

*Lauterbornia* Heft 30: 1-60, Dinkelscherben, September 1997

## **Die Bestimmung des Zooplanktons in Flüssen und Seen**

[The identification of the zooplankton in rivers and lakes]

Mit 12 Abbildungen und 33 Tafeln

Dieter Krause-Dellin

**Schlagwörter:** Protozoa, Rotatoria, Crustacea, Zooplankton, Kennzeichen, Morphologie, Taxonomie, Bestimmung, Methodik, Bibliographie

**Einführung in die Morphologie, Taxonomie und praktische Bestimmung des Zooplanktons des Süßwassers; Führer zur Bestimmungsliteratur.**

**Introduction to morphology and taxonomy of zooplankton; "how-to-do-it" of identification; guide to the literature.**

### **1 Einleitung**

Der Arbeitskreis "Taxonomie für die Praxis" der Deutschen Gesellschaft für Limnologie veranstaltete 1994 einen Bestimmungskurs "Plankton in Flüssen und Seen". Anlässlich dieser Veranstaltung wurde deutlich, daß in der Literatur nur wenige Bestimmungshilfen existieren, die einerseits einen ersten Einstieg ermöglichen, andererseits aber gleichzeitig auf der Systematik spezieller Bestimmungsliteratur aufbauen, also keine reinen "Bilderbücher" darstellen, wie sie für den Hobby-Bereich angeboten werden, z.B. STREBLE & KRAUTER (1973). Zur Schließung dieser Lücke soll diese Bearbeitung einen Beitrag leisten, wobei klar ist, daß Kompromisse notwendig sind.

Im folgenden werden Hinweise zu Probenahme und Handhabung, vor allem aber zur Bestimmung von Zooplanktonorganismen gegeben und die einschlägige Literatur zitiert. Die Tiefe der Bestimmung in den einzelnen Organismengruppen (Familien-, Gattungs- oder Artniveau) wird von der Vorgabe bestimmt, daß bei einem für den Ungeübten noch überschaubaren Schema eine Einführung in die gültige Systematik gegeben werden soll. Sie ist damit vor allem abhängig von der Artenvielfalt in einer Gruppe. Die Bildbestimmungsschlüssel der vorliegenden Einführung sollen nicht die zitierte Spezialliteratur ersetzen, sondern vielmehr eine erste Orientierung ermöglichen.

Der Begriff "Plankton" wurde von HENSEN (1887) für den marinen Bereich geprägt, nachdem TOMPSON 1828 und MÜLLER 1844 durch die Verwendung von Netzen aus feiner Gaze zum Planktonfang die Meeresbiologie revolutionierten (DEACON & DIETRICH 1963). Die erste Darstellung des Süßwasserplanktons stammt von APSTEIN (1896). Dem Plankton gehören Bakterien an (Bakterienplankton), Algen (Phytoplankton) und wirbellose Freiwassertiere (Zooplankton).

## Literatur

- APSTEIN, C. (1896): Das Süßwasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung.- 206 S., (Lipsius & Tischer) Kiel.
- DEACON, G. E. R. & G. DIETRICH (1963): Die Meere der Welt.- 297 S., (C. Belser) Stuttgart.
- LAMPERT, W & U. SOMMER (1993): Limnoökologie.- 440 S., (Thieme) Stuttgart.  
Theorie der Planktonkunde.
- MAUCH, E., F KOHMANN & W SANZIN (1990): Biologische Gewässeranalyse in Bayern Taxaliste der Gewässerorganismen.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 4/90, 217 S., München.  
Liste mit rund 5000 Taxa, z. T. mit SaprobienEinstufung. Wichtige nomenklatorische Unterlage, wird regelmäßig aktualisiert.
- NAUMANN, E. (1931): Limnologische Terminologie.- In: ABDERHALDEN, E. (Hrsg.): Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden 9,8: 1-776, (Urban & Schwarzenberg) Berlin.  
Definitionen und Methoden.
- SANDHALL, A. & H. BERGGREN (1985): Planktonkunde.- 107 S., (Kosmos-Franckh) Stuttgart.  
Übersicht über die wichtigsten Planktonorganismen in Farbfotos.
- SCHWOERBEL, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie. Süßwasserbiologie- UTB 31, 4. Aufl., 368 S., (G. Fischer) Stuttgart.  
Grundlegender Überblick zur Methodik.
- STREBLE, H. & D. KRAUTER (1973): Das Leben im Wassertropfen.- 336 S., (Kosmos-Franckh) Stuttgart.  
Altbewährtes Kompendium für den Hobby-Planktologen.

## 2 Allgemeines

In der Vergangenheit wurde der Anteil der Protozoa an der Biomasse des Süßwasserplanktons oftmals deutlich unterschätzt; wie eine Reihe neuerer Arbeiten zeigt, kann dieser bis zu 40 % erreichen, und damit eine ganz erhebliche Bedeutung für die Stoffkreisläufe und den Energiefluß im Ökosystem "Binnengewässer" erlangen.

Die Planktonprotozoen sind mit drei Organismengruppen in praktisch allen Süßwasserhabitaten vertreten: den Flagellaten, den Rhizopoda und den Ciliophora. Stark unterschiedlich ist die Zahl der Arten, die die einzelnen Taxa zum Plankton beisteuern: Bei den Ciliophora noch relativ hoch, ist sie bei den Flagellaten und Rhizopoda doch sehr stark eingeschränkt. Zusätzlich zu den echten Planktern beherbergen die Ciliophora und die Flagellaten allerdings noch eine Reihe epizoischer Arten, die aufgrund der Tatsache, daß sie auch auf Planktonorganismen siedeln, im Pelagial auftauchen.

O.Ö. LANDESM  
BIBLIOTHEK

Dno. Nr. 1656 | 1999

I 93423/30

Das Metazooplankton im engeren Sinn setzt sich fast ausschließlich aus Vertretern zweier Großgruppen zusammen, nämlich der Rotatoria (Monogononta) und der Crustacea (Copepoda, Ostracoda und Branchiura). Die Ostracoda spielen im Süßwasserplankton allerdings nur eine untergeordnete Rolle, so daß sich im Rahmen einer Einführung die Besprechung auf die Rotatoria, die Copepoda und die Cladocera beschränken kann. Metazoengruppen, die nur tychoplanktisch in Erscheinung treten, sind nicht Gegenstand der Betrachtung. Sie werden lediglich mit der einschlägigen Bestimmungsliteratur genannt.

### 3 Methodik

#### 3.1 Probenahme

##### Protozoa

Planktonprotozoen sollten stets aus der geschöpften Originalprobe im lebenden Zustand und ohne Anreicherung bestimmt werden. Wie methodische Vergleiche zeigen, z. B. SIME-NGANDO & HARTMANN (1991), verringert jegliche Art der Anreicherung die Wiederfindungsrate insbesondere der zarten und empfindlichen Arten. Lediglich robuste und große Ciliaten überstehen entsprechende Prozeduren relativ unbeeinträchtigt. Bei Auswertungen in Sedimentationskammern nach UTERMÖHL (1958) ist zu beachten, daß manche Planktonprotozoen (z. B. *Halteria*-Arten) lebend kaum sedimentieren.

