Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Mainz 1981) Band X 1983

Anpassungen in Körperbau und Orientierungsverhalten von Rotatorien und Crustaceen aus der Litoral- und Pelagialregion

Kurt Preißler

Crustaceans and rotifers exhibit a very wide range of morphological adaptations to the littoral or pelagic regions. Planktonic profiles, which were taken in Bansee near Seeon/Bavaria led to the result, that rotifers can also be devided, as a consequence of horizontal concentration differences, into inhabitants of either the littoral or the pelagic zones of a lake. These differences of horizontal distribution can be explained by a typical behavioral difference: if exposed near the shore-line the pelagic *Asplanchna priodonta* - like *Eudiaptomus gracilis (Copepoda)* - swims in direction of its habitat. On the contrary the littoral *Euchlanis dilatata* - like *Chydorus sphaericus (Phyllopoda)* - does not prefer any particular direction under the same conditions. These results of field experiments confirm that rotifers show not only morphological, but also specific behavioral adaptations to the littoral or the pelagic regions.

Crustaceans, horizontal distribution, littoral and pelagic region, orientation, rotifers

1. Einführung

Crustaceen und vor allem Rotatorien des Planktons zeichnen sich zwar durch eine ungewöhnliche Formenvielfalt aus, doch lassen sich aus der Mannigfaltigkeit auffallender Körpermerkmale zwei Prinzipien ableiten, die unter Umständen auf die Zugehörigkeit zu einem der beiden großen Lebensräume eines Sees, Litoral und Pelagial hinweisen können. So sind z.B. Füße und Haftorgane typisch für die Bewohner des Litorals, das ein festes Substrat zu wenigstens zeitweiligem Niederlassen bietet. Dagegen spiegeln Pelagialrotatorien und -crustaceen in Anpassungsformen wie Schwebeeinrichtungen die wesentlichste Anforderung ihres Biotops wider, welcher sie nämlich zwingt, in der Regel zeitlebens freischwimmend zu existieren (RUTTNER-KOLLISKO 1972; SIEBECK 1974). Seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (FOREL 1874; ZACHARIAS 1895) ist bekannt, daß den Anpassungen im Körperbau der Crustaceen normalerweise auch deren bevorzugtes Vorkommen entweder im Litoral oder im Pelagial entspricht. SIEBECK (1968, 1980) konnte das Fehlen typischer Pelagialcrustaceen im Uferbereich als Folge eines Orientierungsverhaltens erklären, das der Biotopbindung dient: Sie schwimmen in Richtung ihres Lebensraumes vom Ufer weg, wenn sie dorthin verdriftet oder im Experiment ausgesetzt werden. Zwar sprachen einzelne Beobachtungen dafür, daß auch Rotatorien, die neben den Crustaceen die Hauptmasse des Zooplanktons bilden, in unterschiedlicher Dichte entweder die ufernahen oder die uferfernen Regionen besiedeln (RUTTNER 1929/30; AXELSON 1961): Wenn man aber die geringe Eigenbeweglichkeit der im Vergleich zu den Crustaceen winzigen Rotatorien sowie die Strömungen bedenkt, denen sie stets ausgesetzt sind, dann mußten erhebliche Zweifel offen bleiben. Es war deshalb zunächst zu sichern, ob Rotatorien hinsichtlich ihrer horizontalen Verteilungsunterschiede mit Crustaceen vergleichbar waren und demnach auf Grund maßgeblicher ökologischer Kriterien in Litoral- und Pelagialbewohner eingeteilt werden konnten. Dazu waren entsprechende Freilanduntersuchungen, sog. planktische Querprofile, erforderlich. Erst damit war die Voraussetzung gegeben, das Verhalten der Rotatorien mit dem der Crustaceen in orientierungsphysiologischen Experimenten zu vergleichen, die von den Fragen auszugehen hatten: Schwimmen Rotatorien aus uferfernen Regionen ebenso wie typische Pelagialcrustaceen in Richtung ihres Lebensraumes, wenn sie in Ufernähe ausgesetzt werden? - Wie verhalten sich im selben Experiment Rotatorien, die nur in Ufernähe gefangen wurden?

