

# INTERNATIONALE REVUE DER GESAMTEN HYDROBIOLOGIE UND HYDROGRAPHIE

UNTER MITWIRKUNG VON

ALBERT FÜRST VON MONACO, ALEXANDER AGASSIZ,  
CARL CHUN, F. A. FOREL, VIKTOR HENSEN, RICHARD  
HERTWIG, SIR JOHN MURRAY, FRITJOF NANSEN, OTTO  
PETTERSSON, AUG. WEISMANN

HERAUSGEGEBEN VON

BJÖRN HELLAND-HANSEN (BERGEN), GEORGE KARSTEN  
(BONN), ALBRECHT PENCK (BERLIN), CARL WESENBERG-  
LUND (HILLERÖD), RICHARD WOLTERECK (LEIPZIG) UND  
FRIEDRICH ZSCHOKKE (BASEL)

REDIGIERT VON

R. WOLTERECK

I. BAND: 1908



LEIPZIG 1908/9 :: VERLAG VON  
DR WERNER KLINKHARDT

# Mitteilungen aus dem biologischen Süßwasserlaboratorium Frederiksdal bei Lyngby (Dänemark).

## I. Die littoralen Tiergesellschaften unserer größeren Seen.

### a) Die Tiergesellschaften des Brandungsufers.

Von

**Dr. Wesenberg-Lund.**

Mit 34 Figuren im Text.

In den letzten Jahren habe ich versucht, meine Beobachtungen und Betrachtungen über das Süßwasserplankton in einer größeren Arbeit: Plankton investigations of the Danish lakes (1904—1908) zu sammeln. Auf meinen zahlreichen Exkursionen habe ich mit immer steigendem Interesse meine Aufmerksamkeit auf die von den Limnologen so merkwürdig vernachlässigten Littoralregion der größeren Seen gerichtet, namentlich weil ich, wie ich im zweiten Teil meiner Planktonuntersuchungen dargestellt habe, die Littoralregion als die Heimat des größten Teiles des Süßwasserplanktons betrachte.

Ich beabsichtige zunächst einzelne Schilderungen von dem Tier- und Pflanzenleben der Littoralregion zu geben. Eine allgemeine Schilderung der Lebensverhältnisse kann erst später gegeben werden.

Die Littoralregion bietet nicht wie die pelagische Region gleichartige Verhältnisse. Dementsprechend gliedert sich das Tier- und Pflanzenleben in mehrere scharf gesonderte Gesellschaften. Ich kenne vorläufig folgende littorale Tiergesellschaften:

1. Die Tiergesellschaft der Brandungszone (Stein- und Sandfauna).
2. " " " Scirpus-Phragmiteswälder.
3. " " " Potamogetonzone.
4. " " " Charazone.
5. " " " Schlickablagerungen.
6. " " " Detritusanhäufungen.

Ich gedenke im Folgenden eine Schilderung der Tiergesellschaft der Brandungszone zu geben. Eine allgemeine Schilderung der gesamten Biologie aller dieser Tiere liegt allerdings außer meiner Absicht, dagegen

möchte ich gern auf mir bekannte, bisher unbeachtete mehr spezielle Verhältnisse aufmerksam machen. — Die meisten Beobachtungen sind an den Ufern des Fursees und Esromsees angestellt, wo die Verhältnisse regelmäßig zu allen Jahreszeiten studiert sind; sie sind durch Beobachtungen von Sommerexkursionen von den allermeisten unserer größeren Seen ergänzt. Wie groß die Gemeingültigkeit der Beobachtungen ist, weiß ich nicht; besonders betrifft das die Darstellung der mit den Jahreszeiten wechselnden Steinflora. Auf dieser Flora möchte ich die Aufmerksamkeit der Botaniker besonders hinlenken; eindringende Studien hierüber liegen mir als Zoologen fern.

An den Brandungsufern unserer Seen findet man zweierlei Boden: Steinboden und Sandboden.

Wenn man einen Herbsttag, in heiterem Sonnenschein und Windstille an den Brandungsküsten einer unserer größeren Seen — z. B. Fursee — wandert, und seine Aufmerksamkeit auf die Steine und das Leben, das sich teils an, teils unter denselben regt, richtet, wird man bald eine individuenreiche aber recht artenarme Gesellschaft von Tieren kennen lernen. Wenn man dagegen an einem stürmischen Tag denselben Weg geht, wenn die Wellen hoch über die normale Uferlinie gehen, und der Wind den weißen Schaum in Wällen am Ufer entlang hinauswirft, dann sieht man von jener Fauna natürlich nur wenig. Man fragt sich selbst, wo hat jenes Tierleben mit allen seinen langsam herumkriechenden Tieren Schutz gesucht? Gegen diese Wellen, die jedes Boot gegen die Steine zerschmettern und Sand und Lehm über die Steine peitschen, kann diese Fauna doch unmöglich Stand halten. Wenn man dann nach dem Sturm denselben Weg wandert, und die oft meterhohen Anhäufungen von Detritus, abgerissener Vegetation, Sand etc. untersucht, erwartet man die Repräsentanten jener Formen darin zu finden. Dem ist im allgemeinen nicht so. Von lebendigen Neritinen sieht man nur sehr wenige; die Phryganeen und andere Insekten fehlen ganz, und so verhält es sich auch mit allen den übrigen Tieren. Nur im Winter, wenn das Eis und nicht die Wellen die erodierende Kraft bilden, sind die Detritusanhäufungen reichlich mit jenen Brandungstieren durchsetzt; dann können die Limnäen, Neritinen, Phryganeen mit den zerschmetternen Kalkinkrustationen zusammen (siehe später) einen großen Bruchteil der Anhäufungen ausmachen. Sie werden hier von den Eisschollen hinaufgeworfen und zwischen ihnen abgelagert; beinahe die ganze Fauna der Detritushaufen erfriert, stirbt ab und wird in gefrorenem Zustande konserviert. Im Frühjahr, wenn alles wieder auftaut, tauen auch die Leichname auf und werden nun als verwesende, gallertartige Massen den Küsten entlang gefunden. Aus den Gehäusen der Schnecken, der Anodonten, der Phryganeen quillt diese Gallerte hervor; bei den Quellungsprozessen treten die organischen Reste aus den Gehäusen hervor, runden sich zu Kugeln ab und können dann im April und den ersten Tagen des

Mai einen ganzen Saum von bis wallnußgroßen Gallertkugeln längs unserer Küsten bilden.

Während der übrigen Jahreszeiten findet man, wie gesagt, von jener Brandungsauna in den Detritushaufen durchaus nichts. Daß die Tiere, die alle nur ein sehr schwaches Bewegungsvermögen haben, imstande wären, sich, wenn die Stürme beginnen, entgegen der Kraft der Wellen zu flüchten, ist höchst unwahrscheinlich; man kann sich auch leicht überzeugen, daß dieses nicht der Fall ist; die Brandungstiere finden sich (wenigstens im Sommerhalbjahre und wenn man von den Mollusken absieht), nicht über ca.  $1\frac{1}{2}$  m Tiefe hinaus.

Wo sind also die Tiere? Ja, wenn man den Elementen Trotz bietet und in Gummi gekleidet in die Brandung hinein wadet, dann lernt man, daß hier, wo man selbst nur schwer stehen kann, die Tiere sich ganz ruhig halten; sie sitzen auf oder unter den Steinen ganz wie bei ruhigem Wetter. Die Wellen gehen über ihre Köpfe hin, ohne die Tiere loszureißen, oder herumwälzen zu können.

Wenn man nun diese Gesellschaft näher untersucht, lernt man, daß gemeinschaftliche äußere Lebensbedingungen, und zwar in erster Linie die umstürzende und mit sich reißende Kraft der Wellen an diesen Tieren, die durchaus nichts miteinander zu tun haben, gewisse gemeinschaftliche, äußere Charakterzüge hervorgerufen haben, die alle als Anpassungen an das Leben in der Brandungszone anzusehen sind.

Wenn man, trotzdem daß die baltischen Seen zum Teil von gut ausgerüsteten Stationen studiert worden sind, von jener Brandungsauna bisher nur wenig weiß, so hängt dies vielleicht zum Teil damit zusammen, daß sie, wenigstens bei uns, nur in einer kurzen Zeit des Jahres von den Ufern ab studiert werden kann. Dieses hängt mit den regelmäßigen jährlichen Schwankungen in der Wasserhöhe der Seen zusammen. Oft variiert sie z. B. im Furseer im Laufe des Jahres mindestens 1 m. In Seen der Ebenen, wo die Tiefe der Seen nur gering ist, und wo die Ufer nie schroff, sondern ganz leise gegen die tiefste Stelle des Sees abfallen, heißt dies, daß die Breite der trocken gelegten Uferzone zu den verschiedenen Jahreszeiten eine außerordentlich verschiedene ist. Die Uferregion ist bei uns am breitesten im Oktober-November, dann steigt das Wasser oft ein wenig; am häufigsten gefrieren unsere Seen jedoch bei dem niedrigsten Wasserstand; wenn sie dann im Frühjahr auftauen und große Wassermengen von dem schmelzenden Schnee in die Seebecken gelangen, steigen die Seen, und die trocken gelegte Uferzone erreicht dann plötzlich, d. h. in wenigen Wochen, ihre minimale Breite. Diese hält sich oft beinahe unverändert bis Juni; dann wächst, natürlich am meisten in trockenen Sommern, die Uferzone mit der Verdampfung des Wassers beträchtlich. In den Monaten Juli—Oktober wächst die Breite der Uferzone oft beinahe um 20 m.

Es versteht sich von selbst, daß die Ufertiere, die unter dem Eise in ihre mehr oder weniger ausgeprägte Winterruhe eingegangen sind, wenn der See wieder aufbricht, eine viel größere Strecke zwischen ihren Winterquartieren und dem trockenen Ufer vorfinden als im Herbst.

Die allermeisten der Tiere kümmern sich aber nicht darum; sie bleiben in der gleichen Zone (nun in einer Tiefe von ca. 1 m) wo sie vom Eise, als der Wasserstand nur wenige Zentimeter hoch war, überrascht wurden. Wenn man daher in der Zeit April bis Juli die Ufer untersucht, bekommt man den Eindruck, daß dieselben und speziell die sandigen und steinigen Teile, d. h. die eigentliche Brandungsküste, beinahe unbewohnt ist. Nur die Planarien, die wahrscheinlich ihrer Fortpflanzung wegen, die in den ersten Frühjahrstagen an den seichtesten Stellen stark erhöhte Temperatur aufsuchen, ferner die Tiere mit großem Bewegungsvermögen, wie die Amphipoden und einige Ephemeridenlarven, wandern mit den Wellen landwärts. Die übrigen Brandungstiere halten sich in tieferem Wasser auf. — Die einwandernden Tiere stoßen mit denjenigen Teilen der Landfauna zusammen, die unter den Steinen und in den Detritusanhäufungen auf trockenem Lande überwintert haben: Fliegenlarven speziell Tipulidenlarven, bestimmte Spezies von Juliden und Lumbriciden, *Allurus tetraëdrus*, verschiedene Käfer mit ihren Larven (*Odacantha*, *Omphron*, Arten von den Genera *Chlaenius*, *Bombidium*, *Stenus* und andere Staphyliniden u. a.) *Salda* und *Succinea*.

Mehrere dieser Landtiere werden von dem Wasser überrascht und leben Monate lang im Sande mit ca. 1—2 dm Wasser über sich. Dies gilt besonders für die Tipulidenlarven, deren Gänge im Frühjahr die überschwemmten Sandebenen des Fursees in allen Richtungen durchkreuzen. Ihr eigentümliches Respirationssystem, das so viel ich weiß noch nicht genügend untersucht wurde, ist in Übereinstimmung mit ihrer amphibischen Lebensweise gebaut; sie sind im Frühjahr ein wichtiges Nahrungsmittel der Sumpfvögel, der Möven und der Krähen, deren Fußspuren man überall an den sandigen Uferstrecken sieht.

Erst wenn das Wasser zu sinken beginnt, kann man die eigentliche Brandungsauna vom Ufer aus erreichen und studieren; die beste Zeit ist immer September–Oktober, wenn das Wasser am seichtesten ist; dann findet sich an den Steinen und im Sande ein reges Leben.

Ehe wir nun zu einer mehr eingehenden Schilderung der einzelnen Komponenten der Brandungsauna übergehen, werden wir erst kurz einige Beobachtungen über die verschiedenen Bodenarten des Brandungsufers: der Steinufer und der Sandufer mit ihrer recht verschiedenartigen Vegetation mitzuteilen haben.

## Der Steinboden.

Überall in unseren Seen, wo die Wellen die schroffen Küsten der Seebecken erodieren, haben sie die Gesteine, die im Moränenlehm abgelagert sind, herausgewaschen. Sand und Lehm sind weggeschwemmt worden, die Steine aber sind geblieben und bilden nun an den meisten unserer Seenufern breite Steingürtel, bald nur wenige, bald ca. 10—20 m breit. Ihre petrographische Beschaffenheit ist äußerst verschieden; Flint und Kalksteine spielen eine große, an den verschiedenen Seen jedoch ganz verschiedene Rolle; an dem Fursee findet man z. B. große Mengen von Kalkstein und Flint, an dem Esromsee werden Kalksteine beinahe ganz vermißt. Der Steingürtel wächst nun nicht mehr; die Wellen erodieren selten an den alten Ufern der Seebecken; der Steingürtel bricht die Macht der Wellen, und die Ufer, von Vegetation bedeckt, bieten nicht mehr transportable Erdmassen dar. Immer aber liegt der Steingürtel da als Zeugnis einer Zeit, da die Oberfläche des Landes eine andere und die erodierende Macht der Wellen eine größere war.

