© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Wasser und Abwasser Band 30 (1986) 465 481

Herrn Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. R. LIEPOLT zum 80. Geburtstag gewidmet.

FÜTTERUNGSVERSUCHE AN EINIGEN PLANKTISCHEN RÄDERTIERARTEN

A. RUTTNER-KOLISKO

Einleitung

Die spezifische Nahrungswahl einzelner Rädertierarten gewinnt immer mehr an Interesse. Versuche,die beobachtete Planktondynamik in einem Gewässer zu verstehen, wobei die Rotatorien summarisch als Filtrierer (filter feeders) zum Phytoplankton in Beziehung gesetzt werden, können nur zu sehr allgemeinen Interpretationen führen. Noch mehr müssen Modelle, die eine Prognose über den Ablauf der Populationsdynamik stellen sollen, auf einer detaillierten Kenntnis des Ernährungsnetzes (food web) aufbauen.

Das gilt vor allem für dominante Arten, die manchmal unter extremen Bedingungen den gesamten Populationsablauf beherrschen, wie etwa manche Arten der Gattungen *Brachionus* und *Hexarthra* in hochkonzentrierten Salzseen. Das gilt auch für solche Arten, die in einer Vielzahl ganz verschiedenartiger Gewässer vorkommen und meistens auch hohe Individuenzahlen erreichen, wie *Keratella cochlearis* Solche dominante Arten sind nicht nur als Futterorganismen wesentliche Glieder der Nahrungskette in aufsteigender Richtung, sondern beeinflussen auch durch ihre eigene Nahrungswahl die Menge und Zusammensetzung des Algenplanktons.

Zwei extreme Beispiele für das Massenvorkommen der von uns untersuchten Arten seien angeführt. VARESCHI (1984) konnte

Für technische Assistenz, Betreuung der Kulturen und Fotografie sei Frl. E. KRONSTEINER herzlich gedankt!

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

im Lake Nakuru (Kenya) Individuendichten von *Brachionus plicatilis* bis zu 65.000/l feststellen, was einem mittleren Abstand der Tiere voneinander von 2,5 mm entspricht; die Art trägt wesentlich zur Nahrung der Flamingo-Kolonien in diesem See bei. In einem kleinen eutrophen Teich im English Lake District wurden kürzlich von STUART (im Druck) an der O_2-Grenze bis zu 100.000 Ind./l von *Keratella cochlearis* gezählt, was einem Dichteabstand von nur 2 mm entspricht. Diese Population folgt der lichtbedingten Vertikalwanderung von *Synura uvella* was sich möglicherweise dadurch erklären läßt, daß sich *Keratella* von den einzelnen Flagellatenzellen dieser Algenkolonie ernährt.

Wir haben uns in den vorliegenden Experimenten vorwiegend mit drei Fragen beschäftigt:

1. Obere (und eventuell untere) Grenze der aufgenommenen Futterpartikel.
2. Möglichkeit, das Futter beim Freßakt zu manipulieren.
3. Fähigkeit, genießbares und ungenießbares Futter zu unterscheiden.

Methodik und Material

Die angewandte Methode bestand in der Direktbeobachtung von Einzeltieren unter dem Stereomikroskop bei 120facher und 500facher Vergrößerung. Die Tiere waren in den Individualzucht-Gefäßen frei beweglich. Die Fütterung erfolgte teils mit natürlichem Algenfutter bekannter Größe, teils mit gestaltlich definiertem organischen Material (Pollen, Sporen, Hefe, Bakterien), teils mit käuflichen Plastikperlen von genau bekannten Dimensionen. Die Versuche wurden zum Teil mit frisch gefangenen Tieren aus dem Lunzer Untersee (*Keratella cochlearis*, vereinzelt *Polyathra vulgaris*

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

und *Synchaeta pectinata*) zum Teil mit Tieren aus Laborkulturen (*Brachionus plicatilis* und *Hexarthra fennica*) durchgeführt. Jeder Versuch betraf mindestens eine, meist mehrere Kulturplatten für je 10 Einzeltiere. Die Dauer jedes Fütterungsversuches betrug 2 Stunden. Danach wurde jedes Tier bei starker Vergrößerung auf Magen- und Darminhalt untersucht. Es wurde auch versucht, Tiere mit verschiedenen Futtertypen zu züchten und die jeweiligen Lebensparameter festzustellen.