2. Material und Methoden

2.1 Planktische Querprofile

Die Aufnahme der Querprofile erfolgte in der westlichen Hälfte des Bansees bei Seeon/Oberbayern im rechten Winkel zu der steil auf ca. 1.5 m Tiefe abfallenden Uferböschung (Seeareal: 3.3 ha, maximale Tiefe: 4 m, 527 m ü.NN. Näheres siehe GESSNER 1953; REGNAUER 1975). An jeder Fangposition (Entfernung vom Westufer: 0, 1, 2, 3, 5, 10 und 40 m, Tiefen: 0.5, 1.5 und 2.5 m) wurden jeweils 5 Stichproben mit einem 2-l-Ruttner-Schöpfer in Abständen von ca. $^1/_2$ m annähernd parallel zum Ufer entnommen (vgl. Abb. 2). Zur Vermeidung von Bodenberührungen konnte in 2.5 m Tiefe nur in 10 und in 40 m Entfernung vom Ufer geschöpft werden. Nach Bestimmung der Temperatur wurde der Inhalt in ein Planktonnetz entleert, die gefangenen Rotatorien und Crustaceen nach Arten getrennt ausgezählt sowie Mittelwert und Standardabweichung bestimmt. Vor und während der Fänge bewegten sich 4 Driftkörper, die zwischen 7 und 9 m Uferabstand in 1 m Tiefe ausgesetzt worden waren, mit einer Geschwindigkeit von maximal 1 cm/s nahezu parallel zum Ufer. Das bedeutet, daß vor und während der Fangserien weder Verdriftungen in Richtung Ufer noch vom Ufer weg in Betracht gezogen werden müssen. Die Untersuchungen fanden im Herbst nach Beendigung der thermischen Schichtung jeweils nach mehreren windstillen Tagen mit konstanten Witterungsbedingungen statt. Die Temperaturmessungen ergaben in horizontaler und vertikaler Richtung nur geringe Unterschiede (maximale horizontale Temperaturdifferenz: 1.8 °C).

2.2 Arenaexperimente

Das für orientierungsphysiologische Untersuchungen von SIEBECK (1968) entwickelte Plexiglasrundbecken (Arena, Abb. 1) erlaubt es, aus der Verteilungsänderung von Planktonorganismen in einem vom See abgegrenzten Raum Rückschlüsse auf deren Verhalten zu ziehen. Die Arena (Durchmesser: 100 cm) ist an ihrer Peripherie in 18 nach oben und zum Zentrum hin geöffnete, gleichgroße Radialkammern (Abb. 1, RK) aufgeteilt; die Öffnungen der Radialkammern, die zum Zentrum hinweisen, können durch senkrechtes Einschieben eines konzentrischen, genau eingepaßten Plexiglasringes (Mittelring MR) gleichzeitig verschlossen werden.

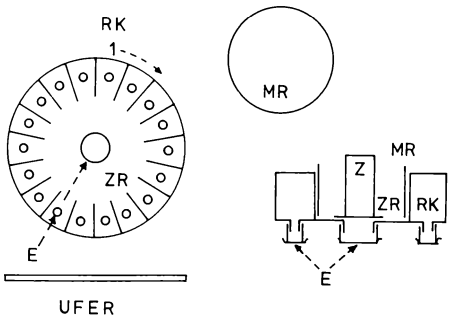

Abb. 1: Plexiglasrundbecken (Arena).
Links: Aufsicht, der Mittelring MR ist nicht eingefügt.
Rechts: Querschnitt, der Mittelring ist eingesetzt.
RK = Radialkammer, ZR = Zentralraum des Rundbeckens, Z = Rohrzylinder,
E = Öffnungen, durch die das Wasser beim Entleeren der Kammern abfließen kann.

Vor Versuchsbeginn wurden die Tiere in der Regel in den Oberflächenzonen gefangen, in getönten Glasgefäßen (zur Verminderung der plötzlichen Lichtintensitätszunahme) ans Ufer gebracht und dort ca. 20-30 Minuten den veränderten Lichtbedingungen ausgesetzt. Während der Aufbewahrung der Tiere im Litoral wurde das Rundbecken im Uferbereich erschütterungsfrei so aufgestellt, daß seine Oberkante 0.5 - 1 cm über den Wasserspiegel ragte. Anschließend wurden die Tiere in einen senkrecht über dem Zentrum des Arenabodens aufgestellten Plexiglasrohrzylinder Z umgesetzt, welcher nach völligem Stillstand der Wasserbewegungen im Rundbecken vorsichtig aus dem Wasser gehoben wurde (Versuchsbeginn). Nun konnten sich die Tiere vom Zentrum der Arena aus ungehindert in alle Himmelsrichtungen bewegen. Das Plexiglasrundbecken nach SIEBECK (1968) wurde so abgeändert, daß die Tiere nach Einschieben des Mittelringes (in der Regel nach 30 Minuten, Versuchsende) aus dem Zentralraum und jeder der 18 Radialkammern durch verschließbare Öffnungen im Boden entnommen werden konnten. Die Proben wurden nach Arten getrennt ausgezählt und deren Verteilung auf die einzelnen Kammern in % der Tiere, die insgesamt die Peripherie des Beckens erreichten, entweder in Kreisdiagrammen durch Balken (Abb. 3) oder in rechtwinkligen Koordinatensystemen (Abb. 4) dargestellt.