Die Steine werden bekanntlich von der Brandung gerollt, poliert und abgerundet. Jener Polierungs- und Abrundungsprozeß geht in alpinen Regionen viel schneller vor sich als bei uns, wo die Steine schnell halb begraben in Sand und Lehm zu liegen kommen; in den Tiefländern bekommen die von den Wellen ausgespülten Steine schnell eine feste Stellung, und wenn man dieselben näher ansieht, kennzeichnet sich der Teil des Steines, der im Sande gesteckt, leicht von demjenigen, der von den Wellen benetzt gewesen; der erste hat mehr von der primitiven Natur des Steines bewahrt, der letztere ist vielmehr poliert und abgeplattet; ferner ist aber jener Teil durch alle die verschiedenen Organismen, die sich an der Oberfläche festgesetzt haben, gekennzeichnet. — Diese gehen bis zu der Eingrabungslinie hinunter, die an den meisten Steinen durch eine scharf markierte, ganz ununterbrochene Linie bezeichnet ist. Zusammen bilden die Organismen eine Inkrustationsdecke, die in den verschiedenen Seen eine verschiedene ist, und auch von Jahr zu Jahr ein wenig wechseln kann. Ihre Beschaffenheit steht im nahem Verhältnis zu dem allgemeinen geologischen Bau des Distrikts.

Von dem sehr kalkreichen Moränenlehm, der die Oberfläche besonders der östlichen Teile von Dänemark ausmacht, wird der Kalk teils in suspendiertem, teils im aufgelösten Zustande mit den Flüssen in die Seen geführt.

Hier werden ganze Mengen ausgefällt und sedimentiert. Das gilt auch für die Uferregion, zumal für die Brandungszone. Diese Ausfällung geschieht hier teils ohne Mitwirkung von Organismen, wenn das Wasser an heißen Sommertagen verdampft, und der Kalk als ein gelblichweißer, sehr

dünnen Überzug von schaumähnlicher Struktur auf die Steine sich niederschlägt, teils unter Mitwirkung blaugrüner Algen. Unter den assimilatorischen Prozessen dieser Algen werden Krusten von oft mehreren Zentimetern Dicke produziert. Die Hauptformen sind *Schizothrix* und *Phormidium*. An diese Krusten setzen andere blaugüne Algen, auch einige Grünalgen und Diatomeen sich an. In Seen mit kalkarmem Wasser fehlen die Kalkinkrustationen; da aber die meisten der östlichen Dänischen Seen in sehr kalkreichem Terrain liegen, sind die Inkrustationen hier oft ungemein dick (1—2 cm). Dies ist besonders der Fall in der Zeit September-Dezember, weniger von April bis September. Die Inkrustationen gehen nicht über eine Tiefe von ca. 1—2 m hinaus; sie haben in der Wellenschlagslinie ein ganz abgeplattetes Aussehen, in tiefem Wasser eine rauhe Oberfläche. Sie sind immer am stärksten an den Brandungsufeln.

Wenn man diese Inkrustationsmäntel näher beobachtet, sieht man, daß sie nicht eine einheitliche Masse bilden, sondern daß die Masse porös wie ein Schwamm ist und unzählige kleine Öffnungen enthält, die in ein verwickeltes Kanal- und Höhlensystem hineinführt. In diesen Kalkhöhlen und -gängen findet sich ein reges Leben (siehe später). Es soll hier nur hinzugefügt werden, daß die Algen durch die Inkrustationen die Steine vielleicht schützen, was betont werden muß, da es auch Arten gibt, die in die Steine, besonders die Kalksteine hereindringen und dieselben auflösen. Diese Algen, die z. B. an den Ufern der Schweizerseen eine große Rolle spielen, treten hier im Lande nur selten auf und haben, so viel wir vorläufig wissen, nur Bedeutung für die Kalksteine an den Küsten des Fursees und Sjäalsee (nahe am Fursee). Hierüber werden Andere Näheres berichten.

Die Inkrustationen, die im allgemeinen eine graugüne Farbe haben — getrocknet sind sie beinahe weiß — bekommen im November-Dezember sehr oft eine eigentümliche braun-grüne Farbe; dies rührt von den Rivularien her, die in kleinen, kugelförmigen Kolonien auf den Kalkinkrustationen wachsen; es sieht beinahe aus, als ob die Algen wirklich am besten gerade auf dieser Kalkunterlage gedeihen. Sie treten erst im September-Oktober reichlich auf; im Winterhalbjahr werden die Kolonien immer größer, wie auch ihre Anzahl immer zunimmt. Wie die unterliegenden blaugrünen Algenpolster von *Phormidium* und *Schizothrix* sammeln auch die kleinen Rivulariakugeln Kalk auf, und tragen dadurch in hohem Grade dazu bei, die Dicke der Kalkinkrustationen zu vergrößern. Sie gehen nur bis in sehr geringe Tiefen, und scheinen beinahe zu ihrem Gedeihen dann und wann eine Trockenperiode zu fordern; jedenfalls schadet eine solche den Kolonien durchaus nicht.

Im November-Dezember bekommen die Krusten in vielen Seen eine schwarzgrüne, beinahe schwarze Farbe; dies rührt von den üppigen Dia-

tomeenwucherungen her, die wie ein ca. 5—6 cm dicker Teppich die Steinzone überziehen. Die Hauptformen sind *Tabellaria*, *Diatoma*, *Coccone* und verschiedene *Navicula* und *Nitschia*arten. Selbst wenn der See gefriert, setzen die Diatomeenrasen ihre assimilatorische Wirksamkeit fort; der Sauerstoff wird aber vom Eisen gebunden und als Blasen in und unter dem Eisen gestaut. Da die Diatomeenrasen in ihrem Vorkommen auf die Steine beschränkt sind, zeichnen die Luftblasen die Konturen der einzelnen Steine im Eisen. In hellem Sonnenschein schmelzen nach einigen Tagen die Konturen zusammen, und das bekannte graue Eis, das für die Uferzone so charakteristisch, entsteht. Nach längerem Einfrieren sterben die Diatomeen ab; die tiefgrüne Farbe geht in eine weißliche über, weil die Chromatophoren abgestorben sind; nur die Gallertmassen mit den Schalen bleiben zurück. Diese Gallertstrukturen, die als eine oft mehrere Centimeter dicke Schicht über den Steinen liegen und am besten zu beobachten sind, wenn nach einer kurzen Frostperiode der See wieder ruhig ohne Stürme auftaut, nehmen bei hellem Sonnenschein einen merkwürdigen Silberglanz an; dieser rührt von den großen Gasmengen her, die in den Gallertmassen zurückgehalten sind; die Quelle jener Gasansammlungen ist in dem unter den Gallertmassen liegenden Polster von blaugrünen Algen, in den immer lebenden Inkrustationen zu suchen; ihre Assimilationsgase werden von den Gallertmassen gefangen.

Die Krusten mit ihrer immer ganz regelmäßig wechselnden Vegetation sind alle nur das Werk eines einzelnen Jahres. Wenn der rechte Winter kommt, und das mehrere Dezimeter dicke Eis den See bindet, stirbt die Vegetation größtenteils ab; wenn dann das Eis im Frühjahr wieder bricht und oft in meterdicken Wällen sich über die Steinzone wälzt, pulverisiert es die Steinkrusten, die Steine sehen wie poliert aus, und nur an den Rändern bleibt etwas von den Krusten zurück. In den Detritusanhäufungen findet man die Reste der Krusten; die Rivulariakugeln spielen hierin eine sehr große Rolle; vom Regen benetzt, von der Sonne beschienen gehen sie in außerordentlich fette blaßgrüne Schlickablagerungen über, deren Kieselsäure und Kalkgehalt, so weit ich verstehen kann, im Laufe des Jahres stetig abnimmt, während die Ölmenge gleichzeitig steigt.

An den polierten, von jeder Vegetation freien Steinen des Frühjahrs siedelt sich zuerst, jedoch nur direkt in der Wasserlinie, eine hellgrüne *Chaetophoravegetation* an. Sie ist am stärksten im Mai-Juni und schon in Juli, wenn die Kalkinkrustationen beginnen, oft verschwunden.

Sie ist in den verschiedenen Seen sehr verschieden entwickelt und wird in einigen von anderen Algen, z. B. von großen Gallertpolstern von *Schizochlamys* (Skanderborgsee) ersetzt. In etwas tieferem Wasser von ca.  $\frac{1}{2}$  m, bis zu den äußeren Grenzen der Steinzone, beginnen die *Cladophorarasen*, die sich hier das ganze Jahr beinahe unverändert halten und

übrigens oft auf größere Tiefen hinausgehen, wo sie sich wesentlich an Molluskenschalen, Zweige usw. setzen.

An den Seen, wo die Steine keine Inkrustationen bekommen und wo der Kalkgehalt des Wassers wahrscheinlich geringer ist, treten im Frühjahr auch verschiedene sehr feine Chaetophoraceen oder Ulotricaceen auf, die dann später im Sommer oft von mächtigen Cladophoraceenrasen abgelöst werden. Dies ist z. B. im Esromsee der Fall; hier werden die Cladophoraceen im Herbst auf weite Strecken von Nostocrasen abgelöst; diese können die Steine meilenweit mit einer blauschwarzen, beinahe zusammenhängenden Schicht überziehen, die später von dem Eise abgesprengt wird, so daß sehr große Anhäufungen längs den Ufern liegen. Auch hier können übrigens im Winter Diatomeenrasen sich einfinden.

Von den Kryptogamen des steinigen Brandungsufers müssen wir noch kurz die Characeen erwähnen; die Hauptformen sind *C. aspera*, *C. fragilis*, *C. contraria* und *C. ceratophylla*. Nur selten spielen sie an den Brandungsufeln eine größere Rolle.

Was die Phanerogamenflora der Brandungsufer anbelangt, ist sie weniger entwickelt als an den übrigen Ufern. Wo die Scirpus-Phragmiteszone Lücken hat, liegen diese im allgemeinen eben an den Brandungsufeln, hauptsächlich wohl weil hier die Erosionswirkung des Eises am stärksten ist, und die Rhizome hier im Frühjahr vom Eise durchgeschnitten, umgestürzt und an die Ufer gespült werden. Am nacktesten ist das steinige Brandungsufer; doch kann auch hier Phragmites, wenn auch in recht dünnen Beständen, wachsen. Die Rhizome sammeln bald den Sand, wobei die Pflanzen die Lokalität für sich selbst verbessern und bewirken, daß die steinigen Küsten in sandige übergehen. Übrigens vermag, so viel ich weiß, nur eine einzige Pflanze, nämlich *Potamogeton filiformis* zwischen den Steinen der Brandungszone zu gedeihen. Diese kleine Pflanze blüht unter dem Wasser; im hellen Sonnenschein sieht man ganze Teppiche wegen der Luftblasen, die die Blumen umschließen und worin vermutlich die Befruchtung vor sich geht, silberglänzend schimmern. Ich meine mit Sicherheit beobachtet zu haben, daß die Pflanzen zahlreiche Samen ansetzen an Lokalitäten, wo in der ganzen Vegetationszeit wenigstens 1 dm Wasser über ihnen steht.

---

### Der Sandboden.

Die Sandablagerungen des Brandungsufers gehen nur selten an das oberste Niveau des Sees hinauf. Im allgemeinen findet man in unseren größeren Seen nahe am Lande einen ununterbrochenen Steingürtel; dann und wann ist derselbe aber sehr schmal, und schon an einer Wassertiefe von ca.  $\frac{1}{4}$  m beginnen die großen Sandebenen. Doch findet man auch,

daß diese sich bis an das Ufer erstrecken. Die Sandablagerungen des Ufers sind aber nicht stabile Bildungen; Sturm und Wind werfen den Sand auf, und eine aufwachsende Phragmiteswucherung vermag denselben festzuhalten, aber die beiden ersten Faktoren vermögen es den Sand wieder wegzunehmen und in Sandbänken zu sammeln.

Charakteristisch für die Sandebenen sind die Wellenschlagsfurchen, die nur nach starken Stürmen fehlen; ferner aber beobachtet man an mehreren unserer Seen, besonders deutlich an den Sandebenen des Fursees, unzählige grubenförmige Vertiefungen, Trichter von circa 5 bis 7 cm Breite und circa 5 cm Tiefe; Stürme wischen die Trichter aus, in ruhigeren Wetter aber sind die Ebenen wie übersät damit. Mit Netzen und Dredgen verschiedener Art habe ich unzählige Trichter untersucht; nie fand ich ein Tierchen in der Tiefe derselben. Ich habe die Trichter auf Flächen von mehreren Quadratmetern des Abends ausgewischt; des Morgens waren sie wieder da. Dann fuhr ich eines Morgens im Kahn, bei ganz stillen Wetter, über die Sandebenen. Vor mir erblickte ich einen kleinen Haufen von Brassen, große Tiere von 2—4 Pfund. Sie schwammen ruhig weiter, dann und wann sah ich einen eine schräge Stellung einnehmen, und mit der Schnauze in den Boden wühlen. Lange folgte ich dem kleinen Schwarm: die grauen frischen Trichter im hellen Sande zeigten mir ihren Gang. Später habe ich zu wiederholten Malen dieselben Beobachtungen gemacht. Von der Brücke sah ich ferner, wie die Weißfische und Plötze ganz ähnliche Löcher in den Sand machten; es zeigte sich, daß sie den Mund mit Sand und Schlamm füllten und darauf feine Wolken durch die Kiemenöffnungen ausstießen, d. h. die unbrauchbaren Partikeln wurden auf diesem Wege ausgespült; die brauchbaren Partikeln waren aller Wahrscheinlichkeit nach: Oligochaeten, Chironomuslarven und Amphipoden. Für die Sandebenen des Fursees sind diese Trichter ebenso charakteristisch wie die Wellenschlagsfurchen.