Resultate

a) Versuche mit Freilandtieren

Keratella cochlearis: Die Ernährung von *K.cochlearis* ist eine vielfach diskutierte Frage seit POURRIOT (1963) in seinen Kulturen beobachtete, daß diese Art große Flagellaten (*Cryptomonas* (16 x 48 µ)) bei der Geißel packt, zerreißt und in den nur etwa 10 µ weiten Mund befördert. Diese Beobachtung wurde von GILBERT & BOGDAN (1981) überprüft, die in Freßkammern (grazing chambers) mit ^{32}P markierte Algen (*Chlamydomonas*) an *K.cochlearis* verfütterten; es konnte jedoch kein Unterschied in der Freßrate zwischen begeißelten und unbegeißelten Formen dieser Alge festgestellt werden. EDMONDSON (1965) unterbaute die Aufnahme einzelner Nahrungsobjekte von der morphologischen Seite; er stellte fest, daß die spitzen Unci des Kauapparates aus der Mundöffnung vorgestreckt werden können, einzelne Partikel erfassen, die dann durch eine Saugbewegung des Mastax in den Magen befördert werden.

Aus verschiedenen Zuchtversuchen scheint hervorzugehen, daß Laborkulturen von *K.cochlearis* über längere Zeit nur mit Flagellaten erfolgreich sind. PEJLER (1977) erzielte eine intensive Fortpflanzung mit *Rhodomonas minuta* und VANCIL (1983) konnte seine Kulturen beliebig lange mit

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Cryptomonas ovata am Leben halten. Dagegen erreichten Chemostat-Kulturen mit der Grünalge *Stichococcus* (WALZ, 1983) keinen Gleichgewichtszustand. Andererseits wird aber immer wieder festgestellt, daß nicht nur Flagellaten, sondern auch andere kleine Algen, Bakterien, Hefezellen von *K.cochlearis* aufgenommen werden.

In unseren eigenen Experimenten mit *K.cochlearis* wurde den Tieren in einer ersten Versuchsreihe lebendes Algenfutter verschiedener Größe und Gestalt sowie Formen mit und ohne Geißeln angeboten. Die länglichen Algen waren so gewählt, daß sie die Mundöffnung nur in einer Richtung passieren konnten, das heißt, beim Freßakt gedreht werden mußten. Alle angebotenen Algenarten wurden angenommen. In einer weiteren Versuchsreihe wurden kugelförmige Pollenkörner von verschiedenem Durchmesser sowie längliche Pollenkörner und Mutterkorn-Sporen (barley smut) verfüttert. Keines der angebotenen Objekte wurde in den Mastax oder den Magen aufgenommen. Schließlich wurden noch einige Versuche mit Plastikperlen (latex beads) gemacht, die wie zu erwarten negativ verliefen.

Die Ergebnisse aller dieser Fütterungsversuche sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Zusammenfassend kann aus ihnen geschlossen werden:

1. *K.cochlearis* ist sehr wohl in der Lage zwischen lebenden grünen Algen und anderem organischen oder anorganischen Material zu unterscheiden; auch die sehr kleinen Objekte, die leicht mit dem Wimperstrom eingestrudelt werden könnten, werden zurückgestoßen und nicht geschluckt. Die Sinneszellen auf dem Apikalfeld beein-

Tab. 1:

Keratella cochlearis (mouth opening ~10µ)

fed with:	globular objects			elongated objects		
	Item	Ø (µ)	Result	Item	Measurements (µ)	Result
algal food	Chlorella	3	pos.	Ankistrodesmus (aflagellate)	40 x 2 x 2	pos.
				Scenedesmus (aflagellate)	12 x 6 x 3	pos.
				unidentified colourless flagellate (L.U.S.)	15 x 10	pos.
digestible (organic) food	Pollen:			Pollen:		
	Bougainvillea	40	neg.			
	Mulberry	15	neg.	Myosotis	7 x 4 x 4	neg.
	Barley smut	5	neg.			
undigestible (artificial) food	Latex beads	9	neg.	Latex beads	13 x 6 x 3	neg.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

flussen offenbar die Richtung des Wimperschlages und/oder die Bewegung des Mastax.