##### Metazoa

Bei quantitativen Planktonfängen von Metazoa ist aus statistischen Gründen immer eine Anreicherung notwendig, so daß sich unabhängig von der Probenahme stets ein Filtrationsschritt anschließt. Verwendung findet ein Planktonnetz mit einer Maschenweite von 55  $\mu\text{m}$  oder kleiner, jedoch nicht unter 25  $\mu\text{m}$ . Die Probenahmemenge sollte nach Möglichkeit 50 l nicht unterschreiten, was sich in der Praxis bei tieferen Seen allerdings als nicht praktikabel erweisen kann. Hier muß das zu filtrierende Volumen dann für den Einzelfall festgelegt werden. Folgende Probenahmemethoden stehen zur Verfügung:

- direkt mit dem Planktonnetz, möglichst als quantitative Probenahme mit Netz mit Aufsatzkegel
- mit Planktonpumpe bei Tiefen bis maximal 40 m. Am besten sind Elektropumpen geeignet (keine Membranpumpen verwenden!)
- mit Schöpfer für Tiefen über 40 m. Wichtig ist eine weite Öffnung des Gerätes, so daß ein Ruttner-Schöpfer ausscheidet. Der wesentliche Nachteil der Methode liegt im geringen Volumen.

## 3.2 Konservierung

### Protozoa

Auf die Notwendigkeit der Verwendung von Lebendmaterial bei der Auswertung von Planktonprotozoen wurde bereits hingewiesen. Bei Flagellaten und Rhizopoda ist diese Methode obligat, bei den Ciliophora und beschalteten Amöben können dagegen bei quantitativer Auswertung mit Einschränkungen - gute Ergebnisse an Lugol- oder Formaldehyd-fixiertem Material erzielt werden. Die Einschränkungen beziehen sich vor allem auf die Artenzusammensetzung in der Probe.

### Metazoa

Zur Konservierung von planktischen Metazoen sind unterschiedliche Medien geeignet. Die weitaus besten Ergebnisse werden jedoch mit etwa 4 % Formaldehyd erzielt. Es treten die geringsten Artefakte bei gleichzeitig sehr langer Haltbarkeit auf. Die Humantoxizität des Formaldehyds gebietet jedoch eine sorgfältige Handhabung.

Bei Crustacea läßt sich die Haltbarkeit durch Zugabe einer geringen Menge von Glycerin verbessern, da hierdurch die Aushärtung der Präparate gemildert wird. Artefakte, die durch den Osmose-Schock bei der Konservierung entstehen (z. B. der Abwurf der Eiballen usw.), lassen sich durch eine Zugabe von Zucker vermindern: Glukose oder einfacher Kristallzucker, 40 g/l der 40 % Formaldehyd-Stammllösung. Bei der Konservierung von Ostracoda müssen Säurereste im Formaldehyd durch Borax abgepuffert werden. Besser geeignet für deren Konservierung ist allerdings Alkohol. Ostracoda müssen zudem stets vor der Konservierung durch Überführung in kochendes Wasser zur Öffnung der Schalen veranlaßt werden.

Während Crustacea besser im fixierten Zustand bestimmt werden (insbesondere, wenn Präparationsschritte notwendig sind), ergibt sich für Rotatoria ein unterschiedliches Vorgehen: Handelt es sich um Arten mit starren Panzern, so ist eine Bestimmung am lebenden und fixierten Material möglich, soweit es der Bestimmungsschlüssel zuläßt. Handelt es sich um panzerlose Formen, so muß zumindest für die qualitative Auswertung Lebendmaterial Verwendung finden. Zählungen können aber auch hier meist an fixierten Proben vorgenommen werden.

## 3.3 Mikroskopie

### Protozoa

Die quantitative Auswertung von Planktonprotozoen erfolgt am besten unter dem Umkehrmikroskop in Sedimentationskammern, z. B. nach UTERMÖHL (1958). Unterstützend müssen Einzelbestimmungen unter dem aufrechten Mikroskop durchgeführt werden. Die geringe Größe der Protozoa erfordert dabei

für eine optimale Schärfe der Abbildung eine möglichst geringe Schichtdicke der Präparate. Dies läßt sich bei den meisten Arten durch ein "Aufbocken" des Deckglases erreichen. Dazu werden "Deckglasfüßchen" aus Vaseline mit der Präparationsnadel oder einer Einmalspritze (FOISSNER, pers. Mitteilung) an den vier Ecken des Deckglases als Auflage aufgebracht. Durch Druck auf die Deckglasecken mit der Nadel läßt sich die Schichtdicke jeweils individuell einstellen. Gerade bei den Ciliophora ist es unumgänglich, die zu bestimmenden Tiere einzeln oder in geringer Zahl auf einen separaten Objektträger zu pipettieren und sie mittels der Deckglasfüßchen so festzulegen, daß ihnen kaum noch Bewegungsmöglichkeiten verbleiben. Erst dann ist die Schichtdicke auf das Objekt so abgestimmt, daß die Zellorganellen und die Ciliatur einwandfrei zu erkennen sind. Als Pipetten finden feine Kapillarpipetten Verwendung, die man sich aus einem Glasröhrchen oder besser einer handelsüblichen Pasteurpipette selbst über dem Bunsenbrenner zieht. Andere Methoden, die versuchen, die Bewegungsfähigkeit der Tiere durch Zusätze zum Probenwasser zu verringern, können nicht empfohlen werden.

Dauerpräparate von nicht gefärbten bzw. imprägnierten Protozoa haben keine praktische Bedeutung.

## **Metazoa**

Die quantitative Auswertung der Metazoa kann sowohl unter der Stereolupe wie auch unter dem Mikroskop erfolgen. Neuerdings sind auch spezielle Zählkammern nach Bogorov zur Auszählung unter dem Mikroskop bzw. der Stereolupe im Handel erhältlich (Fa. Hydro-Bios, Postfach 8008, 24154 Kiel-Holtenu).

Die qualitative Auswertung dagegen muß, wie bei den Protozoa, in jedem Fall unter dem Mikroskop erfolgen. Alle größeren Rotatoria und alle Crustacea sollten nur mit Deckglasfüßchen aus Bienenwachs oder besser Knetgummi mikroskopiert werden. Dadurch wird eine Deformation des Präparats verhindert, gleichzeitig kann das Objekt noch unter dem Deckglas gedreht werden. Für die Präparation vor allem der Copepoda ist es vorteilhaft, die Tiere in Glycerin zu überführen, wo sie wegen der höheren Viskosität im Vergleich zu Wasser ruhiger zu handhaben sind. Dies geschieht am einfachsten, indem man neben einen Tropfen Wasser, in dem das zu präparierende Tier sich befindet, einen kleineren Tropfen Glycerin so aufbringt, daß sich beide Flüssigkeiten am Berührungspunkt zu vermischen beginnen. Nachdem das Wasser verdunstet ist, liegt das Tier in Glycerin eingeschlossen vor und kann nun präpariert werden.

Dauerpräparate von Planktonmetazoen lassen sich direkt aus dem Wasser- oder Glycerinpräparat durch Einschluß in Glyceringelatine oder andere wasserlösliche Einschlußmittel (z. B. Polyvinyl-Lactophenol) herstellen. Wesentlich zeitaufwendiger ist die Überführung über Alkoholstufen in wasserunlösliche Einschlußmittel wie etwa EUPARAL (mittl. Brechungsindex). Die Präparate sind hier allerdings deutlich besser und haltbarer.

