen die Ufer ab, aber das Material wird nach außen geführt und bleibt nur in geringem Grad als geneigte Fläche zwischen Steilufer und Boden liegen. Ferner beherbergen unsere Seen kaum solche Verlandungspflanzen, welche sich an lotrechten Abhängen befestigen können und von da nach außen wachsen. Indem ferner in solchen Seen eine Erwärmungszone fehlt, geht der Zuwachs vom Ufer aus nicht schneller vor sich als weiter außen im See; Seen und Teiche von dieser Beschaffenheit wachsen daher gleich schnell über die ganze Fläche. Der Zuwachs ist indessen nicht direkt sichtbar, zuerst kommt der Zeitpunkt, da der ganze Seeboden so stark erhöht ist, daß die Vegetation über ihn hinwegrücken und ihm in Besitz nehmen kann. Ist erst das geschehen, so geht das übrige Zuwachsen äußerst schnell vor sich. Vor diesem Zeitpunkt gehören Seen von diesem Typus daher zu denen, von welchen man sagt, daß sie sich nie schließen, nach dieser Zeit zu denen, wovon man sagt, daß sie sich mit reißender Schnelligkeit schließen.

Wenn Kleinseen und Teiche mit senkrechten Abhängen doch zuwachsen, so geschieht dieses in weit höherem Grad mit Hilfe von Landpflanzen. Unsere steilen Moorbielten draußen in den Heidemooren werden bedeckt von überquellenden, uralten Heidekrauthügeln, welche polsterförmig über den Wasserspiegel hinausragen, aber nicht die Fähigkeit haben, die Mooroberfläche zu vermindern. Von den senkrechten Moorrändern aus neben Wiesen und Waldflächen können dagegen verschiedene Gräser und andere Landpflanzen (*Solanum dulcamara* u. a.) schwingende Rasen ins Wasser hinausbilden. In Quellmooren am Fuße von Anhöhen treten Moose (*Sphagnum*, *Amblystegium* u. a.) hinzu; indem sie konzentrisch über die Wasseroberfläche hinauswachsen, engen sie unter Bildung von Schwingrasen die Seeoberfläche ein. Der „Gribskov“ bietet einige Beispiele dieser Art des Zuschließens dar. Wo die Seen von hohen Hügelzügen umgeben sind, erhält sich zwischen diesen und der horizontalen Moorfläche oft ein ringförmiger Wassergürtel offen; außerhalb desselben kommt dann die zuwachsende Wasserfläche, in deren Mitte noch ein kleiner See gefunden wird (Hirschsee, im Gribskov). Das Zuwachsen geht auf diese Art äußerst langsam vor sich.

Beispielsweise kann angeführt werden, daß ein solcher Schwingrasen, der im Jahre 1880 ganz mit Moos und Gras überwachsen war, und durch welchen ich als dreizehnjähriger Knabe hindurchfiel, noch im Jahre 1910, d. h. 30 Jahre später, noch immer mit der schaukelnden Fläche daliegt, die jetzt so wenig als vorher ein Kind zu tragen imstande ist.

Außerdem daß sie namentlich längs der Litoralregion südlich exponierter Ufer landgewinnend wirkt, erhält die obengenannte hohe Temperatur auch auf andere Weise geologische Bedeutung.

Es ist ein oft hervorgehobenes Phänomen, daß Wasserpflanzen häufig, selbst in den alleruntersten, artenärmsten Teilen der postglazialen Süßwasserablagerungen getroffen werden. Sie scheinen in den Seen unserer Breitgrade zu Hause gewesen zu sein in fast unmittelbarer Nähe des Eises. Heutzutage entbehrt man indessen diese Flora ganz in den hocharktischen Gegenden. Pflanzenreste in glazialen Süßwasserablagerungen sprechen daher eine doppelte Sprache. Die Landflora mit *Betula nana*, *Dryas* u. a. deutet auf ein arktisches Klima, die Wasserflora auf ein bedeutend milderes. Das Phäno-

men hat wie bekannt Anlaß zu einer weitläufigen Debatte gegeben. Hauptsächlich vom Vorkommen dieser Wasserpflanzen ausgehend, hat man eine Julitemperatur von 6—9° angenommen, zurzeit der Ablagerung der Dryastone, ja A. C. Johansen (1904) will sogar, da diese selbe Schicht auch *Anodonta* enthält, deren Nordgrenze heutzutage bei einer Julitemperatur von 13—14° liegt, daß die Dryaszeit eine Julitemperatur von 13—14° gehabt habe. Man begeht hier den Fehler, ohne weitere Lebensbedingungen in den gegenwärtigen arktischen Gegenden mit den Lebensbedingungen, welche auf viel südlicheren Breitegraden, als auch sie von der Eiszeit getroffen wurden, geherrscht haben, zusammenzustellen. Man scheint ganz zu vergessen, daß der südlichere geographische Breitegrad, unter welchem die postglazialen Süßwasserschichten in Schonen und Dänemark abgelagert worden sind, wenn auch dieses Land noch so sehr unter dem strengeren Klima der Eiszeit gelitten hat, dennoch auf Grund der größeren Sonnenhöhe und daraus folgender größerer Wärmemenge den Organismen der damaligen Zeit viel günstigere Umstände hat bieten können als die, welche die Geschöpfe der Gegenwart unter Breitegraden fristen, wo heutzutage eine Eiszeit noch herrscht. Dieses Mißverständnis zieht sich durch einen sehr großen Teil der quartärgeologischen Literatur des letzten Dezenniums und hat viel müßige Diskussion mit sich geführt. Dieser Auffassung ist 1906 zuerst Weber entgegengetreten, im selben Jahr in einer Versammlung des geologischen Vereins in Kopenhagen der Verfasser und ausführlicher in der Schwedischen geologischen Zeitschrift (W.-L. 1909 b, S. 449).