2. Da auch solche Algen aufgenommen werden, die in der Richtung des größten Durchmessers die Mundöffnung nicht passieren können, kann vermutet werden, daß sie im bewimperten, trichterförmigen Mundfeld so orientiert werden, daß sie erfaßt und in den Mastax befördert werden können. Es kann aber natürlich nicht ausgeschlossen werden, daß nur diejenigen Zellen gefressen werden, die zufällig richtig orientiert sind.

3. Ein eventueller Hinweis auf Zerkleinerung der Nahrung ist in der Aufnahme des relativ großen Flagellaten aus dem Lunzer Untersee gegeben; für festere kugelförmige Objekte dürfte die maximale Größe des Verschlingbaren bei etwa 10 µ liegen.

Zuchten von *K.cochlearis* bei 15 °C mit den geprüften Futtertypen waren nur mäßig erfolgreich. Alle Kulturen lebten ca. 2 Wochen lang, vermehrten sich aber während dieser Zeit kaum; nur die mit *Chlorella* gefütterte Zucht wies eine gute Wachstumsrate auf. Auch die ausschließliche Fütterung mit den farblosen Flagellaten aus dem Lunzer See überlebten die Tiere nur 14 Tage; möglicherweise hat es sich hier um einen α-Tokopherolmangel durch das Fehlen von Chlorophyll gehandelt. Bei reinem Bakterienfutter gingen die Zuchten bereits nach 4 Tagen ein.

Polyarthra vulgaris wurde mit neutralrot gefärbtem Maulbeerpollen gefüttert (Größe 15 µ), der aufgenommen und anscheinend auch zerkleinert wurde, wie an dem rot gefärbten Magen zu erkennen war. Etwas kleinere Plastikperlen (13 x 6 x 3 µ) wurden nicht akzeptiert.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Von *Synchaeta pectinata* wurden weder verschiedene Arten von Pollenkörnern noch Plastikperlen angenommen. Sowohl *Synchaeta* wie *Polyarthra* -Arten gelten aufgrund des Baues ihres Kauapparates als Fänger einzelner Beuteobjekte (POURRIOT, 1965)

b) Versuche mit Laboratoriumstieren

Fütterungsversuche, die mit Laborkulturen durchgeführt werden, haben den Vorteil, daß die verwendeten Tiere gut an die Versuchsbedingungen angepaßt sind, so daß nicht mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß der negative Verlauf eines Experimentes auf die Folgen mangelnder Adaption zurückzuführen ist, wie das bei Freilandtieren der Fall sein kann.

Brachionus plicatilis Der Mechanismus der Nahrungsaufnahme in der Gattung *Brachionus* wurde von GILBERT & STARKWEATHER (1977, 1978) an der Süßwasserart *Br. calyciflorus* sehr genau untersucht und auch gefilmt. Steife Zirren des Wimpertrochus können die Mundöffnung verschließen, das Wimperfeld um die Mundöffnung kann kleine Partikel durch Strömungsumkehr wieder entfernen und schließlich können auch noch durch die Kauerbewegung einzelne Partikel zurückgestoßen werden. Der gleiche Mechanismus kommt zweifellos auch bei der Brackwasserart *Br.plicatilis* zur Anwendung, die hinsichtlich der Apikalbewimperung und des Kauers nahezu identisch gebaut ist.

Dagegen kann die Maximalgröße des verschluckbaren Futters und die dadurch bedingte Nahrungswahl für die beiden Arten, entsprechend ihrer Körpergröße,verschieden sein. Diese schwankt bei *Br.calyciflorus* zwischen 200 400 µ (Panzer-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

länge ohne Dornen), bei *Br.plicatilis* zwischen 150 300 µ; unsere Laborkultur mißt 238 (± 25) zu 200 (± 31) µ, für die von GILBERT & STARKWEATHER untersuchte Population von *Br.calyciflorus* liegen keine Größenangaben vor. Diese Autoren geben aber an, daß *Ankistrodesmus* (~40 x 4 µ), *Scenedesmus* (~20 x 5 µ) und *Chlamydomonas* (~ 22 x 12 µ) gefressen wurden und das bevorzugte Futter *Euglena gracilis* (~ 40 x 5 µ) war, also alles Algen, deren Dickendurchmesser bei oder unter 10 µ liegt. Eine Längsorientierung im Mundtrichter wurde für *Euglena* durch Filmaufnahmen dokumentiert und dürfte wohl auch für die anderen Futteralgen zutreffen.

