

Die Tierwelt des Küstengrundwassers bei Schilksee (Kieler Bucht) I—VII.

I. Das Küstengrundwasser als Lebensraum.

Von ADOLF REMANE und ERICH SCHULZ.

Allgemein bekannt ist die interessante Tierwelt des „süßen“ Grundwassers, in dem ja fast jedes Jahr noch wichtige Neuentdeckungen gemacht werden. Soweit wir sehen, ist aber das salzige Küstengrundwasser des Meeresstrandes noch nie auf seine Tierwelt hin untersucht. Höchstens die Untersuchungen einiger Nematodenforscher, wie die DE MANS über Nematoden in brackiger feuchter Erde in Holland und die ALLGENS über Nematoden an den Wurzeln von Meeresstrandpflanzen könnte man zur Not hierher rechnen. Salziges Grundwasser muß überall am Meeresstrande vorhanden sein; das Meereswasser dringt ja ebenso wie Süßwasser in den Boden ein, und so muß sich überall, wo lockerer Boden den Strand bildet, zwischen das freie Meerwasser und das süße Grundwasser eine schmalere oder breitere Mischungszone einschieben, eben das Küstengrundwasser. Schon im Jahre 1927 hatten wir bei Schilksee an der Kieler Förde eine kurze „Stichprobe“ im Küstengrundwasser genommen und dabei festgestellt, daß sie wider Erwarten von Lebewesen besiedelt war; wider Erwarten, weil ja die Ostseeküste geologisch jungen Datums ist und ja auch das süße Grundwasser der von der Eiszeit mit einer Eisdecke bedeckten Regionen nur eine geringe Besiedelung zeigt. Dem Vordringen einer Küstengrundwasserfauna muß ferner ja jeder in das Meer einmündende Fluß und Bach ein Verbreitungshindernis bieten; es war also mit nur sehr langsamer Besiedelung junger Küstengebiete zu rechnen. Andere Arbeiten ließen eine genauere Erforschung der Tierwelt dieses interessanten Lebensraumes erst in den letzten Jahren zu. Dabei wurden die Untersuchungen nach einigen Versuchen an anderen Orten auf das Gebiet bei Schilksee beschränkt, da sich hier die Fauna am reichhaltigsten erwies. Es zeigte sich, daß hier nicht weniger als ca. 80 Metazoen und ca. 15 Protozoen lebten, eine im Verhältnis zur Eigenart des Lebensraums erstaunlich hohe Zahl. Daß ein hoher Prozentsatz der Arten bisher unbekannt war, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

Der Untersuchungsort bei Schilksee (Westufer der Kieler Außenförde) liegt dicht nördlich der Brückenanlage von Schilksee auf dem Grundstück der ehemaligen Torpedowerkstatt. Diese Lage hatte auch den Vorteil, daß sich nach den Brückenpfählen die Lage der Untersuchungsstelle genau festlegen ließ, das Ufer selbst verschiebt sich ja mit dem Wasserstand; die Hauptuntersuchungsstelle lag bei Pfahl 11½, vom Beginn der Brücke an Land an gerechnet. Über die benachbarten Lebensgemeinschaften gibt das Diagramm (Fig. 1) Auskunft. Im Meer ist eine Fläche reinen Feinsandes vorgelagert, die als Charaktertiere *Crangon crangon*, *Bathyporeia pilosa*, *Cardium edule* u. a. bewohnen; die direkte Uferzone wird von einer besonders schön entwickelten Otoplanenzone ein-

genommen (vgl. REMANE 1933); also einer Zone grobkiesigen Sandes, der bei jedem Wellenschlag umhergewirbelt wird. Der Landstrand steigt sanft, aber merkbar an und wird von reinem Sand eingenommen, Pflanzenbewuchs (*Cakile*, *Atriplex* usw.) tritt erst in höheren Lagen auf, die für die Untersuchung nicht mehr in Frage kamen. Auf ihm lagert in wechselnder Ausdehnung und Lage eine typische Anwurfzone aus Seegrasblättern (vgl. DÜRKOP 1934). Beim Graben im Sandgebiet des Strandes stößt man in wechselnder Tiefe (ca. 30 cm bis über 1 m) auf Grundwasser, das in die Grube rasch einströmt. Der Boden, der dieses Grundwasser enthält, ist sandig kiesig, in ihm sind aber regional Schichten zusammengepackter, vertorfte Seegrasblätter eingelagert; also ehemalige Anwurfzonen, die im Laufe der Zeit übersandet sind. Aus diesen Seegrastorfen geht hervor, daß diese Küstensande vom Meere abgelagert sind bzw. unter der Einwirkung des Meeresstrandes entstanden sind. Dafür sprechen