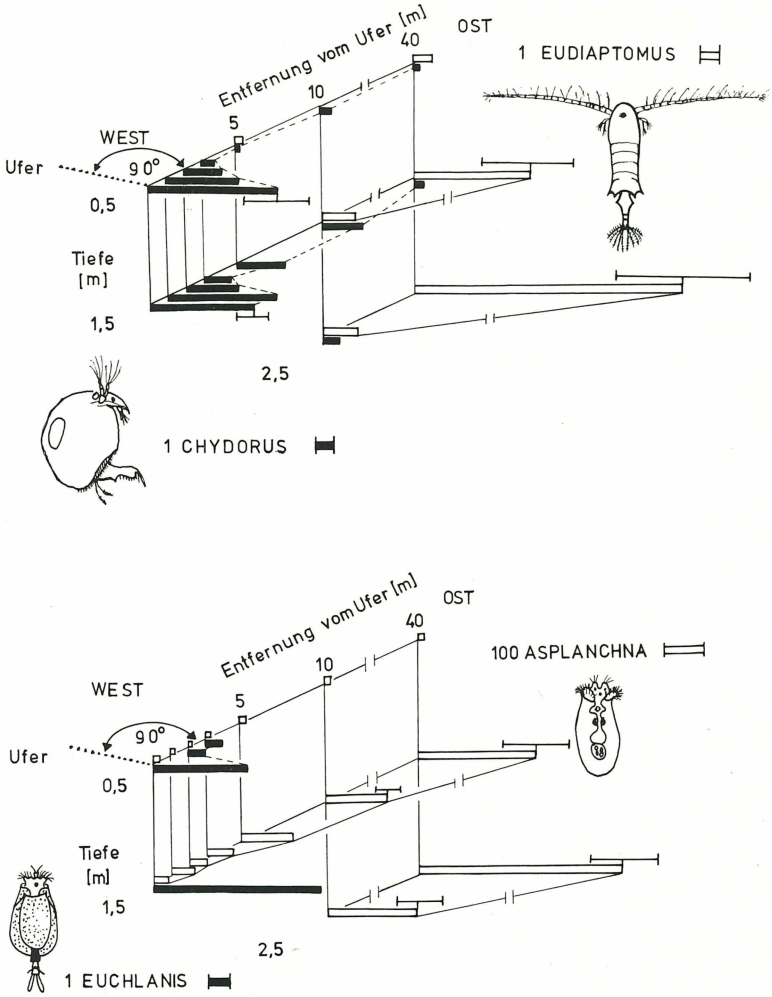

Abb. 2: Horizontalverteilung von Crustaceen und Rotatorien, die in planktischen Querprofilen senkrecht zur Uferlinie in der westlichen Hälfte des Bansees ermittelt wurde.
Oben: *Chydorus sphaericus* (O.F. MÜLLER) und *Eudiaptomus gracilis*.
Unten: *Euchlanis dilatata* (EHRENBERG 1832) und *Asplanchna priodonta* (GOSSE 1850).
Länge der Balken = Mittelwert (n = 5) der Individuenzahlen/Entnahmestelle, bezogen auf 2 Liter. Parallele dünne Linie = Standardabweichung. Tiefe und Uferentfernung sind nicht maßstabgetreu.

3. Ergebnisse

3.1 Planktische Querprofile am Bansee

Ausgangsbasis zur Klärung der Frage, ob Rotatorien spezielle Verhaltensweisen zeigten, die ähnlich wie bei Crustaceen zu einer Bevorzugung der uferfernen oder ufernahen Regionen führen könnten, war zunächst die Analyse der horizontalen Verteilung in einem See.

In Abb. 2 sind die Ergebnisse des planktischen Querprofils, das in der westlichen Hälfte des Bansees aufgenommen wurde, für 4 Arten dargestellt.