## Literatur

FOISSNER, W. BERGER, H. & F. KOHMANN (1991): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Band I: Cytrophorida, Oligotrichida, Hypotrichida, Colpodea.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 1/91, 471 S., München.

Enthält wichtige Hinweise zur Methodik.

SIME-NGANDO, T. & H. J. HARTMANN (1991): Short-term variations of the abundance and biomass of planktonic ciliates in eutrophic lakes.- Europ. J. Protistol. 27: 249-263, Stuttgart.

UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonanalyse Methodik.- Mitt. Int. Ver. Limnol. 9: 1-38, Stuttgart.

Grundlegende Arbeit zur Methodik der Planktonuntersuchung mittels Sedimentationskammern.

## 4 Bestimmung

Für die Großgruppen des Zooplanktons wurden einführende Bildbestimmungsschlüssel erarbeitet (Tafel 1-33). Wie eingangs erwähnt, ist die Bestimmungstiefe in den einzelnen Gruppen unterschiedlich. Bei den Flagellaten, Testacea, Ciliophora, Rotatoria und Copepoda bietet sich ein Schema an, das bis zur Gattung führt (nur im Einzelfall bis zur Art). Bei den Heliozoa und Cladocera liegt der Fall insofern günstiger, als bei einer Beschränkung auf rein planktische Formen - bei aller Vorsicht - die Möglichkeit besteht, in noch übersichtlicher Form einen Bestimmungsschlüssel bis zur Art zu bieten.

### 4.1 Protozoa

#### 4.1.1 Zoomastigina (Zooflagellata)

Der Versuch einer systematischen Zuordnung der farblosen Flagellaten oder auch Zooflagellaten ist gleichbedeutend mit dem Unterfangen, das Tier- und Pflanzenreich (im konventionellen Sinn) eindeutig voneinander zu trennen: Der Besitz von Chloroplasten gilt als das Merkmal schlechthin für die Zugehörigkeit zur Pflanzenwelt. Unter bestimmten Umständen können selbst Chloroplasten aber irreversibel verloren gehen, z. B. bei dem Phytoflagellaten *Euglena gracilis*. Die chloroplastenfreie Zelle entspricht dann in ihrer Morphologie völlig der heterotrophen Art *Astasia longa* (SCHNEIDER 1993). Andererseits ist die Geißel (Flagellum) wohl eines der verbreitetsten Organellen in der belebten Natur, so daß allein aus ihrem Vorhandensein nicht ohne weiteres auf die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Großgruppe geschlossen werden kann. Eine große Zahl der früher zu den Zooflagellaten gerechneten Organismen wird heute zu den Algen (insbesondere zu den Chrysophyceae) gestellt. Andere Taxa wurden in der Vergangenheit zwischen Zoo- und Phytoflagellaten "hin- und hergeschoben", und wieder andere, wie etwa die Bodonaceae, blieben bestehen, obwohl sie als vorläufig gelten; sie konnten bisher einfach nicht sinnvoll ersetzt werden. Aus all dem wird klar, daß man an dieser Stelle der Systematik der farblosen Flagellaten nicht in vollem Umfang gerecht werden kann. Um trotzdem eine Einführung

in ihre Bestimmung geben zu können, wird hier auf die letzte umfassende Bearbeitung von PASCHER & LEMMERMANN (1914) zurückgegriffen, auch wenn die systematische Stellung einiger Taxa nicht mehr aktuell ist.

Obwohl keine homogene Gruppe, so weisen die Flagellaten doch einige wichtige Grundgemeinsamkeiten auf: Stets haben sie ein oder mehrere, deutlich differenzierte Zellkerne, eine oder mehrere kontraktile Vakuolen (vgl. Ziff. 3.1.3) und das typische Organell der Flagellaten, die Geißel, in unterschiedlicher Zahl. Es treten Schwimmgeißeln und Schleppgeißeln nebeneinander auf.

Den Typus eines planktischen Vertreters der Flagellaten (Abb. 1) repräsentieren die Kragenflagellaten (Craspedomonadophycidae). Sie sind mit nur einer Geißel ausgestattet, die innerhalb eines Kragens aus Mikrovilli schwingt (Mikrovilli sind Zytoplasmafortsätze, die einem intensiven Stoffaustausch dienen).

Die echten Plankter sind durchweg koloniebildend. Wichtige taxonomische Merkmale sind: Anordnung, Art und Zahl der Geißeln, das Vorhandensein von Gehäusen, die Koloniebildung und die allgemeine Körperform. Von geringerer Bedeutung sind dagegen die inneren Zellorganellen.

Der Bestimmungsschlüssel enthält neben den von PASCHER & LEMMERMANN (1914) als planktisch festgestellten Gattungen zwei weitere Gruppen: Einmal sind Gattungen aufgenommen, die regelmäßig auf Planktern aufsitzende Arten hervorgebracht haben, zum anderen wurden beispielhaft vier wichtige Vertreter der Zooflagellaten berücksichtigt, die als Irrgäste immer wieder ins Plankton geraten.

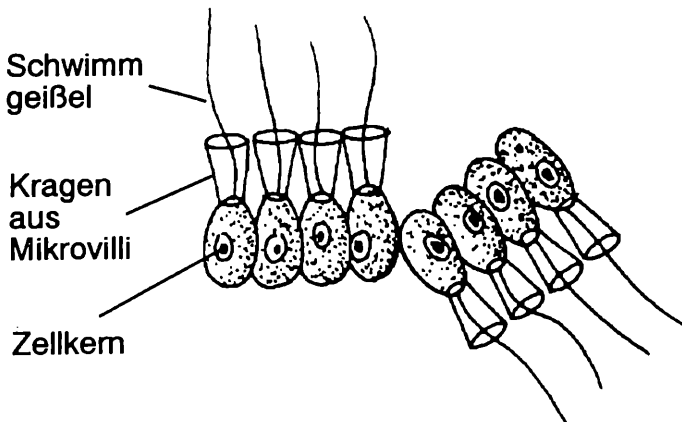


Abb. 1: Habitus eines Flagellaten

## Literatur

SCHNEIDER, H. (1993): Farblose Flagellaten aus einem Parkteich.- *Mikrokosmos* **82**: 10-20, Stuttgart.

## Bestimmungsliteratur

PASCHER, A. & E. LEMMERMANN (1914): Flagellatae 1.- In: PASCHER, A. (Hrsg.): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 1: 138 S., (G. Fischer) Jena.

Veraltet, aber noch nicht ersetzt.

HÄNEL, K. (1979): Systematik und Ökologie der farblosen Flagellaten des Abwassers.- *Arch. Protistenkunde*. **121**: 73-137, Jena.

Fußt auf der vorgenannten Bearbeitung.