Infolge der nunmehr festgestellten Tatsache, daß die monatliche Mitteltemperatur in den südexponierten Teilen der Litoralregion höher sei als die der Luft, ist es ganz natürlich, daß man in derselben Erdschicht eine Landflora findet, die eine niedrige Temperatur, und eine Wasserflora, die eine bedeutend höhere fordert. Es besteht daher kein Hindernis dafür, daß *Dryas* und *Betula nana*, *Potamogeton*-Arten und *Anodonta* auf unseren Breitegraden in der postglazialen Zeit nebeneinander gelebt haben können. Wenn die Süßwasserorganismen heutzutage dem Vorrücken der Landorganismen gegen Norden nicht haben folgen können, sondern auf südlicheren Breitegraden haben zurückbleiben müssen, so liegt der Grund einfach darin, daß die monatliche Mitteltemperatur in der Litoralregion der Seen unter den Breitegraden, wo gegenwärtig arktische Verhältnisse herrschen, nicht höher ist als die der Luft, und weil die Natur der Seen im ganzen eine andere ist (besonders Gebirgsseen mit steilen Felsufern).

Immer mehr Forscher haben sich in der neueren Zeit dieser Auffassung angeschlossen: A. G. Nathorst (1910, S. 546) sagt, daß die Disharmonie zwischen Land- und Süßwasserflora in den postglazialen Süßwasserablagerungen „in der Tat nach dieser Erörterung ganz selbstverständlich wird“. Auch C. A. Weber (1911, S. 416) wendet diese Auffassung an gegenüber Brockmann-Jeroschs (1910) Annahme eines milderen Klimas während der größten Ausbreitung des Landeises. Weber sagt: „Die Wasserpflanzen und Wassertiere beweisen daher nichts für eine höhere Wärme des Klimas der Dryaszeit.“¹⁾ Siehe auch Krause (1910, S. 788).

¹⁾ Man hat mich aufmerksam gemacht darauf, daß die von mir gegebene Erklärung auf der Annahme beruhe, daß die Stellung der Erdachse im Weltraum und

Es ist, als ob die Natur durch Tausend und Abertausende von Jahren das für den menschlichen Gedanken unbegreifliche hoch hinaus wollende Experiment vorgenommen habe: unter übrigens gleichartigen Umständen (am Rande von mächtigen, abschmelzenden Gletschermassen) einen einzelnen Faktor zu prüfen, nämlich den Einfluß der Sonnenhöhe auf eine ungeheure Pflanzen- und Tiergesellschaft, die sie während der Quartärzeit bevölkerte, was wir heutzutage die paläarktische nennen. Magnetisch zieht das zurückweichende Eis und die damit folgenden günstigeren Klimaverhältnisse diese Gesellschaft weiter und weiter gegen Norden. Ein Teil vermag dem Eis auf dessen Rückzug in die sonnenarmen Gegenden nicht zu folgen; sie machen Halt auf unsern Breitengraden und bekommen ihre Nordgrenze am Südrand der größten Ausbreitung des baltischen Eisrandes; andere sind dagegen imstande zu folgen, aber unter dem langsamen Vorrücken gegen Norden verändern sie sich morphologisch und biologisch. Das Resultat hiervon ist das Vorkommen von Formserien, bestehend aus morphologisch und biologisch gesonderten Rassen und Arten, in der Reihenfolge von Norden nach Süden geordnet, nicht minder wichtig, nicht minder überwältigend Zeugnis ablegend von dem zurückweichenden Eis, als die Spuren, welche das Eis hinterläßt in den Glazialschrammen der Felsen und in dem System von kleinen Endmoränen, welche dessen schrittweisen, jährlichen Rückzug bezeichnen. Diese Formserien sind nachgewiesen für Daphniden und Mollusken: Farbvariationen der Haar- und Federtracht bei Vögeln und Säugetieren, in der Richtung von Süden nach Norden vorkommend, dürfen sicher vom selben Gesichtspunkte aus betrachtet werden.

Was da einem großen Teil der paläarktischen Gesellschaft der Quartärzeit während ihres Vorrückens gegen Norden half, war teils die verschiedene Art und Weise, auf welche manche ihrer Mitglieder die verschiedenen Fortpflanzungsmodi anwenden konnten (vegetative, geschlechtliche, parthenogenetische Vermehrung), teils die Fähigkeit, in den verschiedenen Entwicklungsstadien (als Eier, als Samen, als Larven, als Puppen, als Ruheknospen und als geschlechtsreife Organismen) große Variationen in den extremen Bedingungen zu ertragen.

Es ist hier nicht der Ort zu einer näheren Erörterung von all diesen Dingen; nur auf ein Verhalten, welches mit dem Hauptpunkt in dieser Abhandlung in enger Verbindung steht: den Nachweis der hohen Temperatur in der Litoralzone, wollen wir ein wenig näher eingehen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß eine bedeutendere Anzahl von Pflanzen im hohen Norden sich nur oder vornehmlich vegetativ vermehren; weiter gegen Süden bringen sie dagegen reichlich reife Samen. Auch in unserem Land gibt es einen Teil von Pflanzen, bei denen es der Fall ist. Gerade die Wasserflora enthält eine sehr bedeutende Anzahl solcher Pflanzen. Besonders sei hervorgehoben: *Sagittaria* und *Butomus* sind sehr oft unfruchtbar; *Lemna* blüht im ganzen äußerst spärlich; *Acorus* bringt nie reife Frucht; von Hydro-

die Erdbahn um die Sonne während der Eiszeit dieselbe gewesen sei wie jetzt. Wie bekannt sind es diejenigen, welche gerade in der Variation dieser Verhältnisse die Ursache für die Eiszeit suchen. Sollte diese Hypothese richtig sein, so kann die hier gegebene Erklärung kaum Anwendung finden.

charis hat man bisher nie reife Früchte gefunden und männliche Pflanzen sind selten; von *Stratiotes* findet man nur weibliche Pflanzen. Die Erklärung dieses Phänomens ist nach meiner Meinung folgende:

Es sind alles vorzugsweise Pflanzen mit südlicher Verbreitung und solche, die auch im Süden von uns nicht oder selten reife Frucht bringen. Durch Keilhacks (1897) und Hartzs (1909) Untersuchungen wissen wir nun, daß von diesen Pflanzen vor alter Zeit in Norddeutschland und hier im Land in jedem Fall zwei: *Stratiotes* und *Hydrocharis* reichlich Früchte brachten. In interglazialen Mooren findet man nämlich zahlreiche Samen von diesen zwei Pflanzen. Sie liegen zusammen mit Samen von *Brassenia*, *Trapa* u. a., Knochen von Sumpfschildkröten und südlichen Mollusken. Aus übereinstimmenden Beobachtungen von vielen weit voneinanderliegenden Lokalitäten, dürfen wir nun wohl mit Sicherheit schließen, daß die Temperatur, während welche Schichten mit dieser Fauna und Flora abgesetzt wurden, höher war, als jetzt.