In unseren Kulturen von *Br.plicatilis* dient der kleine Salzwasserflagellat *Dunaliella salina* (~12 x 8 µ) routinemäßig als Futter; eine Orientierung im Mundtrichter wurde nicht beobachtet. Für die Feststellung der maximalen Futtergröße und der Nahrungswahl wurden nicht, wie in der Versuchsreihe mit *Keratella chochlearis*, diverse Algen verwendet, sondern nur die größenmäßig genau definierten organischen Pollen und künstlichen Plastikperlen. Die Ergebnisse wurden durch Untersuchung des Mageninhalts der einzelnen Tiere nach Versuchsende festgestellt und fotografisch belegt (Tab. 2 und Fotos 1 3)

Demnach liegt die maximale Futtergröße für kugelige Objekte zwischen 15 und 40 µ (Tab. 2) Ein Unterschied zwischen eventuell verdaulichem organischen und künstlichen Futter wurde anscheinend nicht gemacht, allerdings wurden Plastikperlen bei gleicher Expositionszeit viel seltener im Magen gefunden als Pollenkörner. Die dickwandigen 15 µ großen Maulbeerpollen wurden zwar in großer Zahl aufgenommen, aber nicht verdaut (Foto 1 a d) Dagegen wurden die 5 µ kleinen Mutterkornsporen ohne weiteres verdaut, wie aus den Exkrementen ersichtlich war (Foto 2 a) Ein Tier, das reichlich Plastikperlen verschluckt hatte, ist in Foto 3 a und b dargestellt.

Tab. 2:

Culture Feeding Experiments

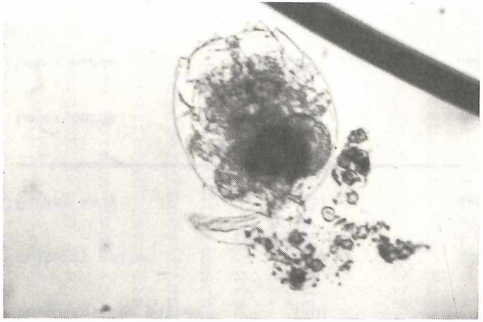
Food type	Ø (µ)	Brach. plicatilis	Hexarthra fennica
Bougainvillea pollen	(40)	———	———
Mulberry pollen	(15)	swallowed, not digested	squashed and digested
Barley smut	(5)	swallowed and digested	swallowed and digested
Latex beads	(9.12)	swallowed	———
Latex beads	(13.2x6.6x3.3)	swallowed	swallowed

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

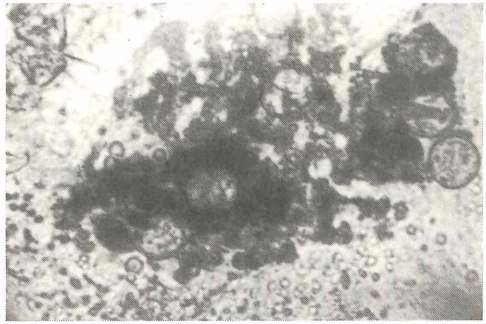
Fotos 1:

Brachionus plicatilis fed with mulberry pollen of 15,29 µ size

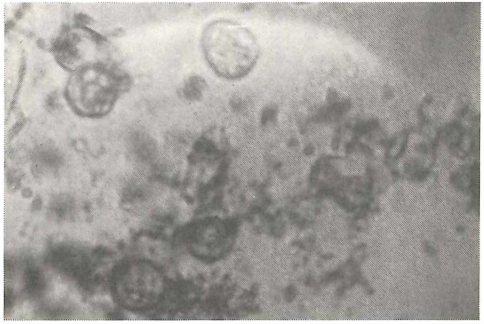
a) *Brachionus plicatilis* retracted with pollen in the excrements (Obj 10)