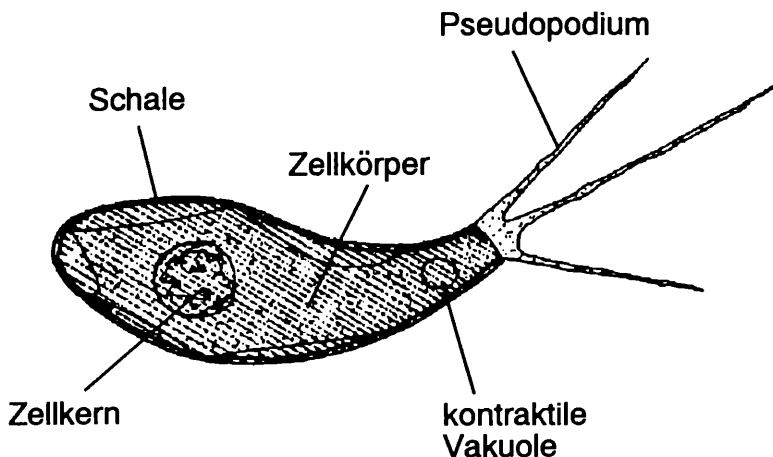
### 4.1.2 Rhizopoda

Auch bei den Rhizopoda haben sich die Auffassungen zur Systematik wesentlich geändert. PAGE & SIEMENSMA (1991) geben eine neue Großgliederung. Danach gehören die Heliozoa nicht mehr zu den Rhizopoda, sondern neben diesen zu den Actinopoda. Die Testacea, die alle schalentragenden Amöben umfaßten, wurden in mehrere Gruppen geteilt. Da jedoch das frühere, in der unten zitierten Literatur ansonsten verwendete System für den Zweck einer Einführung in die Bestimmung viele Vorteile bietet, wird es hier weiterhin verwendet, wohlwissend, daß neuere Befunde existieren, die allerdings z. T. noch in der Diskussion stehen.

Nach dem klassischen System gehören die planktischen Rhizopoda des Süßwassers zu den Testacea (Schalenamöben) und Heliozoa (Sonnentierchen). Das Rhizopodenplankton ist relativ artenarm, so daß unser Bestimmungsschlüssel nicht sehr tief in die Taxonomie der Testacea und Heliozoa eindringen muß.

## Testacea

Bei den Schalenamöben wird der Zellkörper von einem kompakten Gehäuse umschlossen, lediglich die Pseudopodien werden daraus hervorgestreckt (Abb. 2). Das Gehäuse ist nicht weiter unterteilt. Es besteht aus kieseligen Ein- und Auflagerungen, die entweder vom Körper selbst gebildet werden, oder aber Fremdmaterial sind, wie kleine Kiesel oder Schalen von Kieselalgen. Ein Teil der Arten weist zudem eine chitinöse Schalenmatrix auf. Von taxonomischem Wert sind vor allem die Gehäuse und die Form der Pseudopodien. Geringere Bedeutung kommt dagegen den Zellorganellen zu. Nach GROSPIETSCH (1972) sind 74 Süßwasserarten aus 13 Gattungen im Plankton nachgewiesen worden, wovon für 6 Gattungen wiederholte Nachweise aus deutschen Gewässern vorliegen; für diese gilt der Bildbestimmungsschlüssel (Tafel 4), der sich ausschließlich an der Gehäuseform orientiert.



**Abb. 2: Habitus einer Schalenamöbe**

Es gibt Hinweise dafür, daß die planktischen Formen möglicherweise nur zeitweise das Pelagial aufsuchen, während sie die restliche Zeit als Benthosformen leben. GROSPIETSCH (1972) schreibt, daß mit dem Wechsel zwischen Pelagial und Benthos auch morphologische Veränderungen einhergehen.

### **Heliozoa**

Die Heliozoa sind gekennzeichnet durch einen kugeligen Zellkörper mit radial ausstrahlenden Pseudopodien (Abb. 3). Im Unterschied zu den Testacea besitzen die Pseudopodien der Heliozoa als eine Art Stütze einen zentralen Achsenfaden (= Axonem = Bündel von Mikrotubuli), der ihnen ein strahlenartiges Aussehen verleiht. Beim überwiegenden Teil der Gattungen inserieren die Achsenfäden in der Zellmitte an einem Zentralkorn (Zentroplast). Nur bei wenigen Gattungen entspringen sie am (an den) Zellkern(en) oder in dessen (deren) unmittelbarer Umgebung. Der Zellkern liegt fast stets exzentrisch an der Peripherie des Endoplasmas, das sich durch eine geringere Granulation vom äußeren Ektoplasma der Zelle abhebt. Das Vorhandensein mehrerer Kerne ist äußerst selten.

Mit wenigen Ausnahmen besitzen die Heliozoa eine Art Skelett aus einer gallertigen Masse, in die kieselige Strukturen, sogenannte Spiculae (oder Sklerite) eingelagert sind, die vom Zellkörper abgeschieden werden und den Plasmaleib umhüllen. Die Hülle selbst ist meist aus abgeflachten, plattenartigen Tangentialspiculae zusammengesetzt, auf denen dann längliche, radial abstehende Gebilde, sogenannte Radiärspiculae, aufsitzen. Die Struktur dieser Spiculae ist von besonderer taxonomischer Bedeutung, insbesondere für die Unterscheidung der Arten.

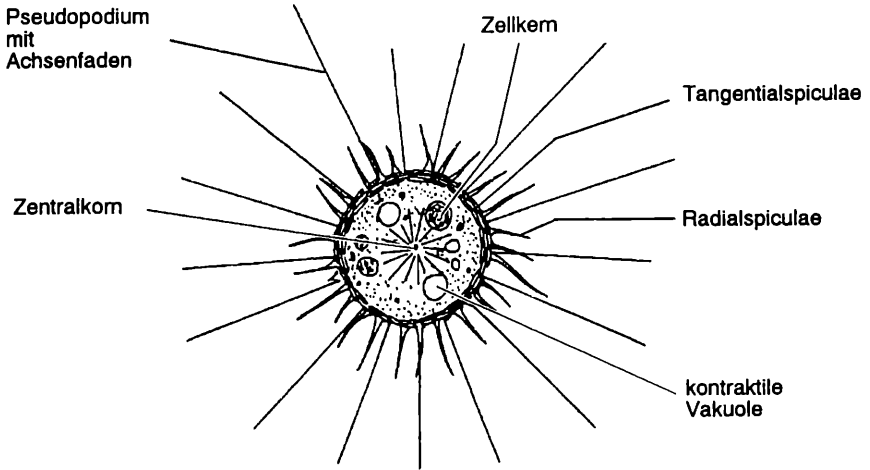


Abb. 3: Habitus einer Heliozoa-Art

Geringer systematischer Wert kommt dagegen der Lage und der Zahl der kontraktile Vakuolen oder dem Besitz von Zoochlorellen zu (bei *Acanthocystis turfacea* fast obligat, bei *Actinophrys sol* und *Actinosphaerium eichhorni* nur gelegentlich). Neben der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Zellteilung tritt noch sexuelle Pädogamie auf, die aber keinen Einfluß auf die Bestimmbarkeit der Individuen einer Art hat.

### Bestimmungsliteratur

GROSPIETSCH, T. (1972): Testacea und Heliozoa. - In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Das Zooplankton der Binnengewässer 26,1: 1-30, (E. Schweizerbart) Stuttgart.

Behandelt die schalentragenden Amöben und Heliozoen des Planktons; Systematik veraltet, Bearbeitung aber noch nicht ersetzt.

HARNISCH, O. (1963): Wurzelfüßer, Rhizopoda. - In: BROHMER, P., P. EHREMANN & G. ULMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas 1,1b: 1-75, (Quelle & Meyer) Leipzig.

Veraltet aber noch nicht vollständig ersetzt.

OGDEN, C. G. & F. J. HEDLEY (1980): An atlas of freshwater Testate Amoebae. - 222 S., (British Museum, Oxford Univ. Press) Oxford.