Während der baltische Eisstrom unser Land bedeckte, ist dessen Fauna und Flora hier wohl zugrunde gegangen; aber ganz dieselbe bevölkerte gleichzeitig auch die norddeutsche Ebene, wovon nur der nördlichste Teil mit Eis bedeckt war. Da uns nun nichts berechtigt anzunehmen, daß diese Flora und Fauna sich nicht auf den Gebieten habe halten können, zu welchen das Eis nicht reichte, dürfen wir auch vermuten, daß sie, sobald das Abschmelzen begann, wieder nach Norden wanderte und ihre alten Gebiete in Besitz nahm; es darf keineswegs als gegeben betrachtet werden, daß die Arten auf dieser Wanderung nach Norden jetzt ihre definitive Nordgrenze erreicht haben; während der Akklimatisation können deren Temperaturoptima ferner sehr wohl nachträglich verschoben werden. — Diesem Teil der interglazialen Moor-Flora und Fauna, der so wieder nach Norden rückte, hat die Eiszeit ihre Merkmale aufgeprägt; er erreichte das jetzige Gebiet in dezimiertem Zustand und sicher vermischt mit Typen, wohl namentlich östlichen, die man so nicht fand, als sie das erste Mal ihre Heimat hier hatten. Ganz besonders war es die Vermehrungsart und Vermehrungskraft, die unter der Eiszeit umgebildet worden waren; so wie heutzutage manche von den Arten, die hier im Land reichlich Frucht bringen, in den arktischen Gegenden auf vegetative Vermehrung angewiesen sind, ging die Moor-Flora und -Fauna der Interglazialzeit auf der norddeutschen Ebene, während dieser nördliche Teil mit Eis bedeckt war, über zu vegetativer Vermehrung. Das ist dieses von der Eiszeit aufgedrückte Gepräge, das noch unsere Moorflora charakterisiert und den Ausschlag gibt in deren Unfähigkeit reife Früchte zu bringen: die Nachwirkung der Eiszeit gab für alle diese Arten ganz sicher dasselbe Hauptresultat; vornehmlich vegetative Vermehrung, aber die einzelnen Arten reagierten auf verschiedene Weise auf die Nachwirkung; einige kommen nicht zum Blühen, einige bringen sterile Früchte, einige neigen zu Parthenocarpie, wieder bei anderen ist man vorläufig gezwungen zu glauben, daß sie auf der Wanderung nach Norden unterwegs das eine Geschlecht „verlieren“ und in solchem Fall — merkwürdig genug — stets das männliche (*Hydrocharis*, *Stratiotes*).

Wenn nun diese Fauna und Flora unter den gegenwärtigen Klimaverhältnissen imstande ist, wieder so weit nach Norden zu drängen, wird sie dieses namentlich der hohen Temperatur längs den südexponierten, seichten

Küsten der Litoralregion zu verdanken haben. Gang allgemein darf man sagen, daß von unseren verschiedenen Pflanzengesellschaften keine an Üppigkeit und Gedeihen unsere Moor- und Sumpfpflanzen übertrifft; den Reichtum und die Fülle, welche diese an einem Septembertag charakterisiert, erreicht keine andere Pflanzengesellschaft unseres Landes. Studiert man das ein wenig näher, so sieht man, wie diese südlicheren Typen von Tieren und Pflanzen sich ganz wesentlich an den allerwärmsten und am meisten windbeschatteten Lokalitäten angesiedelt haben. Unseres Landes Odonaten und Wasserhemipterenfauna zählt verschiedene Formen, die ihre Nordgrenze bei uns haben. Es ist mir oft aufgefallen, in wie hohem Grad diese Formen streng an die Nord- und Nordostseiten unserer Moore und an die Nordseiten von Halbinseln in unseren Seen gebunden sind. Jahr um Jahr habe ich auf diese Art *Epi-theca* auf solch scharf begrenzten Partien von Bagsvaerdsee genommen; *Leucorrhinia caudalis* ist streng auf die Nordseiten des Funkenteichs und Karlssees beschränkt; ich habe niemals eine Larve am nordexponierten Ufer gesehen; das südexponierte ist auch ausschließlich die Fundstelle für *Ranatra linearis*.

Der abgesperrte Teil des Esromsees „Krogen“ genannt, bei Nøddeboholt, ist wohl eine von den geschütztesten Buchten, die unsere Seen aufweisen können. Hier ist der *Phragmites*- und *Scirpus*-Gürtel nach außen von einem prächtigen Gürtel von *Stratiotes* und *Hydrocharis* umrahmt, in größeren und kräftigeren Exemplaren, als ich sie von irgend einem anderen Orte kenne. Die Blätter von *Hydrocharis* sind nicht weniger als ungefähr 6 cm im Durchmesser.

Als ich Ende September die Lokalität besuchte, trug *Hydrocharis* große, reife Früchte mit schwarzen Samen, die einzigen reifen Früchte, die hier im Lande gefunden worden sind. Die Wassertemperatur stieg hier in den *Stratiotes*- und *Hydrocharistepichen*, wo kein Wind und keine Welle hingelangen konnte, am sonnenwarmen Junitag 3. VI. 1911 bis 30°. Es ist als ob unser Land an den allersonnenwärmsten Partien der Litoralregionen diese Typen, deren Frucht reife übrigens vornehmlich weiter gegen Süden vor sich geht, noch gerade zu voller Entwicklung zu bringen vermöge. An den meisten Lokalitäten müssen diese Typen sich heutzutage mit der vegetativen Vermehrung begnügen.

Ich hoffe gezeigt zu haben, daß die hohe Temperatur längs der Litoralregion südexponierter Ufer ein nicht unwichtiges Moment zum Verständnis der Form und des Verlandungsmodus unserer Seebecken, sowie auch der Biologie und Genesis von deren Fauna und Flora bildet.

Literaturverzeichnis.