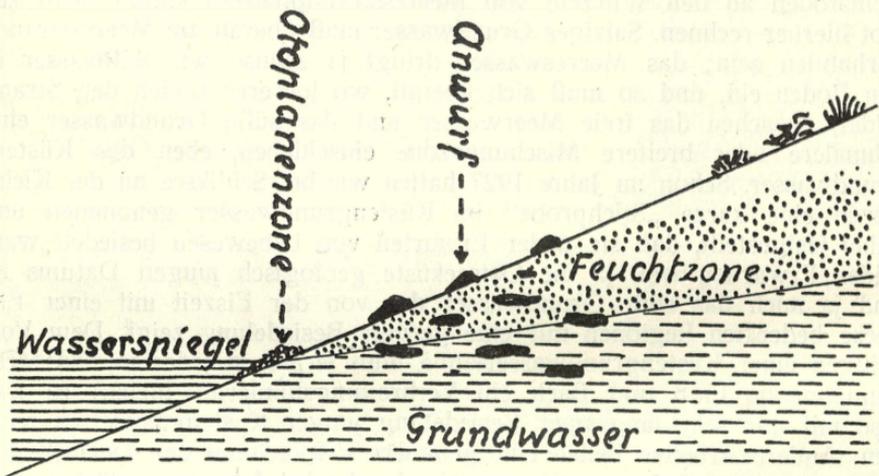


Fig. 1.

auch die tierischen Reste, die sich zwischen den Sandkörnern finden; es sind Bruchstücke des Hydroidpolypen *Dynamena pumila*, der Schnecken *Hydrobia ulvae* und *Littorina litorea*, sowie leere Kokonhüllen von Otoplaniden und Oligochaeten. Über die Zeit der Ablagerung der Sande geben diese Reste keinen Aufschluß, sie gehören sämtlich der jetzigen Fauna der Kieler Förde an. Das einzige, was sich in dieser Hinsicht aussagen läßt, ist, daß die tiefere Ablagerung offenbar vor dem Aufkommen der Dampfschiffahrt und vor dem Bau der Schilkseer Brücken erfolgte; für ersteres spricht das Fehlen feiner Kohleteilchen im Sand, die in den ganz rezenten Strandgebieten überall vorhanden sind, für das zweite die geringe Anzahl von kleinen *Mytilus*schalen, die jetzt nach der Besiedelung der Brückenpfähle mit Miesmuscheln in großer Zahl dem Ufersand beigemischt werden. Die Region des Küstengrundwassers ist also in der Jetztzeit der umlagernden Wirkung der Uferbrandung entzogen und zur Ruhe gekommen. Allerdings liegt die untersuchte Zone nicht immer auf dem Lande, bei hohem Wasserstand, wie er bei starken

Ostwinden einzutreten pflegt, kann die Stelle $11\frac{1}{2}$ vom Meerwasser erreicht werden. Direkt beobachtet wurde es nur zweimal, am 3. IX. 1933 und 10. X. 1934; aber auch dann bleibt das tiefe Gebiet, das hier in Frage steht, vom Wellenschlag unberührt. Zwischen der eigentlichen Grundwasserregion, deren obere Grenze durch die Oberfläche des sich bildenden Wasserspiegels bestimmt wird und der Strandsandoberfläche liegt eine Zone durchfeuchteten Sandes, die Feuchtzone (vergl. Fig. 1). Auch sie enthält eine Fauna, die hier mitbehandelt wird.