Die Kryptogamenflora der Sandebenen ist relativ gering. Nach einer ganzen Reihe schöner Herbsttage sieht man den Sand eine bräunliche Farbe annehmen; man kann sich dann überzeugen, daß der Sand mit einer dünnen Schicht von Diatomeen überzogen ist; der erste Sturm zerschellt die Schicht, und der Sand wird wieder rein. Gibt man solchen Sand in Aquarien, so kann es darin zu einer starken Mallomonadenentwicklung kommen; das Phänomen kenne ich nur in den Herbstmonaten. Starke Stürme können von tieferem Wasser einige Nostocaceen und Cladophoraceen, die Anlaß zu Aegagropilabildungen geben, über die Sandebenen heraufrollen; lange verweilen sie aber nicht da, und bald sammeln sie sich als Anhäufung auf dem Ufer. Von den Characeen gilt wahrscheinlich dasselbe, was S. 581 geschrieben ist.

Wo die Phragmites und Scirpus noch nicht die Ebenen erobert

haben, ist *Potamogeton perfoliatus* die häufigste Pflanze. Im Spätherbste sieht man ihre außerordentlich langen Rhizome in allen Richtungen über den Sand kriechen; mit regelmäßigen Zwischenräumen und in langen schnurgeraden Linien stehen die Sprossen; je näher dem Ufer, wo das Wasser nur wenige Dezimeter tief ist, umso kleiner sind die Sprossen. An diesen sehr seichten Sandflächen blühen die Sprossen nicht. — Auch kann man im Spätherbst an den Sandflächen unzählige Keimpflanzen von *Myriophyllum* und *Batrachium* sehen. Sehr oft ist diese ganz junge Vegetation im Frühjahr wieder verschwunden; das Eis hat sie mitgenommen; man findet sie in den Detritusanhäufungen im Frühjahr, und die Sandebenen liegen dann den Sommer über wieder nackt. Weil ich hier nur die größeren und tiefen Seen im Auge habe, erwähne ich nicht die Vegetation, welche die Sandebenen der kleineren und ganz seichten Seen charakterisieren, wie *Lobelia*, *Isoetes*, *Littorella* u. a.

Wir sehen in dem folgenden wesentlich von der kleinsten mikroskopischen Fauna mit ihren Infusorien, Flagellaten, Rotiferen und Nematoden ab. Man lernt diese Fauna leicht kennen, wenn man mit einer harten Bürste die Steine unter Wasser in einer Schale abbürstet; dann sammelt das Tierleben sich an der Oberfläche des Kalk- und Diatomeenschlammes und kann von da mit einer Pipette aufgesaugt werden. Erwähnt sei nur, daß man eingesenkt in den Rivularienkugeln wunderschöne Floscularidenkolonien findet.

Wir werden erst die Steinfaua und später die Sandfaua besprechen; die letztere ist an Spezies sehr arm, und einige Spezies, besonders *Gammarus pulex* sind für den Sand- und den Steinboden gemein.

### Die Steinfaua.

Recht oft findet man an den Steinen unserer größeren Seen und besonders in der Brandungszone große grüne Spongillen, die wahrscheinlich alle zu *Euspongilla lacustris* autt. gehören. Die Kolonien sind alle ganz flach, scheibenförmig, oft beinahe von regelmäßiger Zirkelform; sie sind in der Mitte am dicksten, sind oft hier radiär zerrissen, in den peripheren Partien aber unverletzt; nie findet man Verzweigungen oder freistehende Zapfen; mantelförmig schmiegen die Kolonien sich um die Steine. Die Farbe ist öfters tiefgrün, besonders im Winter und den ersten Frühlingstagen, wo ich die Kuchen noch in vollem Gedeihen gefunden habe.

Von den Würmern fallen ganz besonders die *Dendrocoelen* ins Auge. Die verschiedenen Spezies von *Dendrocoelum*, *Planaria* und *Polycelis* sind immer in außerordentlich großer Individuenzahl vorhanden.

Als besondere Bewohner der Brandungszone möchte ich *Dendrocoelum punctatum* Pallas hervorheben; sie ist bisher nur an den Küsten des Fursees gefunden. Bekanntlich besitzt eben diese Art einen jedenfalls temporär auftretenden Saugnapf. Die *Dendrocoelen* finden sich das ganze Jahr hindurch und kriechen im Sturm wie bei Stille auf der Unterseite der Steine. Ihre Kapseln findet man besonders in den ersten Frühjahrstagen auf den Steinen angeklebt. — Ferner sind auch die *Nephelis*- und *Clepsine*arten regelmäßige Bewohner der Brandungszone. Die plattgedrückten, länglich ovalen *Nepheliskapseln* sieht man oft in großen Mengen an der Unterseite der Steine.

Auch die *Bryozoen* sind repräsentiert, aber meines Wissens nach nur in den Spezies *Fredericella sultana* Blmb. und *Plumatella fungosa* Pall. Die erste schmiegt sich, mit den einzelnen Ranken weit von einander gesperrt, an die Unterseite der Steine; die einzelnen *Polypiden* ragen nur wenig hervor. *Plumatella fungosa* tritt, wie die *Spongillen*, in ganz flachen scheibenförmigen Kolonien, die jeder freistehenden Verzweigung entbehren, auf.

Von den *Crustaceen* werden wir hier nur die *Harpacticiden* und *Gammariden* erwähnen. Die erstgenannten Formen sind an verschiedenen Seen in erstaunlicher Menge an den Brandungsufeln zugegen; dies gilt besonders von Seen, wo die Steine mit dicken Algenrasen bedeckt sind. Übrigens sind in der Brandungszone sowohl die *Copepoden* wie auch die *Cladoceren* nur spärlich vertreten; am häufigsten findet man in den Krusten verschiedene *Lynceiden*. Merkwürdigerweise habe ich mehrmals *Sida crystallina* mit dem Haftapparat, an Steinen angeklebt, in der Brandungszone gefunden. Eine spezielle Untersuchung über die *Ostracoden* und *Copepoden* der Brandungsufer wäre gewiß sehr wünschenswert. Die *Gammariden* sind überall in der Spezies *G. pulex*, sowohl zwischen den Steinen wie auch an den sandigen Ufern, außerordentlich häufig. Am meisten sitzen sie in den Schlupfwinkeln und Höhlungen der Steine oder liegen im Sande begraben.

Von den *Hydrachniden* habe ich merkwürdigerweise bisher keine Repräsentanten gesehen, trotzdem ich dieselben eifrig gesucht habe, von den Insekten aber eine Reihe ganz sonderbarer Formen, die wir nun näher besprechen wollen.

Von den letzteren werden wir erst kurz die *Perliden* erwähnen. An den Ufern unserer größeren Seen habe ich bisher nur eine einzige Art: *Nemura avicularis* Mort. gesehen. Es ist jedoch wohl möglich, daß eingehendere Untersuchungen andere Formen zeigen können. Die *Nemuren* finden sich an den steinigen Brandungsufeln als Larven besonders im Winterhalbjahre. Erst nachdem die Seen aufgegangen sind, werden die Larven allgemein; sie treten dann oft in großen Mengen auf. In April-Mai ver-

lassen die Nymphen das Wasser; die Steine können dann ganz schwarz von Tieren sein; ein wenig später sitzen nur noch die leeren Häute da, und die nicht ausgefärbten Tiere kriechen auf den Steinen umher. In den folgenden 2—3 Wochen fliegen die Nemuren überall an die Ufer, sie legen ihre Eier, die mir bisher entgangen sind, ab, und dann verschwinden sie ganz; wo die Eier und ganz kleinen Larven sich aufhalten, weiß ich nicht. Von Juni bis ca. Dezember habe ich gar nichts von Nemuren an den Seeufern gesehen.

Was die Hemipteren anbelangt, muß ich kurz erwähnen, daß die bekanntlich außerordentlich abgeflachte *Nepa cinera* an den Brandungsufern ein merkwürdig allgemeines Tier ist. Namentlich im Winterhalbjahre kann man es zu Dutzenden, oft mehrere unter demselben Stein, sammeln. Ich habe nur vollständig entwickelte Tiere gesehen; es ist, als ob unsere Brandungsufer als Winterquartiere für diese Tiere dienen. Das Tier wird in diesem Zusammenhang erwähnt, weil ich ferner hinzufügen kann, daß ich weder die hochgewölbten Notonecten noch eine der größeren *Corixa*arten jemals an jenen Lokalitäten gefunden habe.

Wir wollen nun zu den Ephemeriden übergehen. Am Ufer des Fursees fliegen außer einigen kleinen, noch nicht sicher bestimmten Chloëon- und Chœnisarten mindestens drei große Ephemeriden, *Ephemera vulgata* L., *Ecdyurus volitans* Etn. und *Heptagenia sulphurea* Müll. Die Larven aller dieser drei Arten finden sich an den Ufern des Sees. Die *Ephemera vulgata*-Larve ist außerordentlich allgemein; als grabendes Tier geht es uns hier nichts weiter an. *Ecdyurus volitans* ist, wie ich glaube, ziemlich selten; das Tier fliegt im Frühjahr; die Larven finden sich in den Schilfwäldern wahrscheinlich am meisten an den geschützten Stellen; doch habe ich es auch kriechend an den Steinen der Brandungszone gefunden. Die Larve von *Heptagenia sulphurea* (Fig. 1) ist dagegen ein echtes Brandungstier. Sie lebt nur an den Steinen dieser Lokalität, oft sehr nahe an den trockenen nur dann und wann benetzten Steinen und geht nicht über eine Tiefe von ca.  $\frac{1}{4}$  m hinaus. Die Tiere leben an der Unterseite der Steine, wo sie krabbenähnlich seitwärts kriechen. Nur ungern schwimmen sie, und dies geschieht dadurch, daß sie den Körper auf- und abwärts beugen. Für das Leben in dem Brandungsgischt ist das Tier äußerst zweckmäßig gebaut.

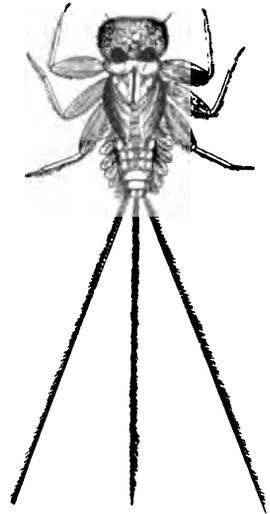


Fig. 1.

Der Körper ist auffallend flach gedrückt. Der Kopfschild ist helm-

förmig ausgezogen und ganz flach; er bedeckt die Mundteile, die nur einen Teil der Unterseite des Kopfes ausfüllen. Die Augen sind nicht gewölbt wie gewöhnlich bei den Eintagsfliegenlarven, sondern flach gedrückte Scheiben. Der Kopf wird schräg nach unten getragen; auf der Figur ist er ein wenig aufwärts gerichtet, so daß man die eigentümliche Form besser sehen kann. Das Abdomen ist flach, ebenso, und zwar besonders auffällig, die Femora, die ganz flache ovale Scheiben darstellen. Ferner sind die Beine so an dem Körper eingefügt, daß die Tiere beim Gehen nicht nötig haben, sich über die Steine zu heben, sondern sich immer platt-

gedrückt auf denselben bewegen können; weder sitzend noch in Bewegung bieten sie den Wellen anders als eine kleine Kante des Körpers dar. Die Tiere sind außerordentlich geschwinde; wenn man die Steine wendet, laufen sie schnell über die Oberfläche hin oder sitzen lauernd, sich auf ihre grau-grüne, mit der Oberfläche der Steine trefflich zusammenfallende Farbe, verlassend.

Man findet die Tiere, das ganze Jahr hindurch in den heißen Sommertagen und im Winter, wenn das Eis die Steine zusammenbindet. Sie sind im allgemeinen von zwei Hauptgrößen: winzig kleine und größere Larven. Näheres über ihre Biologie kann ich im Augenblicke leider nicht mitteilen.

Der Körper von *Ecdyurus volitans* (Fig. 2) ist, wie die Figur zeigt, gar nicht so abgeplattet wie der von *Heptagenia sulphurea*. Die Augen sind hoch gewölbt; der Kopf nicht so flach, aber auch hier findet man die flachen Femora, und die Beine sind so gestellt, daß das Tier sich nur wenig über die Unterlage hebt. Die sehr großen Kiemenblätter werden so getragen, daß sie etwas



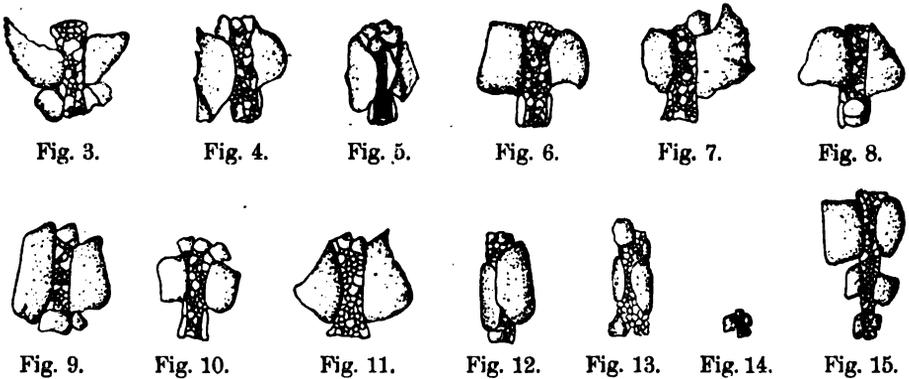
Fig. 2.

gedrückt an den Seiten des Körpers liegen, nicht so ausgeschlagen wie die Figur zeigt. Die ganz kleinen Bündel von Fadentracheen werden von den großen Blättern ganz verdeckt.