1905. **Brinkmann, A.**, Studier over Danmarks rhabdocöle og acöle Turbellarier. Videnskabelige Meddelelser Köpenhavn 1906, S. 1.
1910. **Brockmann-Jerosch, H.**, Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn. Jahrb. d. St. Gallischen Naturf. Gesellschaft 1909.
1911. **Brönsted, N. J. u. Wesenberg-Lund, C.**, Chemisch-physikalische Untersuchungen in den dänischen Seen. Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. IV, S. 251.
1895. **Forel, F. A.**, Le Léman, Vol. II.

1904. **Johansen, A. C.**, Om den fossile quartäre Molluskfauna i Danmark. Dissert.
1909. **Halbfaß, W.**, Temperaturmessungen in tiefen Seen in ihrer Beziehung zur Klimatologie. Naturw. Wochenschr., Bd. VIII, S. 385.
1910. **Halbfaß, W.**, Zur Thermik der Alpanseen und einiger Seen Nord-europas. Zeitschr. f. Gewässerkunde, Bd. IX, S. 281.
1909. **Hartz, N.**, Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale Flora. Danmarks geologiske Undersøgelser, 2. Reihe, Nr. 20.
1897. **Keilhack, K.**, Über Hydrocharis. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft, Bd. II.
1910. **Kerner, A. v.**, in **Lampert, R.**, Das Leben der Binnengewässer. 2. Aufl., S. 569.
1890. **Klinge, J.**, Über den Einfluß der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer. Engler: Bot. Jahrb., Bd. XI, S. 264.
1910. **Nathorst, A. G.**, Spätglaziale Süßwasserablagerungen mit arktischen Pflanzenresten in Schonen. Verhandl. d. geol. Vereins, Bd. XXXII, S. 533.
1906. **Weber, C. A.**, Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit. Résultats scientifiques du Congrès de Bot. Vienne.
1911. **Weber, C. A.**, Sind die pflanzenführenden diluvialen Schichten von Kaltbrunn bei Uznach als glazial zu bezeichnen? Botan. Jahrb., Bd. XLV, S. 411.
- 1909a. **Wesenberg-Lund, C.**, Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers. Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. II, S. 424.
- 1909b. **Wesenberg-Lund, C.**, Om Limnologiens Betydning for Quartärgeologi. Verhandl. d. Geolog. Vereins in Stockholm, Bd. XXXI, S. 449.

Anhang.

Schon lange hat mich das eigenartige Verhalten von *Stratiotes* in bezug auf das Vorkommen der beiden Geschlechter beschäftigt: gegenwärtig kommt sie in Norddeutschland in beiden Geschlechtern vor, in Dänemark und weiter nach Norden nur mit weiblichen Blüten; in einer Interglazialzeit dagegen gab es auch in unseren Gegenden beide Geschlechter. Die allgemein angenommene Erklärung, daß zufälligerweise nur das eine Geschlecht, nicht aber das andere nach dem Norden verschleppt worden sei, versagt hier meines Erachtens vollständig. Eine solche Erklärung kann vielleicht für ein Vorkommen zutreffen wie es *Helodea* zeigt, nicht aber für eine Pflanze wie *Stratiotes*, die in Europa bis 55° nördl. Breite in beiden Geschlechtern vorkommt, nördlich davon aber nur im weiblichen Geschlecht (Über die geographische Verbreitung siehe übrigens Nolte 1825; H. de Vries 1872, S. 203; Ascher-son 1875, S. 79; Glück 1908, S. 709). Man wäre dann nämlich gezwungen anzunehmen, entweder daß der Transport von Norddeutschland nordwärts schon lange ganz aufgehört habe, oder daß in der Jetztzeit nur die weibliche nie aber die männlichen Pflanzen in nördlicher

Richtung transportiert wurden. Beide Annahmen erscheinen mir sehr unnatürlich und dies ganz besonders, wenn man sich vergegenwärtigt, daß auch andere Hydrocharitaceen z. B. *Hydrocharis* und so viel ich weiß auch *Hydrilla* an ihrer Nordgrenze nur in dem einen Geschlecht, und zwar merkwürdigerweise auch in diesem Fall im weiblichen vertreten sind. Die frühere Frage: Warum findet man von 55° nördl. Br. an nur die weiblichen Pflanzen von *Stratiotes* und *Hydrocharis*, muß nachdem Keilhack und Hartz uns gezeigt haben, daß die Samen dieser Pflanzen in interglazialen Torfschichten zu finden sind, in der Weise abgeändert werden: Warum und in welcher Weise ist die männliche Pflanze aus den nördlichen Teilen des Verbreitungsbezirkes der Art seit der Interglazialzeit verdrängt worden, während die weibliche sich hier noch findet?

Die Annahme, daß alle die Samen der interglazialen Torfschichten parthenogenetisch produziert worden sind, finde ich, selbst wenn die Hydrocharitaceen auch anderswo in der Jetztzeit parthenogenetisch Samen hervorbringen, recht unnatürlich. Jedenfalls drängt sich dann nur eine andere Frage hervor: Warum produzierte *Stratiotes* bei uns in der Interglazialzeit schwarze, reifaussehende, parthenogenetische Samen, während solche hier nicht mehr zur Entwicklung kommen?

Eine zufällige Beobachtung gab mir Veranlassung, mich lange mit dieser merkwürdigen Pflanze zu beschäftigen, und ich habe mir in der Folge eine von früheren Untersuchern verschiedene Auffassung und Erklärung der obigen Erscheinung gebildet. Selbst wenn meine Auffassung nicht richtig ist, dürften doch die Beobachtungen hoffentlich ihren Wert bewahren und zu diesem kleinen Anhang berechtigen.

Am 9. April 1910 wurden in einigen nordseeländischen Moorteichen, zwischen anderen angeschwemmten Pflanzen, einige eigentümliche, zugespitzte, rostrote ca. 10–30 mm lange Dauerknospen gefunden. In Aquarien gebracht, gaben sie bald kleine, schöne, schwebende oder an der Oberfläche schwimmende *Stratiotes*-Pflanzen. Ich war nicht wenig verwundert, als ich später sah, daß diese Knospen in der dänischen Literatur nirgends erwähnt werden, und daß die dänischen Botaniker als ich ihnen dieselben zeigte, erklärten, sie seien ihnen unbekannt. Später zeigte es sich, daß diese Knospen vielleicht (siehe später) von Nolte beobachtet worden waren; Glück dagegen hat sie sicherlich gesehen, deutet sie aber in einer anderen Weise.