Von den Eigenschaften des Grundwassers interessiert zunächst der Salzgehalt. Die einzelnen Messungen zeigen bei Stelle $11\frac{1}{2}$ folgende Werte (in Klammern dahinter wurde zum Vergleich der Salzgehalt des Meerwassers der benachbarten Uferregion gesetzt): 2. V. 1933: $12,9\text{‰}$ ($16,8\text{‰}$); — 28. VII. 1933: $2,2\text{‰}$ (14‰); — 25. VIII. 1933: $4,7\text{‰}$ ($15,9\text{‰}$); — 7. IX. 1933: $10,13\text{‰}$; — 27. IX. 1933: $4,8\text{‰}$ ($13,45\text{‰}$); — 10. XI. 1933: $2,55\text{‰}$ ($14,85\text{‰}$); — 19. XII. 1933: $13,3\text{‰}$ ($14,8\text{‰}$); — I. 1934: $15,34\text{‰}$ (ca. 20‰); — II. 1934: $14,4\text{‰}$ (ca. 20‰); — 8. VI. 1934: $11,7\text{‰}$; — 5. VII. 1934: $15,9\text{‰}$ ($16,8\text{‰}$). Ferner seien zwei Messungen in Höhe von Pfahl 11 (4. VII. 1933: $5,5\text{‰}$, 10. XI. 1933: $1,3\text{‰}$), eine bei $10\frac{1}{2}$ (29. V. 1933: $3,7\text{‰}$) mitgeteilt. Zwei Unterschiede bestehen also gegenüber dem benachbarten Meeresufer: Trotz der geringen Entfernung ist der durchschnittliche Salzgehalt viel geringer, er beträgt bei Stelle $11\frac{1}{2}$ durchschnittlich $9,8\text{‰}$, also nur etwas über $\frac{1}{2}$ so viel aus dem durchschnittlichen Salzgehalt der Kieler Außenförde. Zweitens zeigt der Salzgehalt viel größere Schwankungen; er beträgt in den Messungen $2,2$ — $15,9\text{‰}$ bei Stelle $11\frac{1}{2}$, das sind für einen Lebensraum ganz enorme Schwankungen; sie werden sicher noch größer sein, als die angegebenen Zahlenwerte, da natürlich in der geringen Zahl der Messungen noch nicht die Extreme enthalten sind (z. B. am 6. XI. 1934: $19,4\text{‰}$ ($20,08\text{‰}$)); bei Überflutung der Stelle mit Meerwasser wird auch das Grundwasser den Salzgehalt des Meeres annehmen, bei längeren Regenperioden werden wenigstens die oberflächlichen Schichten des Grundwassers, die allein ja hier untersucht wurden, vollkommen ausgesüßt werden; die wirkliche Schwankungsbreite ist also mit 1 — 20‰ sicher nicht zu hoch angesetzt. Der Streifen salzigen oder brackigen Wassers ist infolge des Ansteigens des Ufers bei Schilksee schmal; schon zu Beginn der Vegetationsdecke, also ca. 20 m landeinwärts von Stelle $11\frac{1}{2}$ ergab eine Messung nur $0,29\text{‰}$ Salzgehalt. In flachen Uferstrecken ist natürlich der Streifen des brackigen Küstengrundwassers viel breiter.

Die Temperaturverhältnisse müssen das entgegengesetzte Bild bieten, nämlich geringere Schwankungen als die benachbarten Lebensräume. Das ergaben auch die Messungen, allerdings war der Grad der Temperaturkonstanz bedeutend geringer, als erwartet wurde. Die gemessenen Werte sind bei Stelle $11\frac{1}{2}$ (die gleichzeitige Temperatur des Meerwassers am benachbarten Ufer wieder in Klammern dahinter gesetzt): 2. V. 33: $8,2^\circ$ ($10,05^\circ$); — 29. 5. 33: $12,5^\circ$ (15°); — 4. VII. 33: 16° ($19,8^\circ$); — 28. VII. 33: $18,2^\circ$ ($21,1^\circ$); — 25. VIII. 33: 17° ($16,8^\circ$); — 7. IX. 33: 16° ; — 27. IX. 33: 15° ($15,6^\circ$); — 10. XI. 33: 10° ($8,5^\circ$); — 19. XII. 33: $1,3^\circ$ ($2,5^\circ$). Die Messungen zeigen immerhin noch eine Temperaturschwankung von $1,3$ — $18,2^\circ$; es mag dies darauf zurückzuführen sein, daß der poröse Sand, der ja die

Grundwasserregion überdeckt, leicht und schnell von Sickerwasser passiert wird. Ein Regen an einem Sommertag kann also Wasser dem Grundwasser zuführen, das auf den heißen oberflächlichen Sandschichten stark erwärmt wurde; durchsickerndes Tauwasser kann im Winter die Temperaturen des Grundwassers herabsetzen. Der pH-Wert wurde nur einmal gemessen, er betrug 7—7,5 (27. IX. 33).