Tafelwerk mit REM-Aufnahmen; enthält die meisten Gattungen und häufigsten britischen Arten.

PAGE, F. C. & F. J. SIEMENSMA (1991): Nackte Rhizopoden und Heliozoen. - In: MATTHES, D. (Hrsg.): Protozoenfauna 2, 297 S., (G. Fischer) Stuttgart.

Aktuelle Bearbeitung.

RAINER, H. (1968): Urtiere, Protozoa, Wurzelfüßer, Rhizopoda, Sontentierchen, Heliozoa. In: DAHL, M. & F. PEUS (HRSG.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 56, 176 S., (G. Fischer) Jena.

Grundlegende Bearbeitung; Systematik veraltet, noch wichtig wegen der biologischen Angaben.

### 4.1.3 Ciliophora

Die Ciliophora als besonders hoch organisierte Einzeller bieten eine Vielzahl von Bestimmungsmerkmalen, von denen die wichtigsten ohne besondere Färbungen und Kontrastierungen unter dem Lichtmikroskop zu erkennen sind. Für die Verwendung des Bildbestimmungsschlüssel der planktischen Gattungen genügt daher eine relativ einfache optische Ausrüstung. Die darin verwendeten Merkmale sollen der Reihe nach kurz angesprochen werden (Abb. 4):

Cilien: Die Ciliatur, d.h. die Anordnung und Form der namensgebenden Wimpern der Ciliophora, liefert wesentliche taxonomische Hinweise. Sie kann vom Grundtypus, bei dem die gesamte Körperoberfläche einheitlich mit Wimpernreihen bedeckt ist, stark abweichen, wie etwa bei der Reduktion zu einem einzigen Wimpernkranz bei den Peritrichia. Auch können mehrere Cilien zu sogenannten Cirren zusammengefügt sein, die dann relativ starr und auffallend ausgebildet sind. Treten ganze Wimperngruppen zu Funktionseinheiten zusammen, so entstehen "undulierende Membranen", wie z. B. beim sogenannten "Mundsegel"

Im Bildbestimmungsschlüssel sind bei einer ausgeprägten Ciliatur diejenigen Cilien, die der Übersichtlichkeit der Abbildung schaden würden, allein durch Darstellung ihrer Basis als Punkt angedeutet.

Bei den Suctoria tragen die adulten Tiere keine Cilien mehr, sondern stattdessen charakteristische Tentakel mit verdickten Enden, die zum Festhalten und Aussaugen der Beute dienen. Im Falle von *Actinobolina*, einer Gattung der Ordnung Spathidiida, sind beim adulten Tier sowohl Tentakel als auch Cilien ausgebildet.

Extrusomen: Bei vielen Ciliaten liegen zwischen den Linien der Ciliatur bläschenförmige Organellen, die explosionsartig Fäden ausschleudern können. Ihre Feinstruktur ist unterschiedlich. Sie dienen wahrscheinlich der Verteidigung und werden unter dem Begriff Extrusomen (Trichocysten in der älteren Literatur) zusammengefaßt. Ihr Vorhandensein ist ein wichtiges systematisches Merkmal.

Zellkern: Die Ciliaten weisen zwei verschiedene Typen von Zellkernen in unterschiedlicher Zahl auf: Den Makronukleus als großes, kompaktes Gebilde (vegetative Funktionen), und den Mikronukleus als kleine, bei den meisten Arten ohne Färbung nicht sichtbare Struktur (Sexualfunktion). Der Makronukleus kann in seiner Form sehr stark variieren (nieren-, band-, perlschnur- kugelförmig usw.). Die Zellkerne heben sich im lebenden Tier von der Umgebung als homogenere Bereiche ab.

Im Bildbestimmungsschlüssel wird der Makronukleus als "Ma", der Mikronukleus als "Mi" abgekürzt.

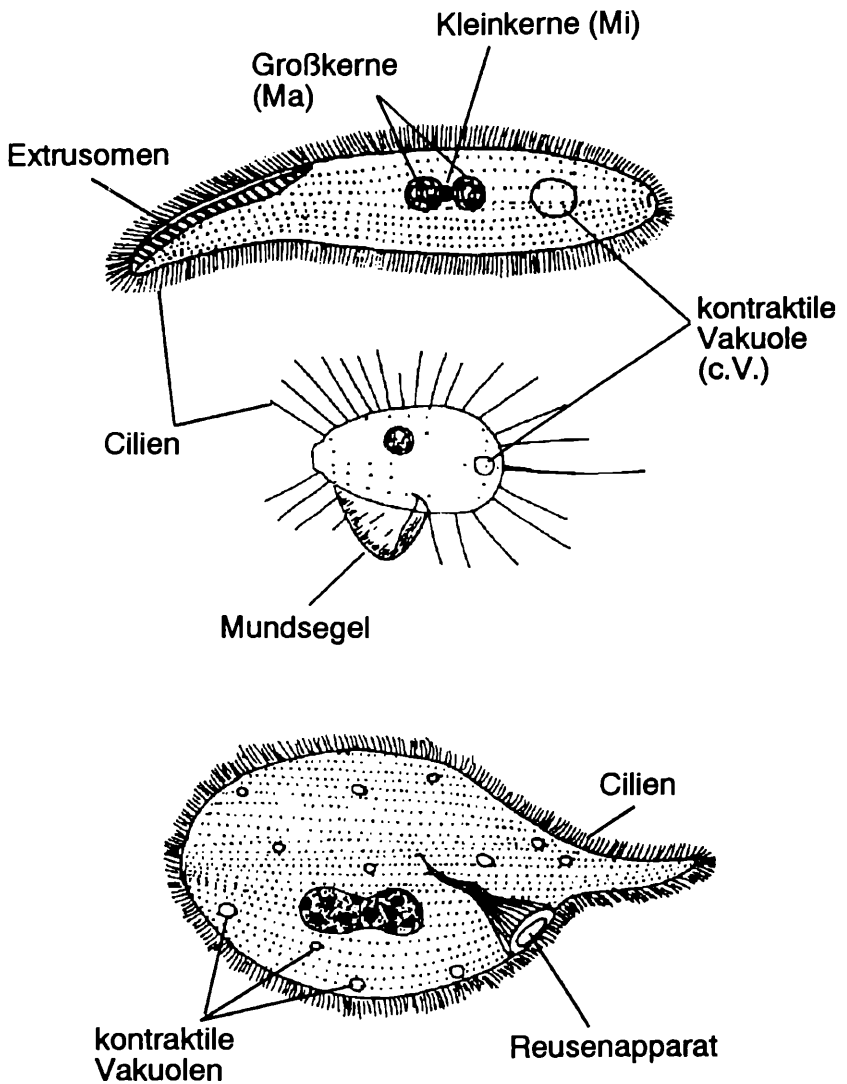


Abb. 4: Habitus und Merkmale verschiedener Ciliophora

**Kontraktile Vakuole:** Wie alle Tiere des Süßwassers müssen die Ciliaten befähigt sein, das aus osmotischen Gründen eindringende Wasser auszuscheiden. Hierzu verfügen sie über die kontraktile Vakuolen (eine oder mehrere bis viele), die als "leere" Bläschen mit oder ohne Zuführungskanäle erkennbar sind. Vor allem die Lage dieser Vakuolen im Ciliatenkörper ist taxonomisch wichtig. Die kontraktile Vakuolen werden im Bildbestimmungsschlüssel mit "c.V." abgekürzt.