Phryganeen. Überall an der steinigen Brandungszone des Fursees findet man die eigentümlichen Gehäuse von *Goëra pilosa*, F. (Fig. 3—15). Sie sind das ganze Jahr zu finden, treten im allgemeinen in kleinen Gesellschaften auf. Man findet die Tiere einmal zu hunderten auf relativ kleinem Areal versammelt, dann wieder auf mehreren Quadratmetern nur wenige Exemplare; sie kriechen langsam auf den kalkinkrustierten Algenpolstern der Steine umher; sie schlagen die scharfen Klauen in die Polster hinein, strecken den Körper aus dem Köcher heraus, und ziehen ihn dann

vorwärts bis an den Befestigungspunkt; es geht langsam aber sicher; die Wellen schlagen die Gehäuse nicht um, werden aber die Tiere erschreckt, so lassen sie von ihrem Anheftungspunkte los und gleiten oder rollen von den Steinen in den Sand hinunter.

Die Röhren sind für den Aufenthaltsort der Tiere ganz wundervoll angepaßt. Die Röhre selbst ist bei erwachsenen Larven ziemlich weit, beinahe gleich weit in ihrem hinteren und vorderen Teile. Sie besteht aus einer seidenen, gelblichen Masse, worin zahlreiche kleine Gesteine eingebettet sind; äußerlich ragen sie überall hervor; an der Innenseite der Röhre sind sie vom Gespinst ganz bedeckt. An dem vorderen und hinteren Ende sind die Steinchen immer größer und liegen im allgemeinen dichter an der Rücken- als an der Bauchseite. Was aber die Röhre am meisten charakterisiert, sind jene flachen großen Steine, die flügelartig an den



Seiten des Rohres eingefügt sind. Dadurch bekommt das ursprüngliche röhrenförmige Haus eine scheibenförmige Gestalt; außerdem wird sein Gewicht von den großen Steinen sehr gesteigert. Ihre Form ist äußerst verschieden, ebenso ihre Zahl (1—4) und ihre Anordnung. Doch findet man im allgemeinen zwei Steine von flacher Form; man beobachtet ferner, daß die Steine immer so eingefaßt sind, daß die Oberseite schwach konvex, die Unterseite schwach konkav ist. Das Tier hat keine besondere Sorgfalt an die Einfügung der Steine am oberen Rande angewandt; an der Unterseite dagegen sind sie so angebracht, daß sie eine ganz ebene flach konkave Fläche bilden. Dies Resultat wird entweder dadurch erreicht, daß das Tier die Steine mit dem Rohr durch eine schöne Mosaikarbeit von ganz kleinen Sandkörnern verbindet oder dadurch, daß die Zwischenräume mit sehr dickem Gespinnste ausgefüllt werden. Die hintere Öffnung des Rohres ist mit einer gelbbraunen Membran geschlossen. Dieses hat ein beinahe zentralgelegenes Loch auf einer kleinen kegelförmigen Erhöhung. Unter dem Mikroskop bemerkt man, daß diese Membrane von

einer großen Menge radiär vom Loch bis an den Rand verlaufende Stränge besetzt ist, zwischen welchen ein dichtes Gewebe von anderen auf den ersten lotrecht liegenden Strängen angebracht ist.

Es wunderte mich sehr zu sehen, daß die Röhren der ganz kleinen Tiere (Fig. 14) nach eben demselben Prinzip wie das die älteren gebaut sind; ich habe Röhren von nur 5 mm Länge gesehen, die auch an den Seiten die flügel förmigen Steine hatten. Wie die Tiere ihre Gehäuse vergrößern, verstand ich lange nicht. Dann fand ich einige Gehäuse, wovon Fig. 15 eine Vorstellung geben soll. Sie waren beinahe zweimal länger als die anderen und nicht gleich weit an den beiden Enden des Rohres. Das hintere Ende war viel schmaler, und die Seitensteine nahmen von hinten bis vorn an Größe zu. Vergleicht man die Figur der ganz kleinen Gehäuse mit Fig. 15, so sieht man, daß jene ganz dem hinteren Teil der langen Gehäuse gleichen. Diese letzteren besitzen also noch die ersten Larvengehäuse als einen hinteren Teil des ganzen Köchers; später muß er entweder abgebissen werden oder ganz einfach abfallen. Auch die obengenannten langen Köcher sind mit einer Membran mit zentralem Loch versorgt. Die Larven müssen also mehrere solche Membranen in ihrer Lebenszeit fabrizieren.

Es scheint mir ganz sicher, daß die Tiere sich durch die erwähnten flügel förmigen Seitensteine, wodurch sie einerseits ihre Gehäuse viel schwerer machen, andererseits sie scheibenförmig mit schwach konkaver Unterseite konstruiert haben, für die Naturverhältnisse der Lokalität wundervoll angepaßt haben. Selbst in ziemlich starkem Wellenschlag kann man sehen, wie die Gehäuse ganz ruhig an den Steinen liegen; dicht an dieselben angeschmiegt, mit den Krallen im Algenpolster begraben, können sie den Wellen Trotz bieten; diese rollen über ihre Köpfe weg, vermögen aber nicht die Gehäuse umzustürzen. Ich habe Hunderte von Tieren gesammelt und Tausende gesehen; niemals fand ich ein Exemplar auf dem Rücken liegend. Wendet man ein Individuum auf den Rücken, so kehrt sich das Tier in der Röhre herum; es kann jedoch sein Gehäuse nicht umdrehen. Daß die großen Seitensteine im hohem Grade die Bewegungen der Tiere hindern, versteht sich von selbst. Namentlich die älteren Larven kriechen außerordentlich langsam umher. Es muß noch betont werden, daß die Seitensteine, wie schon hervorgehoben, nicht immer von flacher Form sind und nicht immer flügel förmig eingepaßt sind. Man findet auch oft runde Steine oder solche, wo flache Steine auf die Kante gestellt sind. Auf vielen Lokalitäten hier in Dänemark findet man nur Gehäuse von dieser Art. Auch an den Ufern des Fursees findet man in demselben Jahre an einigen Orten hauptsächlich solche Köcher, an anderen hauptsächlich ganz flache flügel förmige Steine. Indem ich diese Tiere in ca. 10 Jahren studierte, habe ich ferner gemeint bemerkt zu haben, daß in einigen Jahren die

breiten, in anderen die schmalen Wohnungen überwiegen; leider ist mein Material nicht groß genug, um dieses mit Sicherheit zu sagen.

Es scheint also, als ob die Tiere überall das Vermögen besitzen das Gewicht der Röhre durch die Seitensteine zu vergrößern, daß aber die Fähigkeit ihre Wohnungen abzuflachen entweder nicht überall gleich groß ist, oder nicht in gleicher Weise gebraucht wird.

*Leptocerus fulvus* Rb. (Fig. 16—19). Im Winterhalbjahre findet man an den Steinen in der Brandungszone des Fursees ein merkwürdiges Phryganeengehäuse. Die Röhre ist ca. 13 mm lang, am Vorderende 4 mm breit, am Hinterende aber nur 2 mm breit. Sie ist braun, zuweilen beinahe tiefschwarz von einer sehr dicken, chitinähnlichen Konsistenz, in welcher namentlich in den untersten Teilen einige Sandkörner eingebettet sind. Die Anzahl der Sandkörner ist überhaupt ziemlich gering, besonders im obersten Teile des Köchers. Dagegen sieht man, in schiefen Streifen über demselben geordnet, zahlreiche weiße Punkte, die aus kohlenurem Kalk bestehen, und in welchem man blaugüne Algenfäden findet; es sind



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.

Algenkolonien, die in der Chitinsubstanz eingebettet liegen. Unter dem Mikroskop betrachtet zeigt es sich, daß die Chitinsubstanz aus einer gelbbraunen homogenen Masse besteht, worin man Bündel von lichtbrechenden, nadelähnlichen Stäben findet. Was aber diese Röhre am meisten charakterisiert, ist, daß die Vorderöffnung nicht lotrecht an der Längsrichtung der Röhre liegt, sondern beinahe ganz an die Unterseite gerückt ist. Die Rückenseite ist kapuzenförmig ausgezogen; an dem Hinterende befindet sich ein kleines Loch. Der Puppenköcher ist mit seinem vorderen und hinteren Ende an die Steine befestigt. Die große vordere Öffnung ist mit einer dünnen, gelben Schicht bedeckt, und von den Rändern geht ein hyaliner Saum aus, der die Röhre an den Stein befestigt; von der Unterseite der Röhre geht am Hinterende eine kleine haftscheibenähnliche Platte aus, welche auch zur Befestigung dient. An dem Oberrand des Vorderendes befindet sich eine Spalte, und eine gleichartige sieht man auch in der Membrane, welche das Hinterende der Röhre schließt. — Das Tier ist beinahe sedentär, es sitzt auf den Steinen merkwürdigerweise beinahe immer in oder auf den tiefgrünen Spongillenkolonien, wovon die Larven sich, wenigstens in den letzten Stadien, hauptsächlich nähren; die Farbe des Tieres ist grün. Trotzdem man in der Struktur des Hauses nichts

findet, das auf einen Versuch, die Röhre schwerer oder mehr abgeplattet zu machen, deutet, findet man doch ein ganz merkwürdiges Bauverhältnis, das meiner Meinung nach nur als eine Anpassungsfähigkeit an die Naturverhältnisse der Umgebung erklärt werden kann, nämlich, daß die Oberseite der Röhre kapuzenförmig über den Kopf der Larve ausgezogen ist; dieses bewirkt, daß die vordere Öffnung nur an die Unterseite gelegt wird. Das Tier ist durch diese kleine Modifikation imstande, die Röhre an die Steine festzupressen und sich viel besser festhalten zu können, als wenn es sich von einem gerade abgestützten Vorderende der Röhre ausstrecken sollte. Auch in diesem Falle rollen die Wellen über die Tiere hin, vermögen aber nicht sie umzustürzen.

*Polycentropus flavomaculatus* Pict. Einige an den Brandungen überaus gemeine Phryganidenlarven sind die *Polycentropiden*. Die Hauptart ist wahrscheinlich *Polycentropus flavomaculatus*; sie werden aber hier unter einem behandelt. An der Unterseite der Steine oder an den Rändern zwischen zwei nahe beieinander liegenden findet man ein graues, äußerst lockeres Gespinst. Seine Form ist in der Natur an den Örtlichkeiten, die ich untersucht habe, nie direkt zu beobachten, weil das Gespinst immer versteckt sitzt und immer zusammenstürzt, wenn man den Stein aus dem Wasser herausnimmt. Setzt man die Larven in ein Aquarium, spinnen sie hier röhrenförmige, an beiden Enden ganz offene, lockere und sehr weite Röhren, deren Lumen beinahe überall gleich breit ist. Von den Rändern des Vorder- und Hinterendes, die dann und wann ein wenig trichterförmig erweitert sind, gehen zahlreiche lange Fäden aus. Soweit ich sehen kann, sind die Larven in den Röhren ziemlich sedentär; nachdem sie ihr Gespinst gemacht haben, sieht man sie jedenfalls nur selten frei herumkriechen. Sie suchen für ihre Wohnungen immer die dunkelsten Winkel der Gefäße auf. Die Larven machen immer Atembewegungen mit dem Körper. Sie leben von dem, was in dem Gespinste gefangen wird. Sobald man mit einer Nadel den Faden an einer der Enden des Rohres berührt, steckt die Larve den Kopf heraus. Berührt man dann mit der Nadel das andere Ende, sieht man die Larve sich schnell umdrehen und den Kopf am anderen Ende der Röhre ausstrecken. So kann man die Larve wieder und wieder bald nach dem einem bald nach dem anderen Ende des Rohres herauslocken. Hat man in dem Aquarium Mückenlarven, Kruster usw., sieht man des Morgens die Reste der Mahlzeit im Gespinste hängen. Mit der Pipette kann man kleine Kruster, Copepoden und Cladoceren auf das Gespinst spritzen; sobald die Tiere, die von den Fäden gefangen werden, sich zu bewegen beginnen und das Gespinst dabei in Bewegung gesetzt wird, stürzen die Larven heraus und verzehren die Beute. In den alten Gespinsten, die man in der Natur findet, kann man zwischen Sand- und Schlammteilchen zahlreiche

Reste von Tieren und Algen beobachten. Indem die Larven ihre Gehäuse bei nur ca. 5—10 cm Wasserstand spinnen und immer an den Brandungsufeln, leben sie in Wasser, das in steter Bewegung ist. Das Wasser führt die Nahrung mit sich, aber auch so viel Sand, daß das Gespinst ein wahrer kleiner Sandhaufen ist. Wenn jene zarten Gespinste an den Brandungsufeln stehen bleiben können, rührt dieses davon her, daß sie immer an der Unterseite der Steine und am meisten in natürlichen Höhlungen ausgespannt sind. Daß die Stürme aber oft die Gespinste zerreißen, und daß neue sehr schnell gesponnen werden, ist unzweifelhaft; in den Aquarien werden neue Gespinste in wenigen Stunden fertig gemacht. In den kurzen kräftigen Beinen, besonders aber in den sehr kräftig gebauten Nachschiebern, mit ihren großen Klauen besitzen die Tiere treffliche Anklammerungsorgane. Wohl sieht man in den Aquarien die Tiere aus ihren Gehäusen herauskriechen, und wahrscheinlich suchen sie auch ihre Nahrung außerhalb derselben. Doch glaube ich nicht, daß die Tiere weiter wandern, als sie Fühlung mit ihren Wohnungen haben, d. h. als die Fäden vom Hause ausgehen.