Das Grundwasser ist beim Einströmen in die Grube meist bräunlich, oft fast kaffeebraun gefärbt. Es handelt sich jedoch nicht um eine Eigenfarbe des Wassers, sie ist vielmehr durch feinste suspendierte Partikel bedingt, die im wesentlichen aus Seegrasdetritus bestehen. Diese Tatsache ermöglicht es, die Frage nach der Nahrungsgrundlage kurz zu behandeln. Infolge Lichtmangel fehlen natürlich grüne Pflanzen im Grundwassergebiet vollkommen (siehe unten!); selbst das Wurzelwerk von Strandpflanzen reicht nicht in diese Region, da ja an der Untersuchungsstelle eine Pflanzendecke an der Oberfläche vollkommen fehlt. Wenn daher DE MAN und ALLGEN für manche Nematoden, die auch im Grundwasser bei Schilkesee vorkommen, als Lebensraum Wurzeln von *Cakile*, *Scirpus maritimus* u. a. angeben, so gilt das sicher nicht für unser Gebiet und sicher nicht als Ernährungsart. Als Grundmaterial für die Ernährung kommt in unserem Gebiet das eingelagerte, vertorfte Seegras und von der Sandoberfläche eingespülter Detritus in Betracht, der aber auch zum größten Teil aus der Anwurfregion stammen dürfte. Nun sind aber Seegrasreste zweifellos eine für Tiere schwer verwertbare Nahrung. Direkte Aufnahme abgestorbener Seegrasstückchen konnten wir nur bei einer Tierart beobachten: eine im Grundwasser nicht seltene Gromiide enthielt in ihrem Plasma Seegrasstückchen. Da ja das Amöbozoon *Pelomyxa* die Fähigkeit zur Zellulosespaltung besitzt, ist gleiches für die verwandten Gromiiden anzunehmen. Für manche Nematoden und Oligochaeten dürfte die Nahrungsquelle die gleiche sein. Die Frage, ob für andere Tiere Bakterien, die den Seegrastorf zersetzen, die direkte Ernährungsquelle bilden, ist noch nicht untersucht; doch spricht das Fehlen echter Strudler oder Filtrierer gegen eine große Bedeutung eventueller Bakteriennahrung. Weiterhin ist noch die Existenz und Bedeutung heterotropher Diatomeen zu untersuchen; nahe Verwandte von Diatomeenfressern kommen im Grundwasser vor, es wurden auch Diatomeenschalen gefunden. Doch muß erst von botanischer Seite nachgeprüft werden, ob die Formen wirklich im Grundwasser leben. Ein merkwürdiger Fund muß an dieser Stelle erwähnt werden; es wurden Schalen der großen Diatomee *Campylodiscus* mit noch erkennbarem Chromatophor gefunden. Unwillkürlich denkt man dabei doch an eine ganz frische Einlagerung durch den Wellenschlag, aber wir kennen diese Form nicht aus dem ganzen benachbarten marinen Gebiet, wohl aber in Mengen aus Brackwässern von gleichem Salzgehalt wie das Grundwasser; auch noch grüne Grünalgenstückchen wurden vereinzelt gefunden, deren Herkunft ebenso unerklärlich ist. Für die Ernährung der Fauna sind sie bedeutungslos.

Die Fauna des Küstengrundwassers setzt sich nur aus bestimmten Tiergruppen zusammen. Den Hauptanteil stellen die Nematoden, sie machen mit ca. 36 Arten fast die Hälfte der Metazoen aus; es folgen Turbellarien, Copepoden, Oligochaeten mit 7—9 Arten, Gastrotrichen, Milben und