**Reuse:** Nach KAHL (1935) darf davon ausgegangen werden, daß die Wand des Zellschlunds bei fast allen Ciliatenarten von stabförmigen Einlagerungen unterschiedlicher Ausbildung umgeben ist. In den Fällen, in denen durch die Verschmelzung jeweils zweier oder mehrerer dieser Einlagerungen lichtmikroskopisch sichtbare Strukturen entstehen, die in einer Art Kranz um den Schlund angeordnet sind, spricht man von einer Reuse.

**Zoochlorellen:** Symbiontisch im Plasma der Ciliatenkörper auftretende Algen (meist Grünalgen) können der betreffenden Art eine grüne Färbung verleihen. Auf das Vorhandensein derartiger Zoochlorellen wird im Bildbestimmungsschlüssel zwar hingewiesen, auf ihre Darstellung wird aber verzichtet.

Der Bildbestimmungsschlüssel lehnt sich teilweise an den von FOISSNER & al., (1991-1994) für die Ciliaten des Saprobiensystems entwickelten Bestimmungsgang an.

### **Bestimmungsliteratur**

BICK, H. (1972): Ciliata.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil.- In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Die Binnengewässer 26,1: 31-83, (E. Schweizerbart) Stuttgart.

Behandelt nur Planktonformen; teilweise veraltet.

BICK, H. (1972): Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology.- Publication of the World Health Organization, 198 S., Genf.

Teilweise veraltet.

FOISSNER, W., BERGER, H. & F. KOHMANN (1991): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band I: Cytrophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 1/91, 471 S., München.

FOISSNER, W., BERGER, H. & F. KOHMANN (1992): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 5/92, 502 S., München.

FOISSNER, W., BERGER, H. & F. KOHMANN (1994): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 1/94, 548 S., München.

FOISSNER, W., BERGER, H. & F. KOHMANN (1995): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band IV: Gymnostomata, Loxodes, Suctoria.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 1/95, 540 S., München.

Rund 400 der wichtigsten Arten werden in monographischer Breite behandelt; derzeit maßgebende Bearbeitung.

KAHL, A. (1932-35): Wimpertiere oder Ciliata.- In: DAHL, F (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 18, 21, 25, 30, 886 S., (G. Fischer) Jena.

Letzte Gesamtdarstellung; teilweise überholt.

## 4.2 Metazoa-Plankton

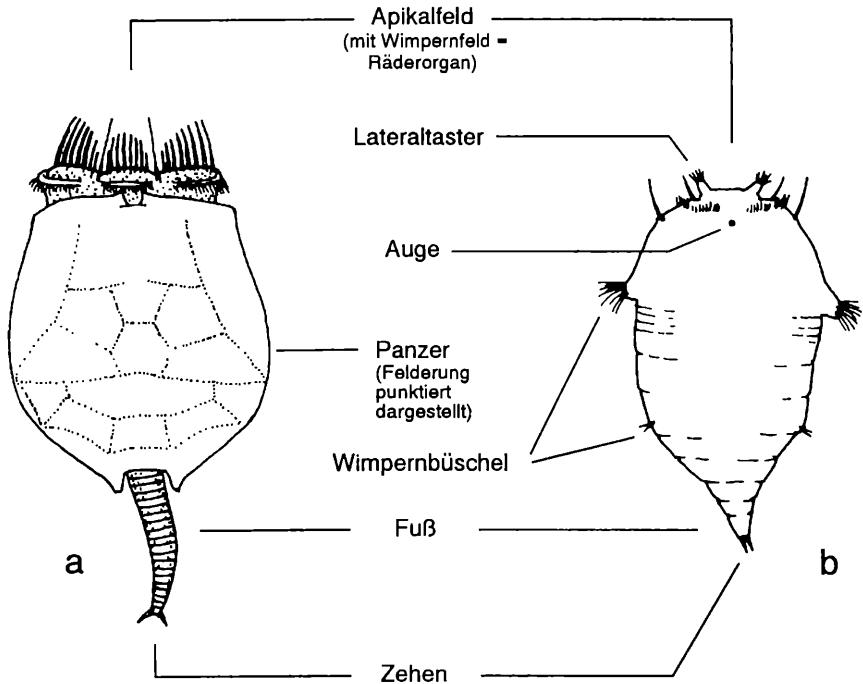
### 4.2.1 Rotatoria

Typisches und namengebendes Merkmal der Rädertiere ist ein einfach oder paarig am Vorderende angeordnetes Räderorgan, mit dem die Nahrung eingestrudelt wird. Die inneren Organe, bei vielen Arten aufgrund der Transparenz des Körpers auch am intakten Tier bereits sichtbar, spielen eine wichtige Rolle bei der Unterscheidung der beiden Überordnungen der Rotatoria, der Monogononta (unpaarer Keimdottersack) und der Digononta (paariger Keimdottersack). Da jedoch alle planktischen Vertreter der Überordnung Monogononta angehören, muß diese Unterscheidung im vorliegenden Fall nicht getroffen werden. Da weiterhin der Bestimmungsschlüssel im vorgegebenen Rahmen nur bis zur Gattung führen kann, wird dort die Zuhilfenahme von Merkmalen des Körperinneren, wie sie häufig auch zur Artunterscheidung unerlässlich ist, ebenso nicht benötigt wie eine Präparation (Mazeration) des artspezifischen, chitinisierten Kauapparates der Rotatoria. Es sei daher für diese Zwecke auf die spezielle Bestimmungsliteratur verwiesen.

Es sind sowohl gepanzerte wie auch ungepanzerte Vertreter der Rotatoria im Plankton zu finden (Abb. 5). Für die Bestimmung gepanzerter Arten ist sehr häufig die Form der Panzerfortsätze wichtig, die sich gewöhnlich am Vorder- und an den hinteren Außenecken und an der Fußöffnung befinden. Diese können im Jahresverlauf unterschiedlich ausgebildet sein (Zyklomorphose), wodurch aber auf dem Gattungsniveau keine Bestimmungsprobleme entstehen.

Die Fortpflanzung der Rotatoria führt über einen Generationswechsel. Das Auftreten der wesentlich kleineren Männchen ist auf kurze Zeiten im Jahr beschränkt, so daß sie im Bestimmungsschlüssel nicht berücksichtigt sind. Wesentliche Unterschiede zwischen sexuellen und asexuellen Weibchen gibt es nicht. Die Eier werden bei vielen Arten von den Weibchen in typischer Anordnung an den Körper angeheftet getragen.

In den Bestimmungsschlüsseln (Tafel 17-25) wurden neben echten Planktern auch einige benthisch lebende Gattungen aufgenommen, da sich benthische Rotatoria häufiger als Benthosorganismen aus anderen Gruppen als Irrgäste im Plankton finden. Zur deutlichen Abgrenzung von den planktischen Rotatoria wurde die Umrahmung der Abbildungen in diesen Fällen in grauer Farbe ausgeführt, im Gegensatz zu dem sonst verwendeten schwarzen Rahmen. Der Bestimmungsgang ist teilweise an den von RUTTNER-KOLISKO (1972) angelehnt.