Wenn die Tiere sich verpuppen wollen, schleppen sie in ihrem Gespinste größere Steine zusammen. Das Puppenhaus wird immer an der Unterseite der Steine abgesetzt, sein Dach ist der Stein, sein Boden und seine Seiten sind von größerem Kies gemacht; jedes Tier braucht für seine Puppenwohnung (Fig. 20) nur wenige Steine. Die Steine werden mit den Mandibeln und dem ersten Beinpaar ergriffen und sehr geschickt an die anderen festgesponnen. In weniger als 12 Stunden hat das Tier seine äußerst niedliche kleine Puppenwiege fertig. In dieser Wohnung verfertigt die Larve sich noch ein äußerst hyalines, seidenes Futteral, welches nur an dem Vorder- und Hinterende mit dem Steinhaus zusammenhängt; jenes Futteral folgt jeder Bewegung der Puppe; am Boden derselben liegt die abgeworfene Larvenhaut. Endperforationen für Mandibeln und hinteres Borstenbündel sind schwer zu beobachten; doch glaube ich dieselben gesehen zu haben (siehe auch Thienemann, Biologie der Trichopterenpuppen Zoolog. Jahrb. Abt. Syst., T. 22, 1905, S. 51). Die lockeren Gespinste, die noch in den ersten Tagen an der Oberfläche des Gehäuses hängen, werden von den Wellen weggerissen; zurück bleibt nur ein kleines Steinhaus von merkwürdig fester Natur, das selbst den stärksten Wellen Trotz bieten kann.



Fig. 20.

Tinodes. Im Gegensatz zu den letztgenannten Phryganidenlarven leben die Tinodeslarven an der oberen Seite der Steine des Brandungsufers. Sie finden sich teils an den nur eben benetzten Steinen und bis ca.  $\frac{1}{2}$  m Wasser hinaus. Man wird dieselben wahrscheinlich nur selten vergebens an den Ufern unserer größeren Seen suchen. In fast unglaub-

lichen Mengen treten sie an den Ufern des Esromsees auf. Wie wird es nun möglich für die Tinodeslarven sich in dem Brandungsgischt an der Oberfläche der Steine festzuhalten? Die Tinodeslarven bauen von Gespinst und Sand lange Gallerien, die sich geschlängelt über die oberen Seiten der Steine ziehen; sie erreichen eine Länge von ca. 25—30 mm und 3—4 mm Breite und können an den Ufern des oben erwähnten Sees in einer Zahl von ca. 20 auf Steinen mit einer Oberfläche von nur ca. 1 qdcm auftreten. Wenn die Sonne auf die Steine scheint, sieht man, wie Tausende und Abertausende von geschlängelten Röhren das Steinufer bedecken. Die Röhren sind von dem allerfeinsten Material gebaut, soweit ich gesehen habe, teilweise Sand, am häufigsten aber Kalkpartikeln, die von kalkproduzierenden Algen gesammelt sind und wie eine Decke die Steine überziehen. Die Röhren sind von einer festen abgeschlossenen Form und haben eine vollkommen ebene Oberfläche. Wenn man die Röhren abnimmt, sieht es aus, als ob die Steine von den Larven miniert wären. Der Teil der Steine, welcher den Fußboden der Gallerien herstellt, liegt tiefer als die übrige Oberfläche; hiermit verhält es sich so, daß die Oberfläche der Steine (bezw. der Krusten) infolge der Algenwucherung und ihrer teils kalksammelnden, teils rein mechanisch Sand und Schlamm sammelnden Tätigkeit bis zum Einsetzen der Eiserosion immer wachsen und sich über die Ränder der Gallerien hinaufbauen. Darum hat auch der Boden der Gallerien nicht die allgemeine Farbe der Oberfläche der Steine, sondern die Eigenfarbe derselben, oft jedoch mit grün gemischt, wahrscheinlich wegen eines kleinen Überzugs von Algen, die in der Dunkelheit der Gallerien keinen Kalk produzieren und daher ihre Eigenfarbe bewahren. Wegen der graugelben Bedeckung mit Kalk und Sand sind die Röhren natürlich ganz undurchsichtig; in den Aquarien sieht man nur dann und wann den Kopf der Larven an dem einen Ende des Rohres; an dem anderen sammeln sich die langen Exkrementballen in einem Haufen auf. Die Nahrung ist eine rein vegetabilische und besteht aus dem erwähnten Algenüberzug. Soweit man in Aquarien sehen kann, bauen die Tiere ihre Gallerien, indem sie fressend über die Steine kriechen.

Bisher habe ich leider nicht Gelegenheit gehabt, die Verpuppung zu beobachten; ich muß mich darauf beschränken auf Morten (Notes on the metamorphoses of two species of the genus *Tinodes*. Entomol. Monthly Mag, 2 Ser. Vol. I, 1890, p. 38) und Thienemann (1905, S. 52) hinzuweisen. Was uns hier am meisten obliegt, ist festzustellen, daß die Larven in jenen relativ festen, mit Sand und Kalk inkrustierten Gallerien Mittel gefunden haben, durch die sie imstande sind, sich im Brandungsgischt an der oberen Seite der Steine zu halten. Wie hoch die Wellen sich um die Gallerien türmen mögen, immer sitzen die Larven gut geschützt; sie werden nie weggespült, die Wellen rollen über ihre Köpfe hin.

Wo die Algenrasen sehr dick sind, sieht man oft nur wenig von den Röhren selbst, weil die Pflanzen über sie heraufwachsen; dann verraten die Tiere ihr Dasein nur durch die unglaubliche Menge von langen zylinderförmigen Exkrementen, die unter den Steinen liegen oder in den Pflanzen hängen. Es muß noch betont werden, daß man in den stark korrodierten Kalksteinen des Fursees zahlreiche kurze Tinodesröhren in den Korrosionshöhlen und -gängen findet; diese Röhren rühren wahrscheinlich von anderen Arten her.

Zusammen mit den hier besprochenen Phryganiden finden sich noch einige *Leptocerus*- und *Crunoecia*arten; die Tiere scheinen auf den ersten Blick in den Bau ihres Gehäuses gar keine Anpassungsmerkmale zu zeigen. Ich habe Köcher von diesen Arten zu Hunderten gesammelt, und habe dadurch gelernt, daß das, was ich zuerst als eine Zufälligkeit ansah, in Wirklichkeit für diese Tiere Regel sei. Die Tiere wandern und sitzen immer mit der Röhre ganz lotrecht auf die Steine gerichtet. Wo viele dieser Röhren sich finden, ragen sie wie Igelborsten von der Unterseite frei ins Wasser empor. Immer mußte man etwas Gewalt anwenden, um die Röhren abzureißen. Ich dachte, daß die Tiere sich auf irgend eine Weise einen luftleeren Raum verschaffen. Später bekam ich Ulmers schöne Arbeit (Über die Anpassung einiger Wasserlarven an das Leben in fließenden Gewässern. Hamburgischer Lehrerverein f. Naturkunde, Jahresbericht 1901—1902, S. 13) und sah daraus, daß er in Bächen dieselbe Beobachtung gemacht hatte und sie in derselben Weise wie ich deutete. Es ist daher wohl möglich, daß wir bei diesen Larven eine andere Anpassungsmethode finden, die wir übrigens wieder bei den Schnecken sehen werden.

Die Puppengehäuse liegen horizontal an die Steine gedrückt, weichen aber von dem Larvengehäuse dadurch ab, daß sie mit kleinen Steinen belastet sind; diese Steine sind größtenteils an dem hinteren Ende der Röhre angefügt.

Eine große Rolle in der Brandungszone spielen auch die Dipterenlarven; soweit mir vorläufig bekannt ist, gehören sie alle zu den Mückengenera *Chironomus* und *Tanypus*, von welchen jedoch die erstgenannten die wichtigste Rolle spielen. Die *Chironomus*larven sind ganz besonders an die Kalkinkrustationen gebunden und leben vorzugsweise in den natürlichen Höhlungen und Gängen derselben; die meistens blutroten Larven, mit ihrem irisierenden grünlichen Schimmer, rollen sich um die Kalkpfeiler in den Kalkkrusten wie die Polychäten des Meeres um die Korallenblöcke. Die Verpuppung findet auch in jenen Höhlungen statt. Die Eiermassen werden an den Steinen abgesetzt; man findet hier teils mehrere zentimeterlange Gallertbänder, in welchen die Eier in bewunderungswürdiger Ordnung angebracht sind, teils große gelbe Gallertmassen von un-

zähligen sehr langen Fäden zusammengesetzt, teils endlich kleine kugelförmige Eierballen, die mit einem Stiel an den Steinen befestigt sind. Namentlich die letzteren Eiermassen können zu Tausenden an den Steinen sitzen oder als ein Saum längs der Ufer liegen.

Am häufigsten sind die Chironomiden in den Kalkkrustationen anzutreffen. Wo aber solche fehlen, findet man sie an der Oberfläche der Steine; ihre Röhren gleichen ganz den Tinodesröhren und sind wie diese gebaut, aber viel kleiner. Daß es sich hier um mehrere Arten von Chironomus handelt, ist unzweifelhaft; die Chironomiden an der Oberfläche der Steine sind im allgemeinen hellgrün oder gelb; bisher ist es mir nicht gelungen, dieselben näher bestimmen zu können. Gemeinsam für alle die Arten ist, daß sie in der Brandungszone entweder in den Kalkkrusten oder in Röhren an der Oberfläche der Steine zu finden sind. Mehrere oder vielleicht alle besitzen echte Kiemen. In den starken Dornen des Labrums, den prothorakalen Appendices und den Analfüßen haben die Larven treffliche Anklammerungsorgane. Die Puppen sitzen immer tief in dem Kalkschlamm und oft in lotrechter Stellung verborgen.

*Limnius troglodytes*, Gyll (Fig. 21—23). In den Kalkkrustationen lebt noch ein ganz merkwürdiger Käfer: *Limnius troglodytes*. Im Catalogus Coleopterorum Danicorum von Meinert (Entomolog. Tidskr. Köbenhavn 1888, p. 188) findet man angegeben, daß diese Art nur in dem Fursee gefunden ist, und daß die Art also bei uns als sehr selten angesehen werden muß; ich habe die Imagines wie auch die Larven an den Ufern aller unserer größeren Seen gefunden:



Fig. 21.

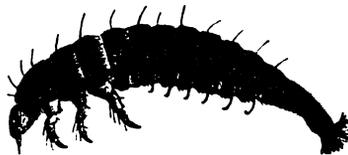


Fig. 22.

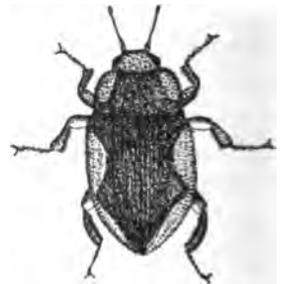


Fig. 23.

aber ganz speziell da, wo die blaugrünen Algen dicke Kalkkrusten über die Steine breiten; der Käfer und seine Larven leben in den Höhlen und Gängen jener Krusten und finden sich hier oft massenhaft; sowohl Käfer als Larven habe ich zu allen Jahreszeiten gefunden, am zahlreichsten jedoch im Spätherbst; in den ersten Frühlingstagen findet man die Tiere in den von zerquetschten Kalkkrusten bestehenden Detritusanhäufungen, sonst ist seine Heimat in den unverletzten Krusten; es geht, jedenfalls

im Herbst, bis in eine Wassertiefe von ca. 1 m; in der allerinnersten Zone, an den Steinen, die nur dann und wann benetzt werden, wird es selten gefunden; soweit ich sehen kann, gehen die Larven in tieferes Wasser als die Imagines.

Die Larve, von welcher die Abbildungen eine Vorstellung geben soll, zeigt mehrere merkwürdige anatomische Verhältnisse. Der Körper ist außerordentlich hispid, sowohl die Rücken- als auch die Bauchschilder aller Körpersegmente sind mit zahllosen Dornen besetzt. Namentlich sind die Ränder derselben mit Reihen von kurzen Dornen ausgestattet; das letzte Körpersegment ist sehr lang und hinten abgestutzt. Der Kopf ist klein und kann beinahe in den großen Prothorax zurückgezogen werden; die Antennen sind sehr kurz; die Beine kurz aber kräftig gebaut mit starken Klauen. An der Unterseite des Körpers findet man an jedem Segment zwei vorwärts gerichtete, in ihrer distalen Partie hakenförmig gekrümmte, elastische Haare, deren Ursprung ich nicht mit Sicherheit gesehen habe. In den Aquarien kriechen die Larven auf den Kalkkrusten ganz langsam umher; das Kalkpulver bleibt in den Dornen und Haaren hängen, und die Tiere sehen daher wie weißgepudert aus. Beobachtet man sie genauer, sieht man, daß ein schöner Kranz von längeren weißen Fäden von der Unterseite des letzten Segments ausgeht; sie sind bald pinselförmig gesammelt, bald kranzförmig ausgebreitet wie der Haarkranz der Syrphidenlarven. Wie diese schließen sie aber keine Stigmen ein, und nie sieht man Luftblasen von ihnen zurückgehalten; sie sind als Analkiemer anzusehen und zeigen sich unter dem Mikroskop als ungegliederte, weiße, ziemlich starre Fäden.

Nimmt man die Tiere mit einer Pipette, werden die Kiemen einbezogen; so weit ich sehen kann, gehen die Kiemen von einem Punkte aus und sind nicht, wie bei den Elmislarven, in drei Gruppen verteilt. Außerdem besitzt die Limniuslarve zwei sehr stark gekrümmte Chitinhaken, die an dem Bauchschild des letzten Segmentes angeheftet sind und zusammen mit den Analkiemern ein und ausgezogen werden können. Die acht Abdominalstigmen sind leicht nachweisbar, die Thorakalstigmen habe ich nicht deutlich sehen können; da die Tiere aber nur ganz ausnahmsweise, wenn die Steine trocken zu liegen kommen, atmosphärische Luft erhalten und sonst oft monatelang metertief unter dem Wasser leben, ohne irgendwelche Möglichkeit an die Oberfläche zu kommen, ist ihr Vorhandensein ohne Bedeutung. Da die Larven keine Silberhaarbekleidung haben und nie von Luftschicht umgeben sind, sind wahrscheinlich die Analkiemer ihr hauptsächliches Respirationsorgan.