Alle 14 Tage wurden nun während zweier aufeinander folgender Jahre die *Stratiotes*-moorteiche regelmäßig besucht. Bestimmte Pflanzen wurden markiert und an Ort und Stelle regelmäßig untersucht. Im

Gewächshaus des botanischen Gartens in Kopenhagen wurden die Dauerknospen in einem Gefäß bei südeuropäischer Temperatur ausgesät und während $1\frac{1}{2}$ Jahren beobachtet; in drei Teichen wo *Stratiotes* früher sich nicht fanden, wurden die Dauerknospen ausgesät und ihr Verhalten weiter verfolgt.

Im März und April finden die Dauerknospen von *Stratiotes* sich in den Moorteichen zu Tausenden zusammen mit den Dauerknospen von *Myriophyllum*, *Utricularia*, *Hydrocharis*, mit den überwinterten losgerissenen Sprossen von *Calla palustris*, den Stengelknoten von *Cicuta*, mit *Lemna*arten etc.

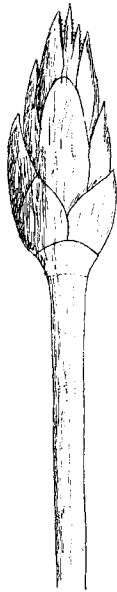


Fig. 1. Langgestielte Knospe,



Fig. 2. Dauerknospe
von *Stratiotes aloides*

In dem angeschwemmten Pflanzenmaterial sind sie ebenso häufig, wie die Knospen von *Myriophyllum* u. a.; mir ist es nur unbegreiflich, daß sie bei uns früher nie beobachtet worden sind. Um das weitere Schicksal dieser Dauerknospen näher zu studieren müssen wir uns erst den Mutterpflanzen zuwenden.

Hier im Lande produziert *Stratiotes* zweierlei vegetative Seiten sprosse, eine gestielte Form (Fig. 1 u. 2), die mit der Mutterpflanze wenigstens bis zum nächsten Sommer in Verbindung bleibt und eine ungestielte, die sich im Spätherbst durch ein Trennungsgewebe von der Mutterpflanze ablöst. Übergänge zwischen diesen zwei Sprossen

finden sich hier im Lande, wenigstens in meinem Untersuchungsgebiet nicht. Aus der gestielten Form entsteht eine neue weibliche Pflanze. Aus der sitzenden eine, wenigstens bei uns bisher unbekannt gebliebene und, wie ich glaube, auch anderswo mißdeutete Dauerknospe. Es scheint, als ob die Pflanze bei uns überall in den Mooren diese zwei ganz verschieden aussehenden Sprosse entwickelt, in den Seen ist es aber etwas anderes. Ein Teil des Furesees ist auf dem Boden (2—4 m) mit einer unterseeischen Wiese von *Stratiotes* bedeckt, vgl. Caspary (1860, S. 294); diese Pflanzen, die Sommer und Winter beinahe vollständig unverändert aussehen, scheinen sich nie bis an die Oberfläche zu heben, sie blühen nicht und entwickeln keine Dauerknospen; sie sind die kräftigsten *Stratiotes*-Pflanzen die ich kenne; Durchmesser der Rosette ungefähr $\frac{3}{4}$ m. —

Bekanntlich erzeugen bei *Stratiotes* nur wenige Blätter Knospen in ihren Achsen, dagegen entwickeln sich oft mehrere in derselben Blattachsel; diese Sprosse (cf. Raunkiaer 1895—99, S. 130) sind sympodial verzweigt. Nahe am Zentrum der Mutterachse finden sich immer nur die langgestielten Knospen; mehr gegen die Peripherie entwickelt sich schon von Anfang August an auch ungestielte; sie sitzen bald allein in einer Blattachsel, bald zusammen mit einer gestielten (Fig. 3); ja in derselben Blattachsel kann gleichzeitig auch der Blütenstand stehen; mehrmals habe ich auch bis 7 Dauerknospen in einer Blattachsel gesehen, dann war aber auch die Pflanze ganz deformiert.

Die gestielten Knospen haben bei uns gar keine eigentliche Ruheperiode; von Anfang an sind sie grün, sie entfalten den ganzen Sommer und Herbst ihre Blätter; wenn die Pflanze im Spätherbst hinuntersinkt, ragen sie lotrecht aufwärts, selbst im Winter scheint es mir, daß sie sich, obwohl langsamer, weiter entwickeln. Vom April an entwickeln sie sich schnell weiter; die Stiele biegen sich horizontal auswärts, die Wurzeln sprossen hervor und die Pflanze steigt wieder in die Höhe. An der Oberfläche angelangt, lösen die nun großen Rosetten sich im Mai-Juni oft von der Mutterpflanze ab, und in demselben Jahre entwickeln sie ihre Blüten. Durch diese zahlreichen von den langgestielten Knospen herrührenden Rosetten werden viele nordseeländische Moor-teiche im Juli bis August in wahre *Stratiotes*-wiesen umgebildet. Schon während sie in Verbindung mit der Mutterpflanze sind, entwickeln diese Knospen neue Sprosse. Im Oktober und November sinken die Teppiche unter; teil ist dies wirklich der Fall, weil sie mit Kalkablagerungen und Detritus bedeckt schwerer werden, teils scheint es nur so, weil die Wasserhöhe in den Mooren oft im Spätherbst steigt, ohne daß

daher die dann oft verankerten Pflanzen den Abstand von dem Boden ändern; wo viele Schnecken vorhanden sind, werden die Pflanzen stark abgefressen; alle die jungen, über das Wasser aufragenden Triebe werden abgefressen; auch dabei bekommt man leicht den Eindruck, daß die Pflanzen untersinken. Auf dem Boden der Moorteiche halten die Pflanzen sich den ganzen Winter schön frisch; es scheint aber, als ob