Collembolen mit 4—6, Polychaeten, Archianneliden und Rotatorien mit 1—3 Arten. Es fehlen vollkommen Cnidarier, Isopoden, Amphipoden, Decapoden usw. Diese Auswahl der Tiergruppen dürfte nicht auf irgendwelchen physiologischen Sonderveranlagungen der Tiere beruhen, sondern einfach auf der Körpergröße. Es sind, natürlich mit Ausnahme der Collembolen und Milben der Feuchtzone, dieselben Tiergruppen, die auch in der Tierwelt des Lückensystems im Meeressande besonders hervortreten. Die Grundwasserfauna bei Schilksee lebt ja gleichfalls in einem Lückensystem zwischen Sandkörnern. Die Raumverhältnisse gestatten daher nur absolut kleinen oder schmalen Tieren eine Besiedelung, daher scheiden Decapoden, Amphipoden, Isopoden usw. von vornherein aus. Erst in zweiter Linie scheinen die Nahrungsbedingungen einen Einfluß auf die Auswahl der Tiere zu haben, auf sie dürfte im Vergleich mit der Sandfauna des Meeres das Hervortreten der Nematoden und das Zurücktreten der Acölen (meist Diatomeenfresser) zurückzuführen sein. Betrachten wir nun die oekologische Zusammensetzung der Fauna und ihre oekologische Verwandtschaft. Dabei müssen wir die Fauna der Feuchtzone von der des eigentlichen Grundwassers trennen. Nach THIENEMANN wird ja die Tierwelt eines Lebensraumes allgemein in drei Gruppen gesondert: 1. Arten, die vollkommen an den betreffenden Lebensraum gebunden sind („—bionten“). 2. Arten, die ihre größte Häufigkeit in dem Lebensraum zeigen, daneben aber auch in anderen Gebieten vorkommen („—phile“). 3. Arten, deren Hauptvorkommen in anderen Lebensräumen liegt. („—xene“). Prüft man daraufhin die Fauna des Grundwassers, so ergibt sich eine sehr große Zahl der 1. Gruppe, also zahlreiche „Halostygbionten“. Zu ihr gehören zunächst alle im Lebensraum neu entdeckten Arten, das sind in dem bisher bearbeiteten Material (exkl. Turbellarien und Protozoen) 23 Arten; die Milbe *Halacarellus subterraneus*, die Copepoden *Paramesochra acutata* und *Parastenocaris vicesima*, vier Oligochaeten, der Polychaet *Stygo-capitella subterranea*, der Archiannelid *Diurodrilus subterraneus*, das Rädertier *Encentrum spec.*, die Gastrotrichen *Paradasys subterraneus*, *Turbanella subterranea*, *Xenotrichula pygmaea*, *X. affinis* und *X. subterranea* und die Nematoden *Anoplostoma exceptum*, *Dorylaimus balticus*, *Syringolaimus benepapillosus*, *Halichoanolaimus obtusicaudatus*, *Monoposthia thorakista*, *Spirina bibulbosa*, *Eudemoscolex papillosus* und *Theristus aculeatus*. Weiterhin müssen hierher noch einige Nematoden gerechnet werden, die von anderen Autoren bereits für „feuchte brackige Erde“ festgestellt wurden, wie *Oncholaimus lepidus*, *Eurystomina terricola* und vielleicht auch *Odontopharynx longicaudata* und *Cephalobus strandi-cornutus*. Insgesamt machen die Halostygbionten rund 50 Prozent der Gesamtf fauna aus. Das ist eine ungewöhnlich hohe Zahl; in dem litoralen Strandanwurf, über den DÜRKOP in diesem Heft berichtet, beträgt die Zahl der „—bionten“ kaum 2—3 Prozent! Die noch zu bearbeitenden Turbellarien und Protozoen ändern an diesem Bild nichts, sondern bestätigen es. Halostyghophile und Halostygoxene lassen

sich vorläufig noch schwer trennen; die Mehrzahl der restlichen Arten ist aber den Halostygoxenen zuzurechnen.

In der artenärmeren Feuchtzone ist das Bild schon wesentlich anders. Als Halohygrobionten kommen hier vorläufig nur die beiden neu entdeckten Arten *Onychiurus litoralis* und *Rhodacaropsis inexpectatus* in Betracht, das sind 17 Prozent des Artenbestandes. Ausgesprochen halohygrophil ist der Springschwanz *Archisotoma besselsi*, der in der unterirdischen Feuchtzone in Menge, in dem litoralen Meeresanwurf dagegen nur selten gefunden wurde. Vielleicht gehört auch *Rhodacarus pallidus* hierher. Bewohnt wird die Feuchtzone nur von Collembolen, Acarinen und Oligochaeten.

Die Verwandtschaft eines Lebensraumes läßt sich auf zwei nebeneinander laufenden Wegen ermitteln:

1. Ausgangspunkt ist wieder der Artenbestand des Lebensraums. Nun sind ja aber, wie eben erwähnt, nicht alle Arten an den Lebensraum gebunden, sondern kommen auch in anderen vor, die dadurch Beziehung zu dem untersuchten Lebensraum erhalten. Eine eingehende Betrachtung zeigt dann bald, daß bestimmte Lebensräume enger verwandt sind, also besonders zahlreiche Arten beide gemeinsam bewohnen. Diese Untersuchung der Verwandtschaft des Lebensraums beruht also allein auf der Verbreitung der „-philen“ und „-xenen“. Nun sind diese aber für diesen Zweck nicht alle gleichwertig; sie zerfallen nämlich in folgende Gruppen: a) **Nachbarn**. Tiere, die in einem Lebensraum vorkommen, ihre Hauptentwicklung aber in einem räumlich angrenzenden Lebensraum zeigen. So finden sich z. B. im Grundwasser Tiere, die ihre Hauptverbreitung in der Otoplanenzone am Strande haben, wie manche Otoplaniden und *Leptastacus spinicaudatus* oder die litorale Anwurfzone bewohnen wie *Enchytraeus albidus*, *Folsomia quadriculata* u. a. Diese Nachbarn halten sich meist nur vorübergehend auf, dürften aber kaum fähig sein, ihren Bestand dauernd im Lebensraum durch eigene Vermehrung zu halten, vielmehr würden sie, wenn der betreffende Nachbarlebensraum verschwindet, gleichfalls über kurz oder lang im untersuchten Lebensraum aussterben. b) **Verwandte**. Tiere, die außer im untersuchten Lebensraum in oekologisch ähnlichen, aber räumlich entfernten Lebensräumen auftreten. Sie werden ihren Bestand halten können. c) **Irrgäste**, die weder einem benachbarten noch einem ähnlichen Lebensraum angehören, sondern ganz zufällig in den Lebensraum geraten sind. d) **Ubiquisten**. Euryoeko-Tiere, die in zahlreichen Lebensräumen vorkommen. Von diesen vier Gruppen scheiden natürlich Irrgäste und Nachbarn aus, weil sie im Lebensraum sich nicht durch Fortpflanzung erhalten, sie gehören zwar fundstatistisch, aber nicht biologisch in den Lebensraum. Das ist aber bei den „Verwandten“ und „Ubiquisten“ der Fall, von diesen sind letztere wegen ihrer geringen Bindung an bestimmte Lebensräume für unseren Zweck meist unbrauchbar, so daß nur die „Verwandten“, wie schon der Name sagt, zur Untersuchung der Verwandtschaft des Lebensraumes übrig bleiben. Die Gliederung der Halostygophilien und Halostygoxenen in die genannten vier Gruppen fällt nicht schwer. Echte Irrgäste fehlen¹⁾,