Die mittleren Fangzahlen des Phyllopoden *Chydorus sphaericus* (O.F. MÜLLER) nehmen mit der Entfernung vom Ufer deutlich ab, nur wenige Tiere werden in den uferfernen Bereichen gefangen (Abb. 2, oben). Obgleich die Individuen von *Euchlanis dilatata* (EHRENBERG 1832) in typischer Weise nur vereinzelt auftreten (PEJLER 1957, AXELSON 1961), zeigt sich klar, daß sie nur in unmittelbarer Ufernähe anzutreffen sind Abb. 2, unten). Für beide Arten ist zu beachten, daß nur freischwimmende Tiere berücksichtigt sind, da die Ufervegetation zur Erfassung festsitzender Individuen nicht untersucht wurde.

Das Vorkommen des Copepoden *Eudiaptomus gracilis* (Abb. 2, oben) ist wesentlich deutlicher auf die uferferne Zone begrenzt als das von *Asplanchna priodonta* (GOSSE 1850). *Eudiaptomus* wurde nur in 10 m und 40 m Entfernung vom Ufer, *Asplanchna* dagegen auch in Ufernähe gefangen (Abb. 2, unten). Doch sind dort die mittleren Fangzahlen auffallend niedrig im Vergleich zu den uferfernen Bereichen, in deren Richtung sie deutlich zunehmen. Die in 10 m und 40 m Uferdistanz auffallende Verlagerung von *Eudiaptomus* und *Asplanchna* in die tieferen Wasserschichten ist ein deutlicher Hinweis auf tagesperiodische vertikale Massenverschiebungen ('Vertikalwanderung'), wie sie auch für Rotatorien mehrfach beschrieben wurden (RUTTNER 1943, DUMONT 1972). KROTZ (1972 unveröff.) konnte während des Zeitraumes, in dem die Querprofile aufgenommen wurden, zeigen, daß sich *Asplanchna priodonta* im Bansee um die Mittagszeit bevorzugt in den oberflächlichen Wasserschichten aufhält. Deshalb muß berücksichtigt werden, daß auch in 0.5 m Tiefe in 10 m und 40 m Uferdistanz zu diesem Zeitpunkt deutliche horizontale Dichteunterschiede zu erwarten sind.

Weitere Querprofile, die zu anderen Zeiten und unter veränderten Witterungsbedingungen am Bansee aufgenommen wurden (PREISSLER 1974), zeigten: Ebenso wie bei *Chydorus sphaericus* war das Vorkommen der Phyllopoden *Sida crystallina*, *Scapholeberis mucronata* und *Ceriodaphnia quadrangula* auf die Ufernähe begrenzt. Wie *Euchlanis dilatata* traten die Rotatorien *Scaridium longicaudum* und *Brachionus quadridentatus splendidus* zwar vereinzelt, aber klar erkennbar nur in der ufernahen Region auf. Die Verteilung von *Daphnia cucullata* war, wie die von *Eudiaptomus gracilis*, auf den uferfernen Bereich begrenzt. Eine Zunahme der Individuenzahlen mit der Entfernung vom Ufer, die der Horizontalverteilung von *Asplanchna priodonta* entspricht, zeigten *Trichocerca capucina* und *Synchaeta pectinata*.

Die planktischen Querprofile führten zu dem für die weiteren Untersuchungen wesentlichen Befund, daß auch Rotatorien nicht nur nach Kriterien 'funktioneller Morphologie', sondern vor allem auf Grund ihrer horizontalen Verteilung in typische Litoral- und Pelagialbewohner unterschieden werden können.

3.2 Arenaexperimente mit Crustaceen und Rotatorien

Wenn die in den planktischen Querprofilen aufgezeigte Dichteabnahme typischer Pelagialcrustaceen und -rotatorien mit Annäherung ans Ufer tatsächlich so zustandekommt, daß die Tiere aktiv diese Zone zu verlassen suchen, ist folgendes zu erwarten: Sie müßten sich - im Gegensatz zu den Litoralbewohnern - am Rande der Arena in dem Bereich ansammeln, der in Richtung Pelagial liegt.

In Abb. 3 sind die Mittelwerte der Tierverteilungen auf die einzelnen Radialkammern aus 3 Arenaexperimenten dargestellt, in denen die 4 Arten gleichzeitig überprüft wurden (vgl. Abb. 2), deren Horizontalverteilung in den planktischen Querprofilen ermittelt worden war. Die Versuche wurden in ca. 1 m Entfernung vom Westufer des Bansees jeweils nach Sonnenuntergang (0/10 - Bewölkung) an der Stelle durchgeführt, an welcher die ufernahen Fangpositionen der Querprofile lagen. Dichter Mischwald reicht dort bis unmittelbar ans Ufer (vgl. REGNAUER 1975).