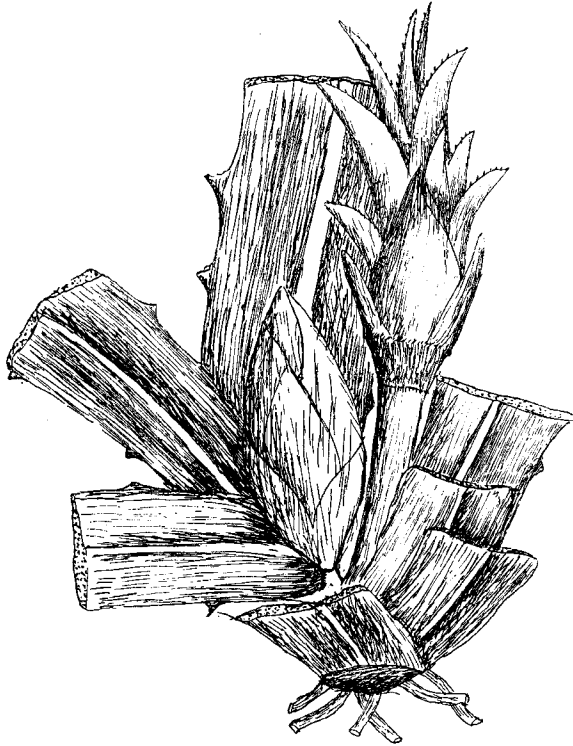


Fig. 3. Ein Teil einer Stratiotespflanze; die meisten Blätter nicht gezeichnet oder durchgeschnitten; man sieht die Dauerknospe und die langgestielte Knospe
November 1911.

die Wurzeln im Winter eingehen und erst nächstes Frühjahr an der Oberfläche des Wassers wieder gebildet werden. Jede einzelne Blattrosette ist besonders in tiefen Moorteichen sicherlich mehrjährig, und blüht mehrere Jahre nacheinander. Bekanntlich und wie schon oben hervorgehoben, produzieren die langgestielten Sprosse nur weibliche Blüten; merkwürdig ist es, daß die Pflanze oft 5—7 Blütenknospen hervorbringen; von diesen kommen aber nur 2—3 zur Entwicklung; die übrigen bleiben unentwickelt den ganzen Winter auf der Pflanze sitzend und verwesen

erst vollständig im nächsten Frühjahr. Sehr interessant ist es auch, daß der Fruchtknoten, trotzdem die Blüten nie bei uns befruchtet werden, sehr oft beinahe die volle Größe einer reifen Frucht erreichen kann (Parthenokarpie); dennoch habe ich in demselben nie Samen gesehen. — Die Lebensgeschichte der aus Dauerknospen entstandenen Pflanzen ist eine ganz andere. Die meisten Knospen lösen sich schon im Spätherbst mittelst eines Trennungsgewebes von der Mutterpflanze ab, einige sinken zu Boden, andere steigen an die Oberfläche, wo sie zwischen *Lemna* lagern und später im Eise einfrieren; andere aber werden, trotzdem sie nicht mehr in Verbindung mit der Mutterpflanze sind zwischen den Blättern derselben eingeklemmt und bleiben, aber ohne sich weiter zu entwickeln, zwischen denselben den Winter über sitzen. Im April öffnen sich alle diese Knospen; die, welche auf dem Boden oder auf den



Fig. 4. Keimende Dauerknospenpflanze (abgelöster männlicher Sproß?) von *Stratiotes*, April 1911.

Pflanzen saßen, steigen aufwärts. Dauerknospen, die man im November sammelt und ins Aquarium bringt, liegen den ganzen Winter ohne sich weiter zu entwickeln. Zu Tausenden stehen nun im April diese kleinen, außerordentlich niedlichen Rosettenpflanzen (Fig. 4) vollkommen schwebend in den mittleren Wasserschichten oder bilden oft einen breiten Saum dem Ufer entlang. Die kleinen Pflanzen sind durch ihre rostrote Farbe und ihre drei sehr breiten schuppenähnlichen, nicht bedornen Niederblätter gut charakterisiert, auch ist die Hauptachse hinten zugespitzt und zeigt deutlich die Narbe, wo die Pflanze von der Verbindung mit der Mutterpflanze sich gelöst hat.

Sehr schnell entwickeln sich nun einige lange, schwach bedornete, biegsame, beinahe lineare Blätter. Die dänischen Botaniker, denen ich diese Pflanzen gezeigt habe, sagten mir, daß sie nie solche *Stratiotes*-pflanzen gesehen hätten.

Es scheint nun, daß diese Pflanzen sich vom Juni an nicht weiter entwickeln; sie liegen in Mengen zwischen den großen *Stratiotes*-pflanzen,

können langgestielte, schwache Sprosse bilden, entwickeln im Oktober-November Dauerknospen, und sinken dann zu Boden; mit dem Rechen habe ich sie von dort unter dem Eise im Winter und im Frühjahr aufgefischt, sie waren dann alle abgewelkt, oder wenigstens halb welk, und gingen in den Aquarien immer ein. Überall in ihren ursprünglichen Standorten in Moorteichen, im Gewächshaus und in meinen Versuchsteichen war das Resultat dasselbe. Ich habe daher den Eindruck bekommen, daß die allermeisten Dauerknospenpflanzen hierzulande als ganz kleine Pflanzen zugrunde gehen und wahrscheinlich nie Blüten bilden. Sicher ist jedenfalls, daß die im Herbst entwickelte, langgestielte Knospe im nächsten Juni eine blühende kräftige Pflanze produziert, während die sitzende Dauerknospe dagegen, die gleichzeitig erschienen ist, dann nur eine kleine schwache Pflanze ohne Blütensprosse entwickelt. Ob die von den Dauerknospen entwickelten Pflanzen nie zu großen Pflanzen aufwachsen, wage ich nicht mit Sicherheit zu behaupten. Man findet dann und wann in den Mooren große Pflanzen mit sehr weichen zurückgebogenen Blättern; es scheint als ob diese Pflanzen nicht an die Oberfläche steigen, und daß sie nie blühen. Mehrmals habe ich auch Teiche gefunden, wo der Boden mit solchen Pflanzen bedeckt war, und wo *Stratiotes* nicht blühte.

Es fragt sich nun noch: Wie verhält es sich mit den Dauerknospen in den Gebieten, wo beide Geschlechter auftreten; aus der Literatur kann man darüber leider kein klares Bild gewinnen.