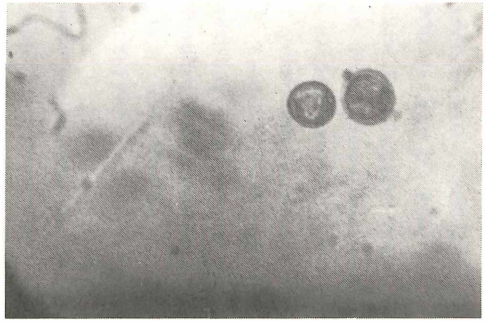
b) Pollen grains within the stomach (Obj.40) Trophi in the upper left corner



c) Undigested pollen grains in the excrements (No.a enlarged, Obj. 40)



d) Mulberry pollen, magnification as in b and c



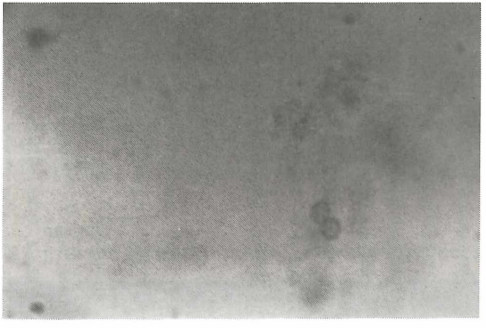
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Fotos 2:

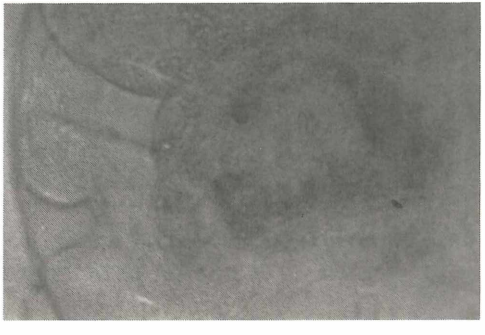
Brachionus plicatilis fed with barley smut (size 4,88 µ)

a) Squashed individual with barley smut within the body cavity (Obj.10)

b) Barley smut grains (Obj. 40)



c) Stomach of *Brach.plicatilis* with barley smut grains (magnification as in b)



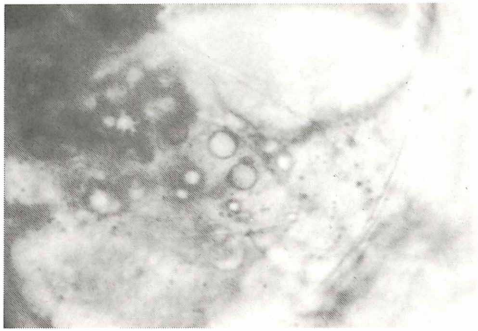
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Fotos 3:

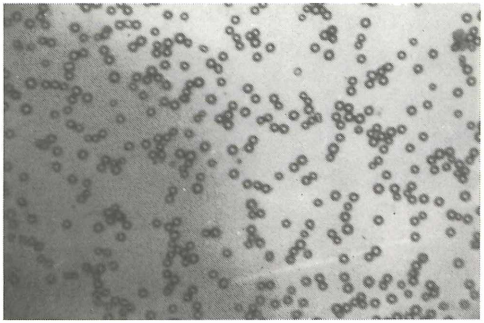
Brachionus plicatilis fed with Latex beads of 9,12 µ max. size

a) Whole individual with plastic beads within stomach and intestine (Obj.10)

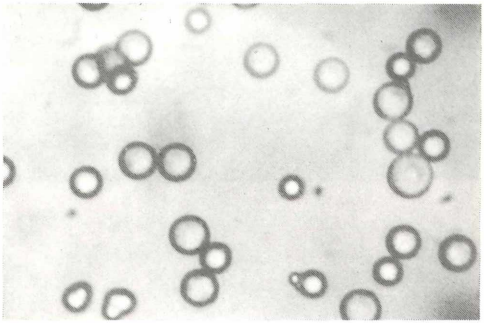
b) Stomach of *Br.plicatilis* with plastic beads (Obj. 40)



c) Plastic beads (same magnification as a)



d) Plastic (Latex) beads (same magnification as b)



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Frage, ob bei gleichzeitigem Angebot eine Präferenz für einen bestimmten Futtertyp besteht, wurde nicht geprüft. Jedenfalls konnten Kulturen von *Br.plicatilis* über längere Zeit mit einer Salzwasser-*Chlorella* gehalten werden und überlebten auch mit reinem Hefefutter mehrere Wochen. Die Art ist offenbar weit weniger spezialisiert als *Keratella cochlearis* und in erster Linie von der Größe des Futters abhängig.