Die Kreisverteilung in der Arena zeigt, daß ebenso wie *Eudiaptomus gracilis* auch *Asplanchna priodonta* als Vertreter des Pelagials vom Zentrum der Arena bevorzugt in denjenigen peripheren Radialkammern zu finden ist, die in Richtung Pelagial liegen. Der höchste Prozentsatz von *Eudaptomus gracilis* und *Asplanchna* wurde in derselben Radialkammer (1) festgestellt. Im Gegensatz dazu ließ die Verteilung der im Querprofil nur im Litoral gefundenen Individuen des Phyllopoden *Chydorus sphaericus* und des Rädertieres *Euchlanis dilatata* keine konstante Vorzugsrichtung erkennen.

Das unterschiedliche Verhalten des Pelagialbewohners *Asplanchna priodonta* und des Litoralrädertiers *Euchlanis dilatata* kommt auch darin zum Ausdruck, daß von letzterem ein kleinerer Anteil der Tiere die Peripherie der Arena erreicht. So wurden nach Versuchsende im zentralen Bereich der Arena 35% der insgesamt eingesetzten Individuen von *Euchlanis* gefunden, von *Asplanchna* dagegen nur 17.6%.

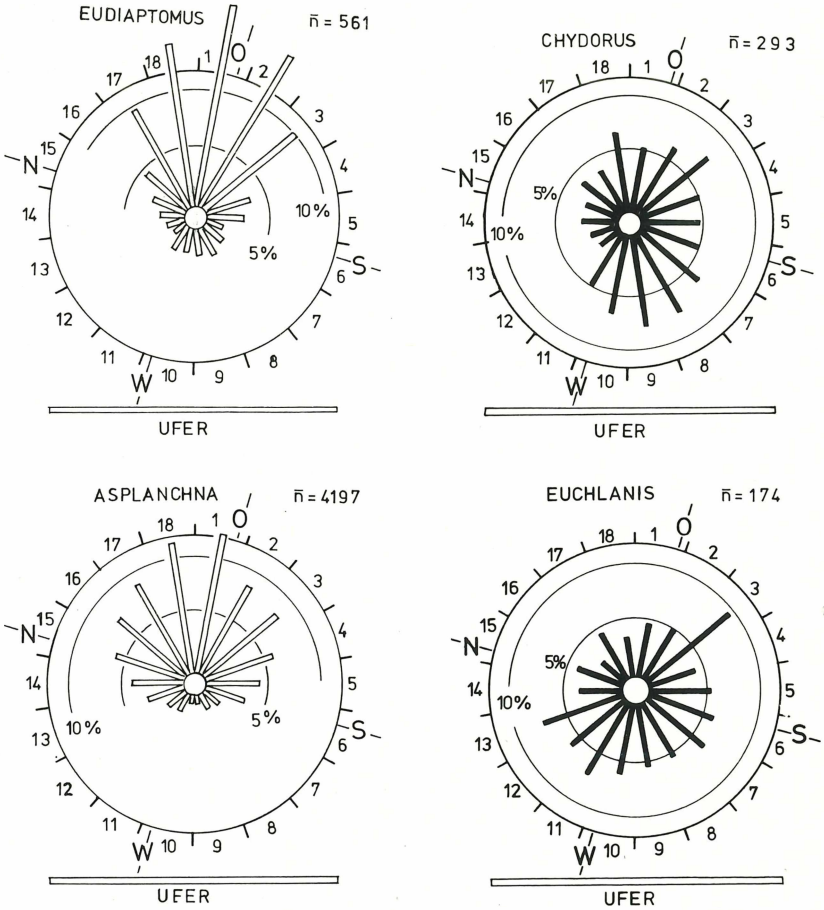

Abb. 3: Ergebnisse der Arenaexperimente am Westufer des Bansees für die Crustaceen *Eudiaptomus gracilis* und *Chydorus sphaericus* (oben) und für die Rotatorien *Asplanchna priodonta* und *Euchlanis dilatata* (unten).
Die Ziffern an der Peripherie der Kreisdiagramme kennzeichnen die Radialkammern, die vom Zentrum ausgehenden Balken die Individuenzahlen pro Art und Kammer in % der Gesamtzahl (Mittelwerte aus 3 Versuchen).
Helle Balken: Pelagialvertreter, dunkle Balken: Litoralbewohner.