**Abb. 5: Die Organisation des Rotatorienkörpers am Beispiel eines gepanzerten (a) und eines ungepanzten (b) Vertreters**

Für die ersten Bestimmungsversuche wird dem Ungeübten dringend die Verwendung von Lebendmaterial angetragen, nicht zuletzt deshalb, weil bei den Rotatoria im fixierten Zustand der Fuß oft eingezogen ist. Sein Vorhandensein und seine Form sind aber besonders wichtige Bestimmungskriterien. Die Untersuchung sollte auf alle Fälle mit Deckglasfüßchen erfolgen, um die Tiere abwechselnd in Bauch- und Rückenlage bringen zu können.

### Bestimmungsliteratur

PONTIN, R. M. (1978): A key to the freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British isles.- *Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ.* **38**, 178 S., Ambleside.

Ergänzend zu RUTTNER-KOLISKO.

POURRIOT, R. & A.-J. FRANCEK (1986): Rotiferes.- *Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises* **8**, 37 S., (Extrait de *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon* **55,5**) Lyon.

Behandelt die Bestimmung der Planktonformen.

RUTTNER-KOLISKO, A. (1972): Rotatoria.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer 1. Teil.- In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Die Binnengewässer 26,1: 99-234, (E. Schweizerbart) Stuttgart. Behandelt nur Planktonformen. Die Bearbeitung ist ausführlich und durch die Verwendung von Formenkreisen sehr übersichtlich und benutzerfreundlich.

VOIGT, M. & W. KOSTE (1978): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas.- 673 S. (Band I) und 234 Tafeln (Band II), (Borntraeger) Berlin. Behandelt ausführlich alle Rädertiere außer den Bdelloidea; noch nicht ersetztes Standardwerk.

### 4.2.2 Cladocera

Bei den Cladocera wird der eigentliche, ursprünglich segmentierte Körper von einer chitinisierten Struktur, dem Carapax, umschlossen (Abb. 6). Diese Hautduplikatur bildet eine zweiklappige Hülle, die dorsal den Brustraum bildet und ventral die Blattfüße schützt, die sie bis auf einen schmalen Spalt zwischen den beiden Klappen völlig einschließt. Nur bei wenigen Arten ist der Carapax sekundär reduziert. Wichtigste Bestimmungsmerkmale sind die 1. und 2. Antennen, das Postabdomen und dessen Furcakrallen, sowie die Form und die Fortsätze von Kopf und Carapax. Trägt der Carapax an der ventrocaudalen Ecke einen dornartigen Fortsatz, so spricht man von einem Mukro.

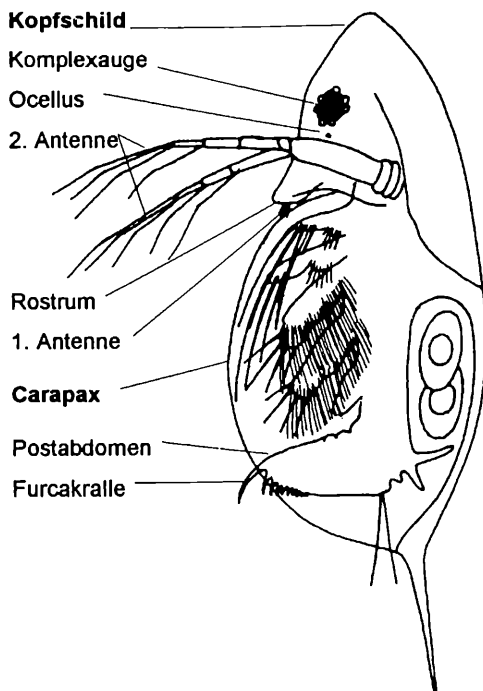


Abb. 6: Habitus und Organisation einer Cladocera-Art

Bei den Bosminidae kommt als wichtiges Bestimmungsmerkmal noch die Ausbildung der lateralen Kopfporen hinzu. Es sind dies Poren unbekannter Funktion, die beiderseits den Teil des Kopfschildes durchbrechen, der sich bogenförmig über die Ansatzstelle der 2. Antenne wölbt und daher den Namen "Fornix" trägt. Anhand ihrer Ausbildung und Lage können die Gattungen *Bosmina* und *Eubosmina* getrennt werden (Abb. 7). Während bei *Bosmina* der Porus sehr klein ist und am Vorderand des Kopfschildes liegt, ist er bei *Eubosmina* größer und nach hinten verschoben. Zudem liegt er auf einer verdickten Stelle des Kopfschildes, einer Art Leiste. Besonders bei der Gattung *Bosmina* kann der laterale Kopfporus leicht übersehen werden. Es empfiehlt sich daher, sich die Lage an Exuvienmaterial (z. B. aus Schlammproben) oder mazerierten Exemplaren (etwa 1/2-stündiges Erhitzen in 10% KOH auf 80-90 °C) genau einzuprägen, an denen eine Lokalisierung problemlos gelingt.

Viele planktische Cladocerenarten sind in ihrem Äußeren sehr variabel. Dies hängt mit einer saisonalen Änderung der Körperproportionen zusammen, die Sommertiere ganz erheblich von Frühjahrs- oder Herbstpopulationen der gleichen Art unterscheidet (insbesondere Helmbildung). Hinzu kommt aber noch die Vermehrung über einen Generationswechsel, der drei unterschiedliche Sorten von Individuen bedingt (vgl. Abb. 8). Die üblicherweise anzutreffenden Mitglieder einer Population sind asexuelle Weibchen, die sich rasch auf parthenogenetischem Wege vermehren und so die großen Individuenzahl einer Planktonpopulation hervorbringen können. Bei diesen Weibchen reifen die Eier im Brutraum und werden nach Beendigung der Entwicklung aus diesem entlassen. Nur zu bestimmten Zeiten bilden diese Weibchen auch Männchen aus. Wird ein Weibchen von einem Männchen befruchtet, so wird es zum Sexualweibchen und bildet im Brutraum eine besondere Sorte von Eiern, die Dauereier. Sie werden ohne weitere Entwicklung mit einem Teil des Carapax, dem Ephippium, abgestoßen und sinken ab bzw. schwimmen auf und können so Zeiten ungünstiger Umweltbedingungen überdauern.

Da Männchen und Sexualweibchen nur kurzzeitig vorkommen, bezieht sich der Bestimmungsschlüssel primär nur auf asexuelle Weibchen. Allerdings sind Sexualweibchen prinzipiell ebenfalls damit bestimmbar, da sich die Abweichungen vor allem auf den Körperruß, nicht auf Besonderheiten der Körperanhänge beziehen. Die nicht behandelten Männchen der Cladocera sind anhand ihrer besonders langen 1. Antennen und der Fortsätze des 1. Blattbeinpaars deutlich erkennbar und abgrenzbar. Sie können nur mit ausführlicherer Literatur bestimmt werden, treten aber andererseits nie ohne die dazugehörigen Weibchen der Art auf.