Nolte (1825, S. 4) sagt, daß die Knospen im Herbst eine eiförmige Gestalt annehmen, meint aber, daß auch diese Knospen später gestielt werden und neue Ausläufer bilden. Er sagt nicht, daß diese eiförmigen Knospen gestielt sind, sondern gibt nur an, daß Knospen, die man mit Gewalt von der Pflanze ablöst, an die Oberfläche steigen und sich dort weiter entwickeln.

Schenk (1886, S. 95) sagt über *Stratiotes* ausdrücklich, daß sie nach Nolte nicht als geschlossene Knospen überwintern soll. Glück (1908, S. 702) gibt an, daß der Stiel sehr kurz sein kann, daß ein Trennungsgewebe sich ausbildet und daß die Knospen abgestoßen werden können. Die Knospen treiben umher und im Frühling entstehen kleine Pflanzen, die man zwischen den älteren findet. Er bildet eine dieser Knospen mit kurzem Stiel ab, und diese Knospe ähnelt in hohem Grade, den von mir erwähnten Dauerknospen. Trotzdem also Glück die Hauptpunkte in der obengenannten Darstellung gesehen hat, ist seine Auffassung doch von der meinigen sehr verschieden. Er betrachtet nämlich alle die auf der Mutterpflanze im Herbst sich befindenden

Knospen, die gestielten wie die ungestielten als Dauerknospen; er sagt, daß das Auskeimen aller dieser Turionen „zumeist zu einer Zeit stattfindet, wo dieselben noch mit der Mutterpflanze in Verbindung stehen, was bei typischen Turionen nicht der Fall zu sein pflegt“ (1906, S. 89); siehe auch Gräter in Kirchner, Löw und Schröter (1908, S. 702). Die scharfe Grenze, zwischen stiellosen, abfallenden Dauerknospen und langgestielten Knospen, welche die Verbindung mit der Mutterpflanze bewahren, und in mehr oder weniger entfaltetem Zustand auf ihr überwintern, sieht Glück nicht. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß Glücks Darstellung für mein Untersuchungsgebiet nicht paßt; ebenso unzweifelhaft ist es sicherlich auch, daß die meinige nicht mit den Verhältnissen in dem Gebiete Glücks übereinstimmt.

In den Gebieten, wo beide Geschlechter vorkommen, fehlt uns noch eine genau durchgeführte Untersuchung über die verschiedenen vegetativen Sprosse von *Stratiotes*. Kann auch hier eine scharfe Trennung zwischen gestielten und ungestielten Knospen konstatiert werden, entwickeln sich die Pflanzen, die aus diesen entstehen, gleich schnell, und geben sie beide sowohl männliche als auch weibliche Blüten? Hierüber wissen wir vorläufig nichts.

Ehe ich wage, von meinen eigenen Beobachtungen ausgehend, eine Arbeitshypothese vorzulegen, möchte ich noch die Hauptpunkte in der Biologie von *Stratiotes* kurz rekapitulieren.

I. Es wird angegeben, daß *Stratiotes* an seiner Nordgrenze 68° nördl. Br. überhaupt nicht blüht; hier vermehrt die Pflanze sich nur vegetativ; ob sie hier Dauerknospen bildet, ist unbekannt. Mehr gegen Süden bis 56° nördl. Br. finden sich nur Pflanzen mit weiblichen Blüten; die männliche Pflanze ist unbekannt in diesem Gebiet; wenigstens in den nordseeländischen Moorteichen, besteht ein scharfer Unterschied zwischen gestielten Knospen, die ohne Ruhestadium sich weiter entwickeln und den nächsten Sommer, nachdem sie sich von der Mutterpflanze abgelöst haben, Blüten und zwar immer nur weibliche hervorbringen, und anderseits Dauerknospen, die sich im Herbst von der Mutterpflanze ablösen um sich erst im Frühjahr nach einer langen Ruheperiode weiter zu entwickeln. Aus diesen Knospen entstehen nur ganz kleine schwache Pflanzen, die so weit ich sehen kann, beinahe alle im Laufe des Jahres zugrunde gehen und bei uns nie blühen.

Von 56° nördl. Br. an nach Süden kommen beide Geschlechter vor; es scheint, als ob hier der große Unterschied zwischen gestielten sich gleich weiter entwickelnden Knospen und ungestielten Dauerknospen

nicht besteht, und daß sie hier mehr ineinander übergehen; nähere Untersuchungen fehlen.

II. Wir wissen, daß die männlichen Pflanzen in der Jetztzeit erst in den Ländern auftreten, die nahe am Südrand des baltischen diluvialen Eisstroms liegen; nördlicher finden sie sich nicht. Andererseits müssen wir, weil die Samen sich in den norddeutschen und dänischen interglazialen Mooren zahlreich finden, vermuten, daß auch hier in einer Interglazialzeit beide Geschlechter einheimisch gewesen sind.

III. Die Eigentümlichkeit, daß die ♂ Pflanze im ganzen eine südlichere Ausbreitung hat als die ♀ Pflanze, deutet daraufhin, daß sie, um ihre Blüten hervorzubringen, eine höhere Temperatur erfordert, als die ♀ Pflanze.

IV. *Stratiotes* zeigt in seiner Biologie mehrere Züge, die darauf hindeuten, daß sie hier im Lande unter ungünstigen Verhältnissen lebt. Besonders darf hervorgehoben werden, daß die weibliche Pflanze oft 5—7 Blütenstände produziert; von diesen erreichen aber nur zwei höchstens drei ihre volle Entwicklung.

V. Wie es sich auch bei uns mit dem Verschwinden des männlichen Geschlechts verhält, das eigentümliche Verhältnis, daß die weibliche Pflanze ihre Fruchtknoten, trotzdem daß sie nur Samenanlagen enthalten, doch beinahe zu ihrer vollen Entwicklung bringt, deutet darauf hin, daß sie die Bestäubung noch nicht allzulange entbehrt hat.