Mehrere Arenaexperimente, in denen Crustaceen und Rotatorien aus der Pelagialregion gemeinsam getestet wurden, führten zu einem zunächst überraschenden Ergebnis (Abb. 4): Die höchsten Individuenzahlen von *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Synchaeta pectinata* und *Keratella hiemalis* wurden in Radialkammern links und rechts von denjenigen gefunden, in welchen sich die Höchstzahlen von *Eudiaptomus gracilis* und *Daphnia longispina* befanden. Die Verteilung der Pelagialrotatorien zeigt aber trotz der Abweichungen eine entscheidende Gemeinsamkeit der Versuchsergebnisse: In allen Fällen waren die Tiere nach Versuchsende auch dann noch bevorzugt in den Radialkammern zu finden, die vom Zentrum des Versuchsbeckens aus gesehen in Richtung Pelagial lagen.

Im Rahmen der hier geschilderten Bedingungen ergibt sich als Antwort auf die eingangs gestellten Fragen: Werden Rotatorien, die in den planktischen Querprofilen bevorzugt in den uferfernen Zonen gefangen wurden, im Litoral ausgesetzt, so wandern sie ebenso wie Pelagialkrebse in die Himmelsrichtungen, die sie vom Zentrum der Arena aus in Richtung Pelagial führen. Im Gegensatz dazu lassen unter den gleichen Bedingungen *Chydorus sphaericus* und *Euchlanis dilatata*, die in den planktischen Querprofilen nur in Ufernähe auftraten, keine Bevorzugung einer Wanderrichtung erkennen.

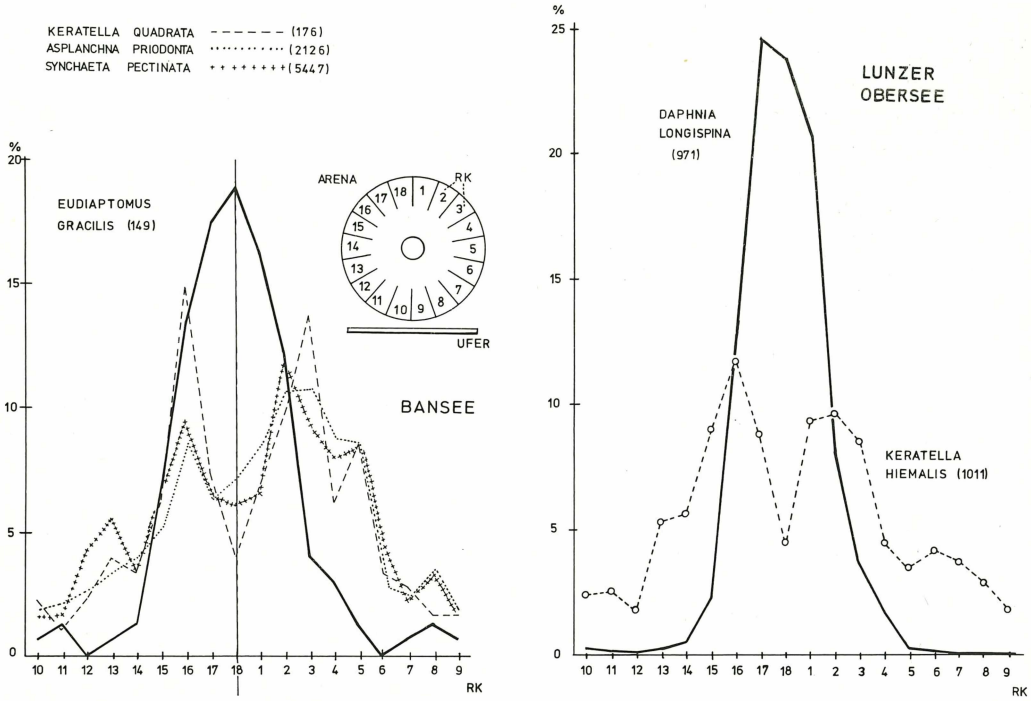

Abb. 4: Ergebnisse der Arenaexperimente mit Crustaceen und Rotatorien am Bansee (links) und am Lunzer Obersee (rechts).
Ordinate: Anzahl der Tiere in % der Gesamtzahl (in Klammern angegeben) der Individuen, die in den 18 Radialkammern RK (Abszisse) gefangen wurden. Man beachte, daß die höchsten Fangzahlen der Rotatorien links und rechts von den Radialkammern zu finden sind, in welchen die meisten Crustaceen auftreten.