¹⁾ Vielleicht gehört der Copepode *Amphiascus longirostris* hierher.

da ein Transport von weither in das Grundwasser kaum möglich ist. Die Nachbarn wurden z. T. schon oben angeführt; weitgehende Ubiquisten sind einige Nematoden (*Enoplus communis*, *Dorylaimus obtusicaudatus*, *Monoposthia costata*, *Ascolaimus elongatus*), das Heliozoon *Actinophrys sol* u. a., die übrigen sind Verwandte. Die ebengenannte Methode hat den Nachteil, daß nur die „-philen“ und „-xenen“ zur Beurteilung herangezogen werden können, diesem Mangel hilft eine zweite Methode ab. Selbst bei vollkommen an einen Lebensraum gebundenen Arten kann man häufig mit großer Wahrscheinlichkeit die Herkunft aus einem anderen Lebensraum bestimmen. So unterliegt es kaum einem Zweifel, daß der Grundwasserpolychaet *Stygocapitella* aus dem Meer stammt, da alle seine Familiengenossen und über 90 Prozent aller Polychaeten im Meer wohnen; dasselbe gilt für den Copepoden *Paramesochra acutata*; ja bei diesem, den Grundwassergastrotrichen und dem Archianneliden *Diurodrilus subterraneus* kann man sogar noch weitergehen und den Sandboden des Meeres als Herkunftslebensraum angeben, da fast alle systematischen Verwandten dieser Arten im Meeressand leben und manche Baueigentümlichkeiten (z. B. Hafröhrchen) nur bei einer Herleitung von diesem Lebensraum verständlich sind. Den „Herkunftslebensraum“ dieser Arten kann man dann in der gleichen Weise zur oekologischen Verwandtschaftsbestimmung benutzen wie oben den „zweiten Lebensraum“ der „-philen“ und „-xenen“.

Vergleichen wir auf diese Weise das Küstengrundwasser zunächst mit den drei großen Lebensräumen: Süßwasser, Brackwasser und Meer. Der Salzgehalt des Küstengrundwassers beträgt ja durchschnittlich ca. 9—10‰, also ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ von dem des Meerwassers; man solle also ein starkes Übergewicht von Süßwasser- und Brackwasserverwandten erwarten. Gerade das Gegenteil ist aber der Fall, denn das Grundwasser zeigt einen auffallend starken marinen Einschlag. Nach Methode 1 ergeben sich z. B. unter den Nematoden 9 Meeres-, 2 Brackwasser- und 3 Süßwasser- Verwandte, unter den Copepoden 1 oder 2 Meeres-, 4—5 Brackwasser-, 0 Süßwasser- Verwandte. Insgesamt ergaben sich bisher 57 Prozent Meeres-, 26 Prozent Brackwasser- und 17 Prozent Süßwasser- Verwandte. Zu gleichem Resultat führt die zweite Methode, auch hier ist die überwiegende Zahl der Arten mariner Herkunft, ja, wir müssen hier sogar ein besonders weites Vordringen rein mariner Familien und Ordnungen wie z. B. Polychaeten, Archianneliden, macrodasyoide Gastrotrichen, Desmoscoleciden u. a. feststellen. Es ergeben sich z. Zt. 80 % Arten mariner Herkunft und 20 % limnischer Herkunft; die Brackwasser-Arten lassen sich ja meist aus dem Meer oder Süßwasser ableiten, fallen also hier als selbständige Gruppe fort.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die marinen Arten nicht etwa nur dann im Grundwasser auftreten, wenn dieses hohen Salzgehalt aufweist, und bei Aussüßung in die salzreichen Tiefenschichten abwandern. Selbst bei einem Salzgehalt von nur 2‰ waren im Grundwasser alle charakteristischen marinen Elemente vertreten.