Meine Arbeitshypothese ist nun die folgende:

Stratiotes ist eine Pflanze mit zweierlei geschlechtsprädestinierten Sprossen, die einen sind langgestielt und tragen immer weibliche Blüten; die anderen, die ungestielt sind, bilden sich in großen Teilen des Areals zu einer Dauerknospe um; dadurch sind sie in ihrer Entwicklung gehemmt, bringen keine Blüten hervor, und können sich daher nicht als das, was sie faktisch sind, nämlich männliche Sprosse dokumentieren. Die obengenannten schwach entwickelten, ganz submersen Pflanzen sind also die unentwickelten männlichen Pflanzen. Ist diese Auffassung richtig, dann ist *Stratiotes* nicht als zweihäusig, sondern als einhäusig anzusehen. Daß der männliche Sproß wegen seiner Umbildung zur Dauerknospe abfällt, ist etwas sekundäres, das nicht dazu berechtigt, die Pflanze als zweihäusig anzusehen.

In der Interglazialzeit, als die Temperatur wärmer war, konnte die Pflanze in Norddeutschland und auch bei uns beide Sprossen zu Blüten entfalten; meiner Meinung nach ist es die nach der Interglazialzeit eintretende Klimaverschlechterung, die den männlichen Sproß in eine

Dauerknospe umgewandelt hat, und ihn dabei in solchem Grade abgeschwächt hat, daß er nicht mehr seine Blüten zur Entwicklung bringen konnte. Am Rande des baltischen Eisstromes treten noch beide „Geschlechter“ auf; wie es sich hier mit den Dauerknospen verhält, wissen wir nicht.

Wie gesagt, meine Auffassung ist nur als eine Idee, höchstens als eine Arbeitshypothese anzusehen. Sie ist vielleicht zu kühn; als Zoologe bin ich wahrscheinlich nicht imstande, die Schwierigkeiten genug zu beurteilen. Wenn sie überhaupt gedruckt wird, ist es deshalb, weil sie durch Untersuchungen hier im Lande nicht weiter geprüft werden kann, sie muß in Gegenden und Gewässern, wo beide Geschlechter nebeneinander vorkommen, geprüft werden. Sie erscheint ferner nur als ein Anhang zu einer anderen Arbeit, nicht als eine selbständige. Selbst wenn die Idee unrichtig ist, so hoffe ich doch, daß die Publikation durch die neuen Beobachtungen gerechtfertigt erscheint. Die größte Schwierigkeit für meine Auffassung liegt wohl darin, die Sprossen *Stratiotes* als geschlechtsprädestiniert anzusehen; doch haben die Botaniker mir gesagt, daß diese Annahme nicht „unerlaubt“ ist.

Das Resultat neuer phytopaläontologischer Untersuchungen, zusammengehalten mit der Tatsache, daß wir hierzulande nur noch weibliche Pflanzen haben, erfordert neue Forschungsbahnen um dies eigentümliche Verhältnis zu verstehen; die alten führen nicht zum Ziel; ob die von mir betretene die richtige ist, können nur Untersuchungen anderswo zeigen.

Die Hauptabhandlung (S. 287—306) erschien erst in „Biologiske Studier tilegnede Warming København 1912“; sie wurde auf die Verlassung des Herrn Prof. C. Schröter von Dr. Steiner, Assistent am Botanischen Institut der eidgenössischen technischen Hochschule Zürich übersetzt; weil ich noch die Frühjahrsbeobachtungen im Jahre 1912 wünschte, wurde der *Stratiotes*abschnitt erst jetzt publiziert.

Süßwasserbiologisches Laboratorium Dänemarks,
10. April 1912.

Literaturverzeichnis.

1875. **Ascherson, P.**, Die geographische Verbreitung der Geschlechter von *Stratiotes aloides* L. Verhandl. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg, Bd. XVII, S. 80; Sitzungsber. d. Gesellschaft naturforsch. Freunde, Berlin 1875, S. 101.

1860. **Caspary, R.**, Über das Vorkommen der *Hydrilla verticillata* Casp. in Preußen. Verh. d. naturf. Vereins Königsberg, S. 294.
- 1905—1906. **Glück, H.**, Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Teil I 1905, Teil II 1906.
1908. **Kirchner, O., Löw, E., Schröter, C.**, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. I.
1825. **Nolte, E.**, Botanische Bemerkungen über *Stratiotes* und *Sagittaria*. Kopenhagen.
- 1895—1899. **Raunkiaer, C.**, De danske Blomsterplanters Naturhistorie. Bd. I, Köbenhavn.
1896. **Schenk, H.**, Die Biologie der Wassergewächse.
1872. **Vries, H. de**, Over de geographische Verspreiding van *Stratiotes aloides* L. Nederland. Kruidk. Archief, I, S. 203.

Summary.

Explorations carried on in different lakes and ponds of North Zealand clearly show, that in early spring the temperature of water along the south exposed shores, owing to the influence of the sun, by far exceeds that of the north exposed shores.

During summer the prevailing temperatures of the former are considerably higher than those of the pelagic region. In the preceeding it has been emphasized, that this heating up of the broad littoral region of the shallow Baltic lakes is of relatively great importance as to the general thermic conditions of the lake.

It influences the organic life of the lake and also has a geological signification. The wanderings of the littoral fauna in spring from the deeper parts of the lakes to the south exposed shores may be referred to the same cause. Further the rapid evolution of many fresh-water organisms derived from eggs in the first days of May having already finished their metamorphosis in June-July. The higher temperature also favours the development of the eggs of many fresh-water organisms deposited on the sunny shores. The plancton is influenced in as much as the different hibernating stages (*Ephippia*, resting eggs etc.) are developed here; later on the young animals repair to the pelagic region. Owing to the high temperature along the shore many southern types can find a home in sheltered places of our lakes. As regard the vegetation it shall here only be noted, that in early spring it is far more developed on the south exposed shore than on the opposite shore. In accordance with this more abundant organic life the filling up of the lakes proceeds faster on the northern than on the southern shores of the lakes consequently; the diminution of the free-water areas does not always accord with the direction of the prevailing winds.

In continuance of the above temperature studies I have tried to explain the often discussed phenomenon that land plants (*Dryas*, *Betula nana* etc.) which demand low temperatures are found in layers along with lacustrine animals requiring much higher temperatures (*Potamogeton*, *Anodonta* o. a.). —

Finally in an appendix I have endeavoured an explanation of the peculiar fact, that *Stratiotes*, which in inter-glacial strata are represented by ripe seeds, now-a-days in most of the Baltic lakes is only met with in one sex namely the female sex. —