Die Larven halten sich am meisten in den Gängen der Kalkinkrustationen auf, doch kommen sie auch an die Oberfläche hinauf. Ihre Beine sind ihre Bewegungsorgane, womit sie sehr langsam über die Steine kriechen;

in den obengenannten, hakenartig gekrümmten, elastischen Borsten an der Unterseite des Abdomens, besonders aber in den Haken des letzten Segmentes, haben sie starke Anklammerungsorgane, womit sie imstande sind selbst im Brandungsgischt sich festzuhalten.

Die kleinen tiefbraunen bis schwarzen Käfer bieten zwei anatomische Verhältnisse dar, auf welche wir die Aufmerksamkeit zu richten wünschen. Wenn man die Tiere lebend unter dem Mikroskop besichtigt, sieht man, daß der Kopf, die Seitenteile des Thorax und der Elythren, ferner beinahe die ganze Unterseite, abgesehen von einem schmälern Mittelteil, die hinteren Seiten der Femora und größere Teile der Schienen in Silberglanz schimmern. Dieser Glanz rührt von der Luft her, die teils von einer auf der Unterseite des Körpers und auf den Beinen verbreiteten außerordentlich feinen Samtbehaarung, teils von einer auf den Elythren und auf den oberen Seiten des Prothorax und Kopf verbreiteten eigentümlichen Skulptur zurückgehalten wird. Beinahe der ganze Körper ist von einer Luftschicht umgeben, in die die Stigmen, in deren Bau ich nichts Bemerkenswertes gefunden habe, einmünden. Ich habe die Tiere vier Wochen an dem Boden von ca.  $\frac{1}{2}$  m hohen Glasröhren, worin ich einige Kalkkrusten auf den Boden gelegt hatte, umherkriechen sehen. Die Möglichkeit für ein eventuelles Aufsteigen an die Oberfläche war ganz ausgeschlossen. Die Luftmengen der Tiere waren oft so groß, daß kleine Luftblasen an den Beinen oder dem Hinterende der Tiere hingen.

Woher die Luft stammt, weiß ich nicht mit Sicherheit, doch glaube ich, daß es nicht atmosphärische Luft ist, sondern Sauerstoff durch die Assimilationswirksamkeit der blaugrünen Algen in den Krusten produziert. Betrachtet man die Kalkkrustationen bei hellem Sonnenschein, sieht man eine lebhafte Gasentwicklung vor sich gehen; Gasblasen hängen oft in den Kalkhöhlen und Gängen; sobald die Tiere mit der Luft in Berührung kommen, hängt sich die Luft in ihre Bekleidung von Samethaaren oder zwischen die Furchen ihrer Skulptur.

An Fig. 23 habe ich versucht, die Luftschicht an der Oberseite des Käfers zu illustrieren; die weißen Partien schimmern wie Silberglanz, man sieht, daß sie ganz bestimmte Teile einnehmen und zum Teil von den punktförmigen Linien begrenzt sind. Die punktförmige Skulptur ragt über die Luftschicht empor; die Teile des Prothorax, die nicht von einer Luftschicht bedeckt werden, haben eine andere und feinere Punktierung als die Seitenteile.

Wie die Zeichnungen ausweisen, sind die Beinpaare alle lang; die Femora sind durch den starken Gegensatz zwischen einer proximalen dicken Partie und einer distalen sehr dünnen charakterisiert. Die Beweglichkeit zwischen den einzelnen Fußgliedern wie auch zwischen den einzelnen Teilen der Beine ist außerordentlich groß; sehr charakteristisch sind ferner die großen

Klauenglieder und die sehr großen stark hakenartig gekrümmten Klauen, die sehr schnell weit voneinander gesperrt und wieder geschlossen werden können. Auf den ersten Blick könnte man glauben, daß solche Beine geschickte Gangbeine wären; die Tiere sind aber außerordentlich langsam, beinahe faultierartig in ihren Bewegungen. Wenn man ein sich bewegendes Tier unter dem Mikroskope beobachtet, sieht man auch, daß das Tier nicht wandert, sondern sich vorwärts hakt; die langen Beine greifen weit, die sehr kräftigen stark gekrümmten Klauen schlagen tief in die Kalkkrusten ein; selbst wenn auch starke Wellen kommen, ist das Tier bei jedem Fußtritt wie an der Kalkkruste verankert und läuft keine Gefahr mitgerissen zu werden.

Die Beine sind aber auch sonst eigentümlich; die Schienen, besonders die der Hinterbeine, sind an der Innenseite mit einer Bürste von sehr dicht aneinander sitzenden Haaren besetzt; oft sieht man nun die Tiere sichbürsten, wie ich erst meinte, um den Körper vom Kalkschmutz zu befreien. Da ich aber bemerkt habe, daß die Tiere immer durchaus sauber sind und ich sie oft mit Luftblasen an oder zwischen den Beinpaaren gesehen habe, glaube ich, daß jene Bürsten dazu dienen die Luftblasen über den Körper auszubreiten, und daß die Skulptur eine Bedeutung hat, die Luft festzuhalten. Direkt habe ich diese Beobachtung nicht gemacht, und sie wäre gewiß auch schwierig anzustellen. Doch sagt es sich eigentlich von selbst, daß die Tiere einen Apparat haben müssen, die Luftblasen in dünne Luftblätter zu verwandeln; wenn man dann solche Bürsten findet, steht es zu vermuten, daß sie diese Bestimmung haben.

In den Analkiemern, den elastischen Haaren des Abdomens und den Abdominalklauen der Larven wie in dem Vermögen, den Körper mit einer Luftschicht zu umgeben, in den Bürsten der Schienen und den sehr kräftigen Klauen der Imagines sehen wir teils Anpassungen an das Leben unter Wasser, teils an das Leben in der Brandungszone.

An den Brandungsufeln finden sich noch Repräsentanten von den Genera *Elmis* sowohl als auch von *Parnus*; doch ist mir bisher noch nicht gelungen, an diesen Lokalitäten die Larven zu finden.

Merkwürdigerweise kommt auch eine Dytiscide: *Agabus maculatus* L. regelmäßig vor. Besonders im Winter und in den ersten Frühjahrsmonaten kann man die Tiere in kleinen Gesellschaften in den Höhlungen der Steine und unter aufgeworfenem Holze finden. Eine *Agabus*larve, die ich mehrmals in einer Tiefe von 1—2 m gefangen habe, vermute ich, gehört hierher.

Wir wenden uns nun zu den Mollusken. In der Brandungszone leben konstant nur sehr wenige Molluskenspezies. Wahrscheinlich eigentlich nur eine einzige Spezies *Neritina fluviatilis*, die überall an den Ufern unserer größeren Seen verbreitet ist. Ihre weißen kleinen Eierkapseln, wie auch die am meisten im September auftretenden Jungen finden

sich in unglaublicher Menge dort. Dann und wann findet man auch *Ancylus fluviatilis*; vorzugsweise lebt das Tier bekanntlich in kalten Quellen, die in die Seen einmünden; im Winterhalbjahr kann man jedoch *Ancylus* an den Seeufern immer nahe bei den Quellen finden; im Sommerhalbjahre fehlt sie (wenigstens an den Ufern der nordseeländischen Seen) ganz, dagegen sie in großen Mengen sich in den kalten Waldbächen aufweisen läßt.

Weder die Bithynien noch die Valvaten, die Planorben und die meisten *Limnaea*-spezies sind konstante Bewohner des Brandungsufers. Falls die letzteren sich überhaupt in größeren Seen finden, gehören sie viel eher entweder tieferem Wasser oder mehr geschützten Teilen des Ufers an. Dann und wann findet man *L. auricularia* und *L. ovata* var. *inflata* in größeren Mengen an dem Steinboden der Brandungszone.

Keine dieser Formen ist wahrscheinlich hier einheimisch. Ihre Laichmassen, wie auch ganz kleine Individuen finde ich nie. Ihre Heimat ist in dem äußersten Rand der Phragmiteszone, in den Potamogeton- und zum Teil in der Characeenzone zu suchen; von dort wird das Material hauptsächlich mit dem Eise im Frühjahr oder auch mit den Herbststürmen ans Ufer geführt; hier gehen die meisten Individuen zugrunde.

Alle die hier erwähnten Formen: die Neritinen, *Ancylus*, *Limnaea auricularia* und *L. ovata* var. *inflata* sind durch ihre großen Schalenmündungen charakterisiert; die Fußsohle ist außerordentlich breit und kurz. Wenn die Tiere kriechen, sieht man nichts oder nur sehr wenig von der Fußsohle außerhalb der Schale; im Wellenschlag sitzen sie ganz ruhig, und wenn man versucht, sie loszumachen und sie lotrecht abzunehmen, fühlt man einen deutlichen Widerstand; man bekommt den Eindruck, daß sie an den Steinen festgesaugt sitzen, wahrscheinlich weil sie die Fußscheibe, wovon man an solchen festsitzenden Tieren durchaus nichts sieht, ein wenig in die Höhe gehoben haben, so daß ein luftverdünnter Raum zwischen der Fußscheibe und dem Stein entsteht. Sie brauchen die Fußscheibe als Saugnapf. Man bemerkt oft, daß der äußerste Rand der Schalenmündung stark umgebogen, ganz flach und auf seiner Unterseite blank poliert ist. Dieser Rand bewirkt unzweifelhaft, daß die Tiere fester der Oberfläche der Steine anliegen können.

Wo die Steine reich mit Pflanzen, Cladophoraceen und Chaetophoraceen besetzt sind, kann man in diesen Algenrasen ein ungemein reiches Tierleben finden. Dieses besteht hauptsächlich aus *Gammarus pulex*, die in unglaublichen Mengen zwischen den Pflanzen leben, ferner in verschiedenen Dipterenlarven, teils Chironomiden teils Tipuliden. In den Algenrasen des Esromsees treten an den Brandungsufnern regelmäßig zwei Tiere auf: eine winzige Harpacticide und eine kleine Trichoptere *Hydroptila sparsa* Curt, deren kleine brillenfutteralähnlichen Sandköcher hier in großer Menge zu finden sind.

---

## Die Sandfauna.

Wir gehen nun zu dem Tierleben der Sandebenen über. Dieses ist, so weit ich sehen kann, bei weitem nicht so reich wie das Tierleben des steinigen Ufers. An den wattenähnlichen Ebenen des Süßwassers fehlen solche Tiere, die wie die Sandwürmer (*Arenicola*) und Sandmuscheln (*Mya*) in den sandigen Uferstrecken des Meeres wühlen, den Sand verschlucken und wieder als Exkremente abgeben. Anheftungsstellen fehlen an diesen Örtlichkeiten beinahe ganz; daher scheinen die Sandebenen wenigstens auf den ersten Blick auch faunistisch wüstenleer zu sein. Und doch rührt sich auch hier ein Tierleben, das an Arten gewiß sehr arm ist, an Individuen dagegen recht reich ist.

Wenn man den Sand durch ein feines Sieb gibt, zeigt es sich, daß die Würmer nicht ganz fehlen. Immer bekommt man einige rote, lange Oligochaeten; wenn man die Sandebenen bei ruhigem Wetter sehr aufmerksam beobachtet, entdeckt man auch schwache Erhöhungen, die Exkrementhaufen der Würmer; ihre Zahl ist jedoch gering, und eine Bedeutung, wie sie den Arenicolen zukommt, haben jene Würmer sicherlich nicht. Die Kapseln finden sich in großen Mengen in den Detritusanhäufungen des Frühjahrs. — Die Hauptform ist *Psammoryctes fossor* Ditlevsen.

Die Tiere, die sich in der größten Individuenzahl vorfinden, sind die Amphipoden; nur eine Spezies: *Gammarus pulex* ist vorhanden. Wer einmal den Sand durch ein Sieb gegossen hat, weiß, in welchen unglaublichen Mengen die Gammariden hier zu Hause sind. Zusammen mit den Chironomidenlarven, die vermutlich im allgemeinen nicht in so großen Mengen auftreten, locken sie die Fische auf die Sandebene und veranlassen die Trichterbildung, die schon früher erwähnt worden ist.

*Gomphus vulgatissimus* L. (Fig. 24—28). An den sandigen Küsten des Fursees, wo das Ufer nur allmählich gegen die Tiefe hin abfällt, sah ich September 1904, als ich anderen Zwecken folgend, in dem seichten Wasser watete, eine plötzliche Bewegung im Sande. Als ich in den Sand griff, bekam ich eine ganz sonderbar aussehende Libellulidenlarve, die ich hier nie früher angetroffen hatte. Das Tier ließ sich nach seinem Bau seicht als die *Gomphus*larve (*G. vulgatissimus* L.) -- bestimmen, wiewohl aber von der Beschreibung, und so wie ich glaube, von allen anderen Odonatenlarven dadurch ab, daß sie auffallend flach war. Bekanntlich sind die meisten Odonatenlarven ziemlich hochgewölbt, wie z. B. die Aeschnalarven und einige Libelluliden. Den Unterschied sieht man am besten, wenn man die Durchschnitte des Abdomens der *Gomphus*larven mit dem einer Aeschnalarve vergleicht. In den Beschreibungen fand ich diese Flachheit nur wenig erwähnt.

Die folgenden Tage sammelte ich ca. 50 Exemplare in allen Altersstufen, und es zeigte sich, daß die Tiere als ganz kleine Larven und bis zu den allerletzten Stadien ganz flach sind. Dann werden sie gewölbt wie andere Odonatenlarven und stimmen dann mit den Beschreibungen und Abbildungen überein; auch gleichen sie den Häuten, die ich einige Jahre früher im Mai an *Phragmites* angeklammert gefunden hatte. Täglich in ca. 14 Tagen beobachtete ich sowohl in der Natur als in den Aquarien die Larven, dann kamen die großen Herbstürme, neues Material konnte ich mir nicht verschaffen, und andere Untersuchungen nahmen meine Zeit



Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.

in Anspruch. In den folgenden Jahren 1905—1906, eifrig mit Planktonuntersuchungen beschäftigt, sah ich die Larven nur vereinzelt; in den letzten zwei Jahren, wo ich sehr häufig die alten Lokalitäten besuchte, fand ich keine Spur von Larven mehr. Was ich hier schreibe, stützt sich nur auf mein altes Material und meine Notizen von 1904.