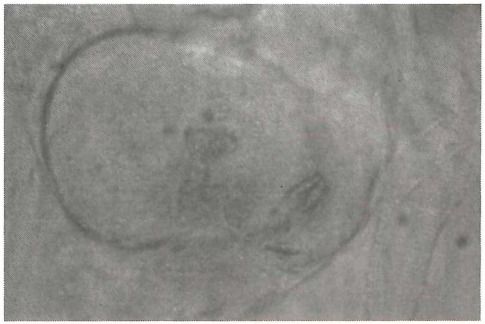
Hexarthra fennica Über den Bau des Wimperapparates und seine Funktion in bezug auf die Nahrungsaufnahme sowie über die Arbeitsweise des Kauapparates liegen meines Wissens keine Untersuchungen vor. Die Art macht einige Schwierigkeiten bei der Züchtung und über ihre Autökologie ist daher wenig bekannt (RUTTNER-KOLISKO, 1975) Wir haben *H.fennica* aus dem Neusiedlersee über mehrere Jahre im Labor gehalten und mit *Chlorella* gefüttert.

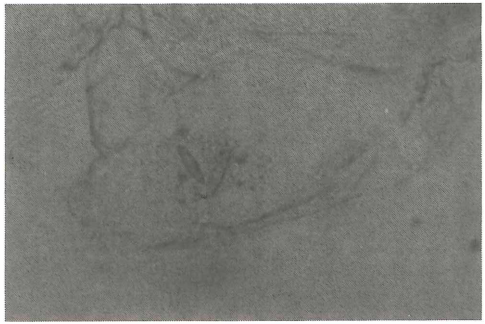
Die Fütterungsversuche mit definierten Objekten sind in Tab. 2 aufgezeichnet. Die maximale Größe der Partikel, die als Ganzes geschluckt werden können, scheint unter 10 µ zu liegen. Obwohl kleine Plastikperlen (4,2 µ) ohne weiteres aufgenommen wurden, sind solche von 9,12 µ Durchmesser nie im Inneren der Tiere gefunden worden. Längliche Perlen mit einem größten Durchmesser von 13,2 µ wurden dagegen häufig geschluckt (Foto 4 a d), eine aktive Orientierung der Beute wurde aber nicht beobachtet. Bei Fütterung mit neutralrot gefärbten Maulbeerpollen, deren Durchmesser 15 µ beträgt, konnte immer wieder eine selektive Rotfärbung der Magen- und Darmzellen festgestellt werden, auch wurden einmal Bruchstücke dieser Pollen im Magen gesehen. Anscheinend werden größere Beutestücke vom Kauer erfaßt und zerdrückt, wozu die kräftig gezähnten Uncusplatten

Fotos 4:

Hexarthra fennica fed with oval Latex beads (size 13:6,6, : 3,3 µ)

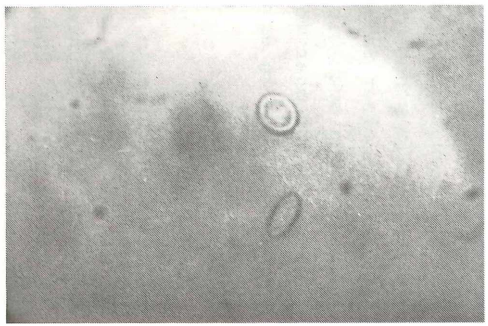
b) *Hexarthra fennica* with oval Latex beads in the stomach (Obj.40)





c) Stomach content with oval Latex bead and oil drops of a squashed individual (Obj.40)

d) Oval Latex beads (same magnification as a a. b)



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

geeignet sein mögen. Mutterkornsporen wurden reichlich aufgenommen und ebenso wie das bei *Br.plicatilis* der Fall war gut verdaut, während sie im Gegensatz dazu von *K. cochlearis* gar nicht aufgenommen wurden.

Zusammenfassung

Aus unseren Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. *Keratella cochlearis* scheint eher ein Nahrungspezialist zu sein, der relativ große Objekte erbeuten, manipulieren und vermutlich auch zerkleinern kann, der aber auch kleine Partikel durch einfache Wimperfiltration aufnimmt. *Brachionus plicatilis* und *Hexarthra fennica* nehmen anscheinend alles auf, was unter einer Maximalgröße des Verschluckbaren liegt, ohne die Qualität des Futters zu prüfen. *H. fennica* kann darüber hinaus offenbar auch zu große Objekte zerdrücken.