4. Diskussion

Die ungewöhnliche Formenvielfalt der Crustaceen und Rotatorien (WESENBERG-LUND 1939) läßt erwarten, daß sie in auffallenden Anpassungen diejenigen Anforderungen besonders deutlich widerspiegeln, die Litoral und Pelagial an ihre Bewohner stellen. Vergleicht man unter diesem Gesichtspunkt die in dieser Arbeit geteste-ten Rotatorien *Euchlanis dilatata* und *Asplanchna priodonta*, so liefern bekannte Funktions- und Strukturmerkmale erste Anhaltspunkte für eine Zugehörigkeit zu einem der beiden Lebensräume. *Euchlanis* besitzt einen gut entwickelten Fuß ($^1/_3$ bis $^1/_5$ der Körperlänge) mit Zehen und Klebedrüsen, welche den Kontakt zu einer festen Unterlage ermöglichen; auffallend ist der starke, dunkel pigmentierte Panzer, der für Litoralrotatorien typisch ist (EDMONDSON 1959). Die fußlose *Asplanchna* zeichnete sich nicht nur durch ein gut ausgebildetes Räderorgan aus, sondern auch durch die Angleichung des spezifischen Gewichtes an das des Wassers; beides sind Anpassungsformen, welche u.a. Tiere aufweisen, die zeitlebens frei-schwimmend oder -schwebend im Pelagial existieren müssen.

Über diese Anpassungen im Körperbau hinaus zeigen die Ergebnisse der hier vorge-legten planktischen Querprofile, daß sich Rotatorien zwar weniger ausgeprägt als Crustaceen, aber dennoch deutlich erkennbar auf Grund ihrer horizontalen Verteilung in Litoral- und Pelagial-'Spezialisten' unterscheiden lassen. Das Zustande-kommen der aufgezeigten Zonierung kann - wie die Arenaexperimente ergaben - durch einen wesentlichen Verhaltensunterschied von Litoral- und Pelagialrotatorien erklärt werden: Während *Euchlanis dilatata*, die in den Querprofilen nur im näheren Uferbereich gefunden wurde, keine bestimmte Richtung bevorzugt, wandert das Pelagialrädertier *Asplanchna priodonta* im Gegensatz dazu vom Ufer weg in Richtung Pelagial. Einschränkend muß allerdings festgestellt werden, daß für den umgekehr-ten Fall, nämlich die Versetzung von Litoralrotatorien ins Pelagial, vorläufig keine Aussagen gemacht werden können. Den Verdacht, daß deren Habitatbindung durch Verhaltensweisen gesichert ist, die eine Verdriftung gar nicht erst zulassen (z.B. regelmäßige Kontaktaufnahme mit dem Substrat), haben Beobachtungen an Einzel-tieren unter simulierten Freilandbedingungen im Labor erhärtet.

Überraschen müssen die Befunde über Pelagialrotatorien, wenn man deren im Vergleich zu den Planktoncrustaceen geringe Eigenbeweglichkeit bedenkt; diese dürfte sie nämlich in höherem Maße als Krebse dem komplexen Gefüge biotischer und abiotischer Faktoren ausliefern, welche am Zustandekommen komplizierter räumlicher Verteilungsmuster in einem See beteiligt sind ('Mikroaggregationen', Schwärme). Unter diesem Gesichtspunkt sind die Ergebnisse jener Arenaexperimente bedeutsam, die zeigen, daß die Wanderung der Pelagialrotatorien durch Crustaceen zwar gestört, im Prinzip aber nicht verhindert oder in entgegengesetzte Richtung gelenkt werden kann.

In welcher Ausprägung horizontale Dichteunterschiede des Planktons, wie die hier beschriebenen, im Freiland anzutreffen sind, hängt u.a. davon ab, inwieweit horizontale Verdriftungen unter den jeweils individuellen Bedingungen eines Sees kompensiert werden können. Damit wird bereits klar, daß die jeweiligen Zonierungen nur graduell unterschiedliche Folgen ein und desselben Verhaltens sind, das prinzipiell auch dann nicht in Zweifel gezogen werden kann, wenn im Extremfall gar keine horizontalen Dichtedifferenzen zu beobachten sind. Dies würde lediglich bedeuten, daß das geschilderte Verhalten der Crustaceen und mehr noch der Rotatorien durch andere Umweltfaktoren, die schwergewichtiger sind (z.B. nicht kompensierbare Strömungen), am Erfolg gehindert wird.