Die Larven bewohnen die großen Sandebenen, die mit Wasser 0,1 bis 1 m hoch bedeckt sind, teils solche, die von den *Phragmites*wäldern ein wenig geschützt werden, teils ganz offen liegende. Das Tier ist in der Natur außerordentlich schwer zu beobachten, weil man es nie selbst sieht. Ist das Auge ein wenig trainiert, kann man zuweilen in ganz seichten Vertiefungen, meistens versteckt unter einer *Potamogeton*pflanze oder einem *Phragmites*rhizom den Umriß des Tieres unterscheiden. Ganz dasselbe ist auch in den Aquarien der Fall; auch dort sieht man von dem Tiere nichts anderes als die Antennen, die über den Sand hervorragen.

Hier beobachtet man auch, daß die geringste Bewegung im Sande bewirkt, daß das Tier sich rückwärts in den Sand hineingräbt. Sein Grabinstrument ist hauptsächlich das Abdomen; dasselbe ist an den Rändern, besonders an den großen letzten Segmenten messerscharf und ist schwach aufwärts gekrümmt: auch die Beine, vorzugsweise die zwei ersten Paare mit den starken Femora und Tibia mit ihrem Grabdorn sind vorzügliche Grabinstrumente. Ich habe das Tier niemals auf dem Sande sich bewegen sehen.

Daß wir es hier mit einem grabenden Tier, welches im Sande in schwachen Höhlungen, lauernd seine Beute sucht, zu tun haben, ist für mich unzweifelhaft. Ihre Beute sind wahrscheinlich hauptsächlich Gammariden, doch wage ich nicht dieses mit Sicherheit zu behaupten. Ich weiß nur, daß, wenn ich den Boden der Aquarien mit Gammariden bevölkerte, so verschwanden sie wieder; nie aber sah ich eine Larve ein solches Tierchen schnappen.

Bewunderungswürdig ist die Anpassung der Gomphuslarven an die Naturverhältnisse ihrer Umgebung. Stärker abgeplattet als Wanzen, welchen sie in den jüngeren Stadien sehr ähnlich sehen, liegen sie im Sande eingegraben. Die Wellen rollen über sie hin, ungestört liegen sie, graugelb wie der Sand und lauern auf ihre Beute. Die Tiere müssen unzweifelhaft in der Lokalität überwintern, sind aber im Frühjahr wegen des hohen Wasserstandes schwer zu beobachten. Im Mai findet man die leeren, gelben Nymphenhäute an Phragmites und Scirpus, doch immer relativ selten; die Imagines habe ich nie gefangen.

Mich erinnern die Larven in ihrer Lebensweise lebhaft an die Larve der Ameisenlöwen; beide leben im Sande, lauern in diesem versteckt auf ihre Beute; die Trichter der Gomphuslarven sind nicht so ausgeprägt, wie die der Ameisenlöwenlarven; angedeutet sind sie aber. Doch nicht nur biologisch auch habituell ist eine gewisse Ähnlichkeit, hauptsächlich in den jüngeren Stadien, unverkennbar.

Wir wenden uns nun zu einer anderen Trichopterenlarve, *Molanna angustata* Curt (Fig. 29—33), deren Köcher zu den merkwürdigsten Trichopterenköchern gehört. Kurz beschrieben ist es eigentlich nur ein Leptoceridenrohr, an deren Seiten und oberem Vorderrand flügelartige große Flächen eingefügt sind. Dabei entsteht ein großes, sehr flaches schildförmiges Haus, dessen Oberseite schwach gewölbt ist, während die Unterseite eine schwach konkave Form zeigt. Das Ganze ist wie bekannt hauptsächlich von Sandkörnern aufgebaut. Das eigentliche Rohr wird von zahllosen, außerordentlich kleinen, ziemlich unregelmäßig aufeinanderliegenden Sandkörnern gebildet; die Seitenflügel und besonders der große helmförmige Vorderteil sind von größeren Körnern; die Flügel und der

Helm weichen von der Röhre darin ab, daß die Sandkörner der erstgenannten mehr abgeflacht sind; da sie ferner alle beinahe gleich hoch, alle an den Rändern eingefügt sind, und das ganze nur aus einer Schicht gebaut ist, entsteht eine Mosaikarbeit von großer Schönheit und Regelmäßigkeit. Betrachtet man das Rohr unter dem Mikroskop, so sieht man, daß große Gespinstmassen zu dem Aufbau des eigentlichen Rohres gebraucht sind, und daß die einzelnen Körner hierin eingebettet und von den Fäden umspinnen sind; dies ist aber nicht der Fall bei den übrigen Teilen; hier sind Sandkörner an Sandkörner gekittet, die Bindesubstanz, die tiefbraun ist, sitzt nur an den Rändern der Steinchen, nicht an ihren Ober- und Unterflächen. Das Tier hat die klebende Masse an den Seiten der Körner angebracht, und als sie noch zäh war, ein neues Steinchen eingefügt.



Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.

Auch der Köcher von *Molanna angustata* variiert beträchtlich; bald ist derselbe ganz abgeflacht, bald ziemlich gewölbt und die Unterseite tief konkav; bald geht das eigentliche Rohr beinahe bis an das Vorderende des ganzen Köchers, d. h. der Helmteil ist klein; bald ist es von der halben Länge und der Helm dann sehr groß; in größeren Seen ist die Farbe des Hauses hell, in Mooren dagegen oft tiefbraun, teils weil die Sandkörner hier mehr bräunlich sind, teils weil die Kittsubstanz in größeren Mengen vorhanden ist. Nicht immer braucht das Tier Sand, und nicht immer ist die Mosaikarbeit gleich schön. Man findet es auch auf Lokalitäten, wo der Sand spärlich oder gar nicht vorhanden ist; dann werden die Röhren von Pflanzenteilen (Potamagetonsamen) Schalenfragmenten, Humuspartikeln, Bithyniadeckeln aufgebaut; doch sind Sandkörner unzweifelhaft das natürliche Baumaterial, und wo dieses durchgehend fehlt, werden die Larven sich auf die Länge nicht halten können. Mehrmals habe ich in dem Moorschlamm an den Ufern von Torfmooren halbvermoderte Röhren von *Molanna* gefunden. Niemals fand ich ein lebendes Tier. Gräbt man in den Torf hinein, findet man Sand unter dem Torf; die Köcher rühren von einer Zeit her, wo die Ufer sandig waren; später, als der Sand von Schlamm bedeckt wurde, wurde die Lokalität nicht mehr zur Eierablage benutzt.

Die Heimat der Molannen sind die sandigen Ufer der größeren Seen, Teiche und Flüsse. Selbst wo der Wellenschlag stark ist, und wo keine anderen Phryganeen sich finden, sieht man die Molannen langsam auf dem Ufer herunkriechen; die Wellen schlagen über die schildförmigen Köcher hin; nie aber werden sie herumgeworfen. An den sandigen Ufern eines kleinen Heidemoores in Jütland (zwischen Rye und Klostermölle) nahe bei Silkeborg sah ich den gelben Sand von Tausenden von tiefbraunen, langsam kriechenden Tieren bedeckt. Sobald ich das Wasser in Bewegung setzte, hörte die Bewegung auf; die Tiere lagen nun flach gedrückt auf dem Boden. Legt man ein Tier auf den Rücken, vermag es sich nicht zu wenden. Mehrmals habe ich die Puppengehäuse, deren Vorder- und Hinterende mit Humus und Sand gefüllt waren, und deren flügel förmigen Fortsätze sehr schmal sind, halb begraben oder ganz lose im Sande liegen sehen. Es versteht sich von selbst, daß die Bedeutung der großen flügel förmigen Fortsätze des Köchers die ist, den Köcher abzuflachen, so daß die Tiere vom Wellenschlag nicht herumgeworfen werden können.

An den *Potamogeton perfoliatus* der Sandebenen findet man dann und wann den merkwürdigen Käfer: *Hæmonia equiseti* F. Soweit ich sehen kann, ist seine Heimat viel mehr in den *Potamogeton* der eigentlichen *Potamogeton*zone zu suchen. Die ganze Biologie dieses Tieres ist vollständig dunkel; wie die Elmiden, aber in einer viel größeren Wassertiefe, leben die Imagines, trotzdem daß ihre Respirationsorgane ganz für atmosphärische Luft eingerichtet sind, dennoch oft 3 bis 4 m unter der Wasseroberfläche. Hoffentlich wird die Biologie dieses merkwürdigen Tieres von anderen näher berücksichtigt werden. Weil das Tier aber auch auf den Sandebenen vorkommt, musste es hier erwähnt werden.

Ehe wir die Insekten verlassen, müssen wir kurz hervorheben, daß noch ein winziges Insekt: die kleine Hemiptere *Sigara minutissima* Fabr., weißgelb wie der Sand, ebenfalls auf den großen Sandflächen seine eigentliche Heimat hat. Man bekommt das Tier, wenn man mit dem Käscher über den Sand streicht. An einzelnen Sonnentagen im Frühsommer sammeln die Sigareen sich in unglaublichen Mengen so nahe am Lande wie möglich. Sie dringen in die Löcher zwischen dem Material der Detritusanhäufungen, deren Füße eben vom Wasser benetzt wird, ein. Wie ein gelber Saum finden die Tiere sich an solchen Tagen ein, und wenn man die Detritusanhäufungen untersucht, kann man Tausende von Tieren beobachten. Die Eierablage habe ich leider nicht gesehen, und den eventuellen Parasitismus in den Spongillidenkolonien bisher nicht gefunden. Auch der von anderen oft gehörte und besprochene „Gesang“ ist mir entgangen.

### Allgemeine Bemerkungen.

Wenn man nun diese in systematischer Hinsicht äußerst verschiedene Gesellschaft im Zusammenhang ein wenig näher betrachtet, wird man leicht eine Reihe gemeinschaftlicher Charakterzüge bemerken. Am meisten tritt die Tendenz zur Abflachung des Körpers (Fig. 34) hervor. Wir haben

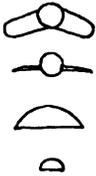


Fig. 34.

eine deutliche Abflachung der Kolonien von Spongillen und Bryozoen sowie auch den überaus abgeflachten Körper bei den Gomphuslarven und den Larven von *Heptagenia sulphurea* und zum Teil auch bei *Ecdyurus volitans* gefunden. Ferner zeigen die Phryganeen, daß einige Spezies aus solchen Familien, die sonst hauptsächlich zylindrische Köcher haben, ihre Bauinstinkte so anwenden, daß die Köcher äußerst abgeplattet werden:

*Molanna*, *Goëra*. Diese Abflachung ist unzweifelhaft als ein Mittel gegen die Kraft der Wellen, die sie sonst mitreißen und umstürzen würden, anzusehen. Daß gerade die Plattwürmer sich in großer Individuenanzahl an den Brandungsküsten finden, ist gewiß keine Zufälligkeit.

Eine weitere hiermit in Zusammenhang stehende Eigentümlichkeit ist ferner, daß die Tiere ihre Körper schwer machen. Wie z. B. die *Goëra*, die *Leptocerus*arten, *Crunoecia*, welche Steine an ihren Puppenhäusern anbringen, sodann die Tendenz, geschützte Gallerien oder Steingehäuse auf den Steinen aufzuführen, wodurch auch eine Wegführung durch die Wellen unmöglich wird (*Tinodes*, *Chironomiden*, Puppengehäuse der *Polycentropiden*).

Eine andere Eigentümlichkeit sind die außerordentlich starken Anklammerungsorgane, welche die meisten dieser Tiere charakterisieren. Wir können hier hervorheben die Saugscheibe bei *Dendrocoelum punctatum*, die Fähigkeit der *Leptocerus* und *Crunoecia*, der *Neritinen* und *Limnaeen*, sich an den Steinen festzusaugen, und die damit in Verbindung stehenden Bauverhältnisse (die Kapuze an den Röhren von *Leptocerus fulvus*, der umgebogene Rand der Schalen von *Limnaeen*).

Wir können ferner hervorheben die außerordentlich starken Rückschieber bei den *Polycentropiden* und *Chironomiden*, die Analklauen der *Limniuslarven* und die ungemein starken Klauen der *Imagines*. Nicht starke Beweglichkeit, sondern großes Anklammerungsvermögen ist der allgemeine Charakterzug, der mit dem Bedürfnis, sich gegen die Macht der Wellen festzuhalten, in naher Verbindung steht. Als Ausnahmen sind nur *Nemouren* und die Larven von *Heptagenia* und *Ecdyurus* hervorzuheben, eben die letztgenannten Larven sind äußerst lebendige Tiere, die krabbenähnlich und sehr geschickt über die Steine laufen. Aber eben bei diesen schnellkriechenden Tieren finden wir in der merkwürdigen Drehung der *Coxae* den anatomischen Ausdruck jener Fähigkeit, sich unter kriechenden Bewegungen gar nicht über die Unterlage zu erheben; wie schnell die

Bewegungen auch sind, sie gleiten doch immer wie angepreßt an den Steinen umher. So bietet der Körper, selbst in Bewegung, den Wellen keine Angriffsflächen.