2. Dieses verschiedene Verhalten der untersuchten Arten läßt auf Unterschiede in der Ausstattung des Apikalfeldes mit Sinnesorganen schließen. Wie die Ablehnung von Pollen und Plastikperlen zeigt, besitzt *K.cochlearis* Sinneszellen, die die Qualität des Futters prüfen können, während *Br.plicatilis* und *Hexarthra fennica* dieses Unterscheidungsvermögen zwischen besser, weniger und gar nicht verdaulicher Nahrung fehlt.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

SUMMARY

Individual feeding experiments with several planctonic rotifer species.

Feeding experiments with *Keratelle cochlearis*, *Brachionus plicatilis* and *Hexarthra fennica* have been carried out. Single animals were observed in individual culture vessels under low power magnification (250 x). Feeding results were checked in coverslip preparations under high microscopical magnification (400 x and 630 x)

Keratella cochlearis selects its food according to size, shape, and edibility, manipulating bigger food items and rejecting undigestible latex beads.

Brachionus plicatilis swallows every object up to a diameter of at least 15 µ; it can, however, not take in globular objects of 40 µ size. Orientation of elongated food items has not been observed. Apart from algae, *Br. plicatilis* is also able to digest pollen and spores (Photo 1-2) Even latex beads are readily taken in.

Hexarthra fennica shows a behaviour similar to *Br. plicatilis* in not discriminating between edible and unedible food, and in digesting pollen and spores. However, the maximum size of food items to be swallowed as a whole is about 10 µ; but bigger objects may be crushed by the mouthparts and then sucked in.

Details of the experiments are given in Tab.1 and 2, some results are shown on Photos 1-3.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Literatur

EDMONDSON,W.T. (1965) Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature.- Ecol Monogr 35, 61-111.

GILBERT,J.J., BOGDAN,K.G. (1981): Selectivity of *Polyarthra* and *Keratella* for flagellate and aflagellate cells.- Verh.int.Ver.Limnol. 21, 1515-1521.

GILBERT,J.J., STARKWEATHER,P. (1977): Feeding in the rotifer *Brachionus calyciflorus*.I. Regulatory mechanisms.- Oecologia 28, 125-131.

(1978): Feeding in the rotifer *Brachionus calyciflorus*. III. Direct observations on the effects of food type, food density, and starvation.- Verh.int.Ver.Limnol. 20, 2382-2388.

PEJLER,B. (1977) Experience with rotifer cultures based on *Rhodomonas* .- Arch Hydrobiol Beih 8: Ergebnisse der Limnologie, 264-266.

POURRIOT,R. (1963) Utilisation des algues brunes unicellulaires pour l'elevage des Rotifères.- C.R. Acad.Sci. 256, 1603-1605.

(1965) Recherches sur l'ecologie des rotifères.- Vie et Milieu, Suppl. 21, 224pg.

RUTTNER-KOLISKO,A. (1975): The influence of fluctuating temperature on planktonic rotifers. A graphical model based on life history data of *Hexarthra fennica*.- Symp.Biol.Hung. 15, 197-204.

(1984): Der Einfluß von Quantität und Qualität des Futters auf Lebensparameter, Klonwachstum undKörpermaße einiger planktischer Rotatorienarten.- Jb.Biol. Stat.Lunz 7, 181-191.

STUART,L. (1986) Vertical migration of planktonic rotifers in a small hypereutrophic tarn.- Hydrobiol (in press)

VANCIL,J.E. (1983) A method for the laboratory culture of the planktonic rotifer *Keratella cochlearis*.- Hydrobiol 107, 47-50.

VARESCHI,E., VARESCHI,A. (1984) The ecology of Lake Nakuru IV Oecologia 61,70-82.

WALZ,N. (1983) Continous culture of the pelagic rotifers *Keratella cochlearis* and *Brachionus angularis*.- Arch Hydrobiol Bd.98, 70-92.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof.Dr. Agnes RUTTNER-KOLISKO, Biologische Station ÖAW, A-3293 Lunz/See.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1986

Autor(en)/Author(s): Ruttner-Kollisko Agnes

Artikel/Article: Fütterungsversuche an einigen planktischen Rädertierarten 465-481