Dieses Überwiegen mariner Tiere stellt das Küstengrundwasser in scharfen Gegensatz zu den darüber liegenden Lebensgemeinschaften; sowohl in der Feuchtzone wie in der Anwurfzone sind Tiere mariner Herkunft in

kaum 1 Prozent vertreten, hier herrscht vollkommen die vom Land her stammende Fauna vor. Eine Erklärung für den marinen Zug der Grundwasserfauna ist schwer zu geben. Denkbar sind zwei Möglichkeiten. Wie erwähnt, ist ja die Tierwelt des süßen Grundwassers in unseren Gebieten arm; Es wäre also vom Süßwasser her schon aus diesem Grunde ein viel geringerer Einwanderungsstrom zu erwarten als vom Meere mit seiner reichen Tierwelt. Gegen diese Möglichkeit ist einzuwenden: erstens ist die Bildungsstätte der Küstengrundfauna sicher nicht in den von der Eiszeit bedeckten Gebieten zu suchen, sondern außerhalb dieser Gebiete, wo aber auch nicht diese Armut der Süßgrundwasserfauna besteht; zweitens mußten dann wenigstens die Nematoden, die ja in mit Süßwasser durchtränkter Erde in großer Zahl auftreten, im Grundwasser einen starken Süßwassereinschlag zeigen. Das ist aber nicht der Fall; auch bei ihnen überwiegt der marine Einschlag. Auch das Verhalten der Rädertiere ist in dieser Hinsicht wichtig. Hier haben ja die schönen Untersuchungen von WISZNIEWSKI gezeigt, daß der durchfeuchtete Ufersand der Seen, also eine Region, welche stark an das Küstengrundwasser erinnert, auch in ehemals vereisten Gebieten eine artenreiche Rotatorienfauna aufweist, die viel artenreicher ist, als die mariner Sand- und Küstengebiete. Bei den Rädertieren wäre also, wenn der zur Verfügung stehende Einwanderungsstrom für die Zusammensetzung der Grundwasserfauna maßgebend wäre, ein besonders starker Einschlag an Süßwasserelementen zu erwarten. Das ist aber in keiner Weise der Fall, die beiden beobachteten Arten sind marinen Ursprungs, erst in dem Küstengrundwasser der brackigen Schlei (6—7‰) tritt mit *Diurella taurocephala* Hauer eine Art auf, die der Fauna der Uferzone des Süßwassers angehört.

Die zweite Möglichkeit für die Erklärung des starken marinen Einschlags in der Küstengrundwasserfauna ergibt die Annahme, daß Lichtabschluß das Vordringen von Meerestieren in schwachsalzige und süße Gewässer erleichtert. Diese Annahme ist nicht willkürlich konstruiert, sondern läßt sich durch Parallelbeispiele stützen. Der stark marine Einschlag in der Fauna der Höhlengewässer ist ja allgemein bekannt; ebenso konnte KRAEPELIN ein weites Vordringen mariner Tiere in der Hamburger Wasserleitung feststellen. Ferner fand ROCH, daß sich *Cordylophora caspia* bei Dunkelheit leichter an Süßwasser gewöhnen ließ. Welcher Art diese Wirkung der Dunkelheit auf die Gewöhnung an schwachsalziges Wasser ist, können erst künftige Experimentaluntersuchungen zeigen.

Versuchen wir nun die Verwandtschaft der Fauna noch näher zu bestimmen, so ergeben sich zahlreiche enge Beziehungen zur Fauna des Meeressandes. Die Gastrotrichen, *Diurodrilus*, der Oligochaet *Michaelsena subterranea* zeigen diese deutlich, da ihre Gattungs- bzw. Familienverwandten nur im Meeressand leben. Das ist ja auch nicht verwunderlich, da ja das Küstengrundwasser zwischen Meeressand sich befindet. Dabei ist aber betont, daß sich die nächstverwandten Vertreter der Grundwasserarten meist nicht in den angrenzenden Sandgebieten der Uferregion, sondern erst wieder in den tiefer gelegenen Grobsandgebieten finden. Die Verwandtschaft mit der Fauna durchtränkter Erde wird durch *Dorylaimus* und *Plectus granulatus* darge-

tan. Merkwürdig gering ist dagegen die Verwandtschaft mit der Fauna, die wir als eigentliche Grundwasserfauna des Süßwassers betrachten. Als einzigen schwachen Hinweis müssen wir den Copepoden *Parastenocaris vicesima* betrachten, da zahlreiche Arten dieser Gattung dem süßen Grundwasser angehören, andere kommen allerdings auch im Torfmoospolster vor (vergl. die folgende Arbeit von KLIE).