Noch ein Anpassungsphänomen, das verminderte Bedürfnis nach atmosphärischer Luft muß erwähnt werden. Die unsicheren Verhältnisse an den Brandungsufern erlauben den Tieren nicht, atmosphärische Luft an der Oberfläche des Wassers zu schöpfen. Mehrere müssen sich mit allgemeiner Hautatmung begnügen: *Polycentropus*; echte Kiemen finden wir bei Chironomiden, und als solche sind wahrscheinlich auch die oben beschriebenen weißen Fäden bei der *Limnius*larve zu deuten; andere wandern am Boden des Wassers (an Steinen und Pflanzen) umher und sind von einer Luftschicht umgeben, dessen Quelle aber nicht direkt die Luftschicht über dem Wasserspiegel ist, sondern eher von der Luft herrührt, die entweder in den Hohlräumen der Pflanzen sich findet (*Haemonia* als Larve) oder von den Pflanzen selbst produziert ist (*Limnius*, *Haemonia* als imago). Im letzten Falle müssen nähere Untersuchungen zeigen, ob jene Gasschicht atmosphärische Luft oder reiner Sauerstoff ist. Es scheint, als ob die letztgenannten Tiere überhaupt ein sehr geringes Luftbedürfnis haben. Nur physiologische Untersuchungen können uns hier Licht bringen.

Von den obigen Beobachtungen aus, meine ich behaupten zu können, daß wir an unseren baltischen Seenufern wirklich von einer Brandungsfauna sprechen können. Sie bildet eine kleine Gesellschaft, bei deren Mitgliedern die gemeinsamen äußeren Naturverhältnisse — die umwerfende und mit sich schleppende Kraft der Wellen — gemeinsame äußere Strukturverhältnisse: Abflachung des Körpers und starke Anklammerungsorgane bewirkt haben.

Ich weiß sehr gut, daß man in der Brandungszone Tiere finden kann, auf welche dieses „nicht paßt“ (z. B. Amphipoden und vielleicht einige Phryganeen), ferner daß die Tiere des Brandungsufers sich auch oft in sehr kleinen Teichen finden können (*Molannen*), und endlich, daß jene anatomischen Verhältnisse bei den Individuen des Brandungsufers nicht immer am meisten ausgeprägt sind; man kann z. B. in kleineren Seen und Mergelgräben Individuen von *Limnaea auricularia* und *ovata* mit außerordentlich großer Mündung (Fuß) und sehr deutlich umgebogenem äußeren Rand der Schalenmündung finden.

Keine dieser Tatsachen stößt aber in meinen Augen meine Auffassung um. Man muß bedenken, daß die einzelnen Komponenten einer Gesellschaft Organismen von einem so äußerst verschiedenen Bau sind, daß es sich von selbst versteht, wenn nicht alle in demselben Grade weder imstande sind, noch es nötig haben, sich von den äußeren Faktoren umbilden zu lassen oder nach ihnen sich umbilden zu können. Auch sind die Umbildungen nicht immer derartig, daß man sie leicht bemerken kann; ferner

können sie psychologische Veränderungen darstellen und als solche nur biologisch zu beobachten sein.

Sodann muß man bedenken, daß die Tiere, weil sie „Brandungsmerkmale“ bekommen haben, darum absolut nicht nötig haben ruhige Lokalitäten zu meiden; ich sehe z. B. nicht, wie die Flügel der Molannidenröhren für die Tiere auf Sandflächen stiller Moorbuchten ein Hindernis sein könnten.

Ferner muß man bedenken, daß in kleinen offenen Seen mit sehr geringen Tiefen, wo keine ruhigen Lokalitäten als Zufluchtsorte sich vorfinden, die Wellen für die Tiere ebenso unruhige Verhältnisse schaffen können wie an den Brandungsufern der größeren Seen.

Wer eine längere Zeit an einem dieser Seen gelebt hat, wird gewiß auch zu dem Resultat kommen, daß man mit vollem Rechte von einer Gesellschaft von Brandungstieren sprechen kann. Seit ca. 8 Jahren ist diese kleine Gesellschaft mit allen ihren Mitgliedern mir gut bekannt gewesen. Mir kommt es sonderbar vor, daß keiner dieselbe früher entdeckt oder besprochen hat. Ich verstehe nicht, wie biologische Stationen an den Ufern baltischer Seen betrieben werden können, ohne daß diese Fauna entdeckt worden ist. Die Ursache möchte vielleicht die folgende sein:

Alle die obengenannten Tiere sind an sich wohlbekannt und in den Spezialarbeiten von zahlreichen Lokalitäten besprochen. Wenn man aber diese Lokalitätsangaben miteinander vergleicht, zeigt es sich, daß beinahe alle dem fließenden Wasser: Bächen und Flüssen angehören. Ich verweise nur auf Steinmanns schöne Arbeit: Die Tierwelt der Gebirgsbäche. (Ann. de Biol. lacustr. II, 1907, p. 30.) Eines näheren Eingehens auf die Literatur bedarf es gewiß nicht.

Das gilt für die Gomphuslarve, für *Heptagenia sulphurea*, *Ecdyurus volitans*, für *Goëra*, *Molanna*, *Polycentropus*, *Tinodes*, die Elmiden, *Neritina*, *Ancylus*; mehrere sind bisher nur im fließenden Wasser gefunden. Es ist ganz, als ob ich die Gesellschaft der Bäche von den Brandungsufern eines größeren Sees beschrieben hätte; die Menge der Planarien vervollständigt das Bild. Doch muß nicht übersehen werden, daß mehrere charakteristische Bachtiere, z. B. die *Rhyacophiliden*, *Simulium*, *Osmylus*, viele Dipteren, *Liponeura*, die Hydrachniden am Seeufer ganz fehlen oder sich nur ausnahmsweise vorfinden.

Wenn man die obenerwähnte Arbeit von Steinmann oder das Kapitel über die Tierwelt der Hochgebirgsbäche (S. 312) in Zschokkes Hauptwerk: „Die Tierwelt der Hochgebirgseen“ (1900) konsultiert, findet man auch hier, daß diese Verfasser ganz dieselbe Anpassungsphänomene für die Bachfauna wie ich für die Brandungsfauna der Seen angeben: Abflachung des Körpers, Beschwerungen der Gehäuse mit Steinen, Fixationserscheinungen, eigentümliche Respirationseinrichtungen. Die Anpassungsphänomene sind

in dem Sturzbach nur viel mehr ausgebildet und leichter zu beobachten. Man vergleiche besonders S. 108—118 bei Steinmann. Daß die Übereinstimmung zwischen der Bachfauna und der Brandungsauna groß ist, das ist leicht begreiflich. Die Lebensverhältnisse im Bache und an den Brandungsufern eines größeren Sees gleichen einander sehr; gemeinsam ist das immer bewegte und gut durchlüftete Wasser; die größten Verschiedenheiten sind, daß das Wasser an den Seeufern nicht in derselben Richtung läuft, und daß die Amplituden der jährlichen Temperaturvariationen hier viel größer sind als in den Bächen. Darum vermischen wir solche Phryganiden, die ihre Gespinste als Planktonnetze brauchen (Esben Petersen, Meddelelser fra Naturhist. Forening Kobenhavn 1907, p. 137), und daher ist das Ufer unserer Seen kein Aufenthaltsort für jene Reliktenfauna, die eben in den Bächen, früher jedenfalls auch bei uns, einen Zufluchtsort gefunden hat.

Ist es also nun so zu verstehen, daß jene Bach- und Flußfauna Mitteleuropas nur hier in Dänemark und benachbarten Ländern eine Fauna des Brandungsufers größerer Seen geworden ist? Ich weiß es nicht, ist es aber so, ist das Phänomen doch leicht zu begreifen.

Die Fauna unserer fließenden Gewässer muß sicherlich in Jahrtausenden regelmäßig abgenommen haben. Wegen der Größe unserer Flußtäler wissen wir, daß unser Land früher von mächtigen Flüssen durchströmt wurde. Nun laufen in diesen großen Tälern, deren Breite ca. 7 km sein kann, nur schwache, kleine Flüsse, deren Breite nur wenige Meter ist.

Es ist ja daher nicht unmöglich, daß jene Fauna der fließenden Gewässer eine sekundäre Heimat an den Brandungsufern der größeren Seen gefunden hat; nur die Tiere, die nicht die hohen Sommertemperaturen des Seeufers ertragen können, Rhyacophilen, Ancylus sind zurückgeblieben. In den allerletzten Zeiten hat die Nivellierung und Regulierung die Bachfauna so stark dezimiert, daß man mit Grund befürchten muß, daß sie verschwindet, ehe sie noch bekannt geworden ist. Es hat sich gezeigt, daß die für unsere Zeit genuine Bachfauna in die Siele unter den Chausseen, wo der Strom noch relativ stark ist, und wo die Temperatur wegen des konstanten Schattens herabgesetzt ist, sich zurückgezogen hat.

Fernere ausländische Untersuchungen müssen zeigen, wie weit verbreitet die Übereinstimmung zwischen der Fauna der fließenden Gewässer und des Brandungsufers größerer Seen ist. —

Für Hilfe bei Bestimmungen verschiedener Tiere und Pflanzen bringe ich den folgenden meinen besten Dank:

Herrn Mag. Boysen Jensen (Cyanophyceen), Mag. Ditlevsen (Oligochäten), Lehrer Esben Petersen (Phryganeen und Ephemeriden), Fräulein Seidelin (Characeen) und Cand. Schlich (Käfer).

---

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Allurus tetraëdrus . . . . .	577	Molanna angustata . . . . .	601
Agabus maculatus . . . . .	597	Myriophyllum . . . . .	583
Amphipoden . . . . .	582	Navicula . . . . .	580
Ancyclus fluviatilis . . . . .	598	Nemura avicularis . . . . .	584
Batrachium . . . . .	583	Nepa cinerea . . . . .	585
Bembidium . . . . .	577	Nepheles . . . . .	584
Bithynia . . . . .	598	Neritina fluviatilis . . . . .	597
Brassen . . . . .	582	Nitschia . . . . .	580
Characeen . . . . .	581	Nostoc . . . . .	581
Chironomus . . . . .	582, 593	Notonecta . . . . .	585
Choenis . . . . .	585	<b>Odacantha</b> . . . . .	577
Chlaenius . . . . .	577	Omophron . . . . .	577
Cladophora . . . . .	581	Oligochaeten . . . . .	582
Clepsine . . . . .	584	Osmylus . . . . .	606
Cloëon . . . . .	585	<b>Parnus</b> . . . . .	597
Cocconema . . . . .	580	Phormidium . . . . .	579
Corixa . . . . .	584	Phragmites . . . . .	581
<b>Dendrocoelum</b> . . . . .	583	Planaria . . . . .	583
Dendrocoelum punctatum . . . . .	584	Planorbis . . . . .	598
Diatoma . . . . .	580	Plumatella fungosa . . . . .	584
<b>Ecdyurus volitans</b> . . . . .	586	Plötze . . . . .	582
Elmis . . . . .	595	Polycelis . . . . .	583
Ephemera vulgata . . . . .	585	Polycentropus flavomaculatus . . . . .	590
Euspongilla lacustris . . . . .	583	Potamogeton filiformis . . . . .	581
<b>Fredericella sultana</b> . . . . .	584	perfoliatus . . . . .	583
<b>Gammariden</b> . . . . .	584	Psammoryctes fossor . . . . .	599
Gammarus pulex . . . . .	583, 598	<b>Rhyacophila</b> . . . . .	606
Goëra pilosa . . . . .	586	Rivularia . . . . .	579
Gomphus vulgatissima . . . . .	599	<b>Salda</b> . . . . .	577
<b>Harpacticiden</b> . . . . .	584	Scirpus . . . . .	581
Heptagenia sulphurea . . . . .	585	Schizothrix . . . . .	579
Hydroptila sparsa . . . . .	598	Sida crystallina . . . . .	584
Haemonia equiseti . . . . .	603	Sigara minutissima . . . . .	603
<b>Leptocerus</b> . . . . .	589	Simulium . . . . .	606
Limnius troglodytes . . . . .	594	Stenus . . . . .	577
Limnaea auricularia . . . . .	598	Succinea . . . . .	577
Limnaea ovata . . . . .	598	<b>Tabellaria</b> . . . . .	580
Liponeura . . . . .	606	Tanypus . . . . .	593
Littorella . . . . .	583	Tinodes . . . . .	591
Lobelia . . . . .	583	Tipuliden . . . . .	577
Lumbriciden . . . . .	577	<b>Ulothrix</b> . . . . .	581
<b>Mallomonas</b> . . . . .	582	<b>Weißfische</b> . . . . .	582
		<b>Aegagropila</b> . . . . .	582

**Figurenerklärung.**

- Fig. 1. *Heptagenia sulphurea*. Vergrößerung ca. 8.  
Fig. 2. *Ecdyurus volitans*. Vergrößerung ca. 8.  
Fig. 3—15. Larvengehäuse von *Goëra pilosa*. Natürliche Größe.  
Fig. 16—17. Larvengehäuse von *Leptocerus fulvus*, Natürliche Größe.  
Fig. 18. Puppengehäuse von der Seite von *Leptocerus*. Natürliche Größe.  
Fig. 19. Puppengehäuse von unten von *Leptocerus*. Natürliche Größe.  
Fig. 20. Puppengehäuse von *Polycentropus flavomaculatus*. Natürliche Größe.  
Fig. 21. Larve von *Limnius troglodytes* von der Seite gesehen. Vergrößerung ca. 22.  
Fig. 22. Larve von *Limnius troglodytes* von oben. Vergrößerung ca. 22.  
Fig. 23. *Limnius troglodytes* Imago; die weißen Teile sind silberglänzend. Vergrößerung ca. 22.  
Fig. 24—28. *Gomphus vulgatissimus* in fünf verschiedenen Stadien. Natürliche Größe.  
Fig. 29—33. Larvengehäuse von *Molanna angustata* von drei verschiedenen Seen. Natürliche Größe. Fig. 30 und 33 von unten gesehen.  
Fig. 34. Querschnitte von dem Larvenköcher von *Goëra* und *Molanna*; Querschnitte durch Abdomen vom *Gomphus* und *Heptagenia*.