Für die Beantwortung der Frage nach dem Auslöser und der Ausrichtung des Wanderverhaltens der Pelagialrotatorien ist u.U. der Vergleich mit dem Copepoden *Eudiaptomus gracilis* bedeutsam. SIEBECK (1968, 1980) konnte nachweisen, daß für die Wahl der Wanderrichtung durch Pelagialcrustaceen das räumliche Helligkeitsmuster in Ufernähe bestimmend ist, das dort durch die 'Horizontüberhöhung' (Umgebung des Sees, soweit sie über den Wasserspiegel ragt) hervorgerufen wird.

Bisherige Befunde aus speziellen Freilandexperimenten legen nahe, daß sich auch Pelagialrotatorien beim Verlassen der Uferregion nach optischen Kriterien orientieren (PREISSLER 1980). Sie reichen jedoch zur Erklärung des in dieser Arbeit geschilderten Verhaltens nicht aus. Dazu sind Laborbeobachtungen an Einzeltieren unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Helligkeitsverteilung nötig. Die hier vorgelegten Ergebnisse zeigen aber bereits, daß neben den Crustaceen auch die Rotatorien Anpassungen an Litoral und Pelagial nicht nur im Körperbau, sondern auch im Orientierungsverhalten aufweisen.

Literatur

AXELSON J., 1961: Zooplankton and impoundment of two lakes in Northern Sweden (Randsaren and Kultsjön). Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 42: 84-168.

DUMONT H.J., 1972: A competition-based approach of the reverse vertical migration in zooplankton and its implications, chiefly based on a study of the interactions of the rotifer Asplanchna priodonta (GOSSE) with several crustacea Entomostraca. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 57: 1-38.

EDMONDSON W.T., 1959: Rotifera. In: (Ed. WARD, WHIPPLE): Freshwater Biology. 2nd ed. New York (Wiley): 420-494.

FOREL F.A., 1874-1897: Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 13-16: 1-164.

GESSNER F., 1953: Die Limnologie des Naturschutzgebietes Seeon. Arch. Hydrobiol. 47: 553-624.

PEJLER B., 1957: Taxonomical and ecological studies on planktonic rotatoria from North Swedish Lapland. K. svenska Vetensk. Akad. Handl., Ser. 4, Vol. 6/No. 4: 1-68.

PREISSLER K., 1974: Vergleichende ökologisch-physiologische Untersuchungen an Litoral- und Pelagialrotatorien unter Berücksichtigung der räumlichen Helligkeitsverteilung. Diss. Univ. München: 145 S.

PREISSLER K., 1980: Field experiments on the optical orientation of pelagic rotifers. Hydrobiologia 73: 199-203.

REGNAUER A., 1975: Untersuchungen zum Verhalten pelagischer Crustaceen im Seeausfluß. Diss. Univ. München: 131 S.

RUTTNER F., 1929/30: Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung in Raum und Zeit. Int. Rev. Hydrobiol. 23: 1-138, 161-287.

RUTTNER F., 1943: Beobachtungen über die tägliche Vertikalwanderung des Planktons in tropischen Seen. Arch. Hydrobiol. 40: 474-492.

RUTTNER-KOLISKO A., 1972: Rotatoria. In: Die Binnengewässer, Bd. 26: Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. Stuttgart (Schweizerbart): 99-234.

SIEBECK O., 1968: "Uferflucht" und optische Orientierung pelagischer Crustaceen. Arch. Hydrobiol./ Suppl. 35/1: 1-118.

SIEBECK O., 1974: Untersuchungen zur Biotopbindung einheimischer Pelagial-Crustaceen. Verh. Ges. Ökol. (Saarbrücken 1973): 11-24.

SIEBECK O., 1980: Optical orientation of pelagic crustaceans and its consequence in the pelagic and littoral zones. In: Evolution and Ecology of Zooplankton Communities. Hanover (Univ. Press New England): 28-38.

WESENBERG-LUND C., 1939: Biologie der Süßwassertiere. Wien (Springer): 817 S.

ZACHARIAS O., 1895: Über die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See. Plöner Forsch. Ber. 3: 87-117.

Adresse

Dr. Kurt Preißler
Institut für die Didaktik der Biologie Univ.
Am Stadtpark 20

D-8000 München 60

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 10_1983

Autor(en)/Author(s): Preißler Kurt

Artikel/Article: Anpassungen in Körperbau und Orientierungsverhalten von Rotatorien und Crustaceen aus der Litoral- und Pelagialregion 575-582