Zuletzt sei noch erörtert, ob sich in der Fauna des Küstengrundwassers besondere morphologische oder physiologische Züge zeigen. Einige Andeutungen in dieser Richtung haben sich schon ergeben. Zu erwarten war ja der hohe Prozentsatz blinder Tiere. Allerdings ist die Augenlosigkeit der Tiere zunächst wenig auffallend, da sie meist Tiergruppen angehören, bei denen sowieso Lichtsinnesorgane zu den Seltenheiten gehören (Nematoden, Gastrotrichen, Capitelliden, Enchytraeiden); immerhin sei darauf hingewiesen, daß die typischen Copepoden der Fauna blind sind und daß von *Proales globulifera* im Grundwasser eine Form ohne Augenfleck lebt, während die oberirdischen Populationen zwei Augenflecke aufweisen. Ähnliches fand WISZNIEWSKI bei Rädertieren der feuchten Uferzone von Seen. Auch unter den Turbellarien ist der Prozentsatz der blinden Arten im Grundwasser groß. Daß aber selbst typische Bewohner dieses Lebensraums noch Augenflecke besitzen können, zeigt *Halacarellus subterraneus*.

Gemeinsame Abweichungen von ihren Verwandten zeigen ferner die beiden Gastrotricha *Macrodasypoidea*, obwohl sie zu verschiedenen Familien gehören. Bei beiden sind die Haftröhrchen an Zahl und Ausdehnung stark reduziert. Auch die Haftlappen von *Diurorilus subterraneus* sind geringer ausgebildet als die des *D. minimus*, und in gleicher Richtung deutet das Vorkommen klebdrüsenloser Nematoden in der Grundwasserfauna. Die starke Entwicklung der Haftorgane im Meeressande ist ja durch die starke Beweglichkeit dieses Lebensraumes bedingt, die die Tiere zu rascher und intensiver Anheftung zwingt. Der Sand der Küstengrundwasserregion ist aber stationärer, die Haftorgane sind also bei seinen Bewohnern mehr oder weniger rückgebildet. Auffallend ist die abweichende Größe, die manche Nematoden in ihrer Küstenpopulation zeigen. Für *Plectus granulatus* gibt MICOLETZKY die Größe der „Binnenlandtiere“ mit rund 1 mm an; die Tiere von Schilksee sind in Übereinstimmung mit den Angaben DE MANS aus Holland etwa doppelt so groß. Ferner sind die Exemplare von *Tripyloides septentrionalis*, welche im Küstengrundwasser gefunden wurden, die größten der bisher bekannt gewordenen.

Die systematischen Ergebnisse werden im Anschluß in einer Reihe von Einzelarbeiten publiziert, die im nächsten Heft fortgesetzt werden. Von einem Abschluß der Bearbeitung kann aber noch keine Rede sein. Noch bleibt die allmähliche Änderung der Fauna vom Meer landeinwärts zu untersuchen. Neuere Grabungen von E. SCHULZ bei Pfahl 12½, also näher am Meer, haben bereits zwei weitere Halacariden und einen weiteren Desmoscoleciden ergeben. Ferner fand man neuerdings den Tardigraden *Hypsibius* in diesem Biotop. Weiterhin müssen noch die regionalen Verschiedenheiten der unterirdischen Küstenfauna untersucht werden. Die Ostsee ist ja ein Gebiet ohne Ebbe und Flut; wie aber sieht die Küstenfauna aus in

den Gebieten, wo Ebbe und Flut einen breiten Gürtel erzeugt, in dem Überflutung mit Trockenliegen wechselt? Gibt es hier vielleicht eine Kleinf fauna, die bei Überflutung emporsteigt, sich bei Ebbe aber zurückzieht in die unterirdischen Gebiete des Küstengrundwassers? Einige Beobachtungen (*Convoluta rososcoffensis*) machen das Vorhandensein einer solchen Fauna wahrscheinlich. Wodurch wird dann das rhythmische Auf- und Niedersteigen bedingt? Bleibt es im Aquarium bestehen? Das alles sind Fragen, die sich bei der Bearbeitung der unterirdischen Küstenfauna aufdrängen und die noch der Lösung harren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1933-34

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Remane Adolf, Schulz Erich

Artikel/Article: [Die Tierwelt des Küstengrundwassers bei Schilksee \(Kieler Bucht\) I - VII. 399-408](#)