Der Bestimmungsschlüssel (Tafel 25-31) enthält nur Arten, die in geschichteten Seen in der Freiwasserzone in großer Zahl anzutreffen sind, nicht dagegen Arten, die als Einzelindividuen im Seenplankton als Irrgäste auftreten. Auch die im Plankton von Flüssen immer wieder anzutreffende Gruppe der Chydoridae wird nicht behandelt. Für sie mag die einzige regelmäßige im Plankton anzutref-

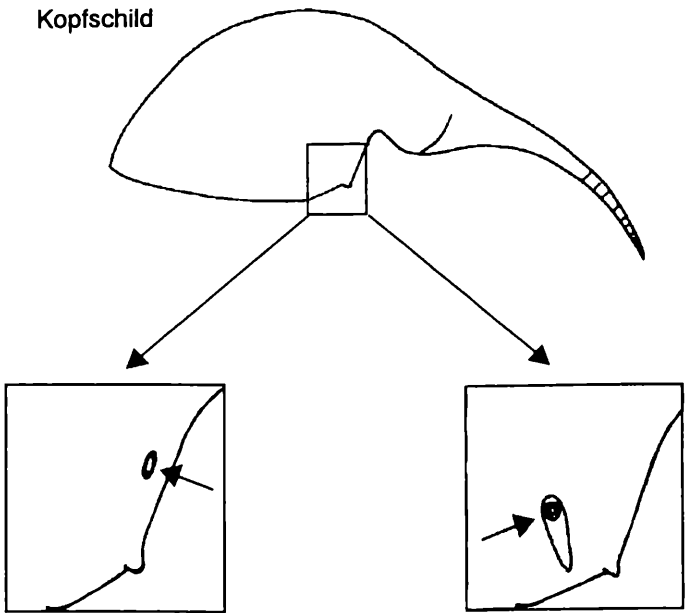
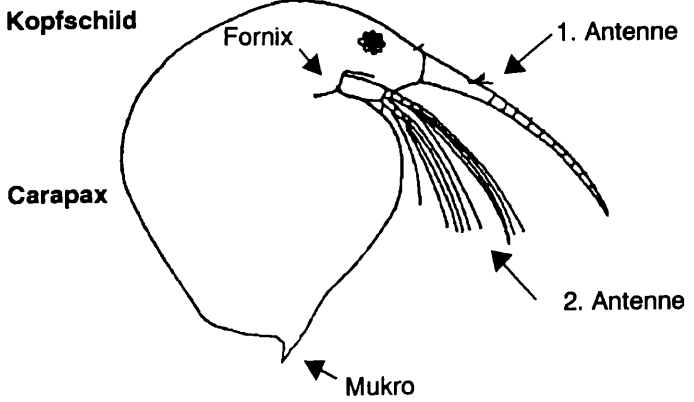


Abb. 7: Laterale Kopfporen von *Bosmina* und *Eubosmina*

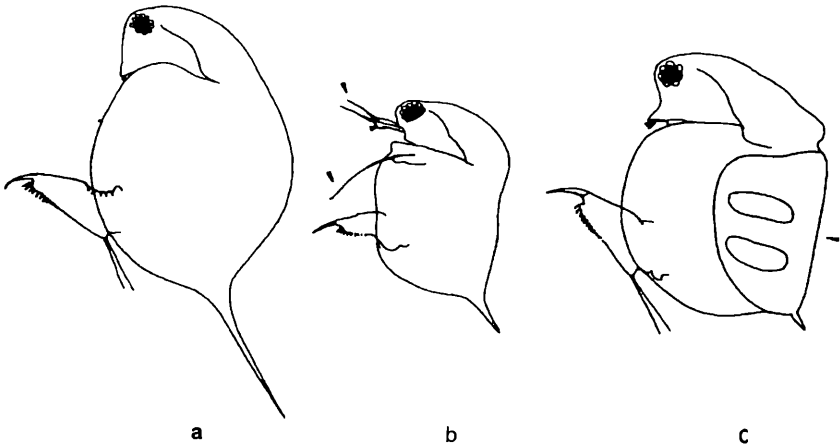


Abb. 8: Asexuelles Weibchen (a), Männchen (b) und Sexualweibchen (c) einer Art (stark vereinfacht nach LILLJEBORG 1901)

fende Art (*Chydorus sphaericus*) als Typus (Bestimmungsschlüssel, Tafel 26) dienen. Ihre differenzierte Bestimmung würde aber den Rahmen sprengen.

Der Bestimmungsschlüssel für die Cladocera basiert auf dem gültigen Stand der Taxonomie. Allerdings wird der von LIEDER (1996) durchgeführten Aufteilung der bisherigen Art *Eubosmina coregoni* in die beiden Arten *E. coregoni* und *E. longicornis* nomenklatorisch noch nicht gefolgt, um dem Ungeübten Verwirrung zu ersparen. Jedoch wird wie bei LIEDER - im Bestimmungsgang anhand der Ausbildung oder des Fehlens eines Mukros unterschieden, so daß die selben Gruppen von Unterarten entstehen:

Gruppe 1: *E. coregoni coregoni*, *E. coregoni thersites* und *E. coregoni gibbera*. Sie zeigen keinen Mukro und bilden auch bei LIEDER (1996), zusammen mit der selteneren Art *E. coregoni crassicornis*, die Mitglieder der Art *E. coregoni*.

Gruppe 2: *E. coregoni beroliensis*, *E. coregoni longicornis* und *E. coregoni kessleri*. Sie zeigen die Ausbildung eines Mukros und bilden bei LIEDER (1996) mit der selteneren Unterart *E. coregoni cederstroemi* die neue Art *E. longicornis*.

### Bestimmungsliteratur

AMOROS, C. (1984): Crustacés Cladocères.- Introduction pratique des organismes des eaux continentales françaises 5, 63 S., (Extrait de Bull. mens. Soc. Linn. Lyon 53,3,4: 72-143) Lyon.

Bildbestimmungsschlüssel mit Angaben zur Ökologie. In Einzelfällen Abweichungen von der anerkannten Nomenklatur.

FLÖSSNER, D. (1972): Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura.- In: DAHL, M. & F. PEUS (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 60: 501 S., (G. Fischer) Jena.

Die gesamte mitteleuropäische Fauna ist ausführlich berücksichtigt. Taxonomie bei einzelnen Gruppen überholt. Die Bearbeitung ist ein Standardwerk und noch nicht ersetzt.

HERBST, V (1976): Blattfußkrebse.- Einführung in die Kleinlebewelt, 2. Auflage: 130 S., (Kosmos-Franckh) Stuttgart.

Behandelt nicht immer übersichtlich die deutsche Fauna, wendet sich an den Hobby-Planktologen.

HERBST, V (1976): Ergänzung zu den "Blattfußkrebsen Deutschlands".- Gewässer und Abwässer 60/61: 7-26, Krefeld.

Ergänzung der Bearbeitung "Blattfußkrebse" in "Einführung in die Kleinlebewelt", 2. Aufl. 1976, um einige Arten.

LIEDER, U. (1996): Crustacea Cladocera/Bosminidae.- In: SCHWOERBEL, J. & P. ZWICK: Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/2-3, 80 S., (G. Fischer) Stuttgart.

Neubearbeitung der mitteleuropäischen Fauna. Strafft die Nomenklatur.

LILLJEBORG, W (1901): Cladocera Suecia. Beiträge zur Kenntnis der in Schweden lebenden Krebsthiere von der Ordnung Branchiopoda und der Unterordnung der Cladoceren.- Nachdruck: RHODE, W & D. G. FREY (Hrsg.): Textbände I+II (664 S.) und Bildband III (87 Tafeln), (Almqvist & Wiksell) Uppsala.

Großartige frühe Bearbeitung; in weiten Teilen auch heute noch gültig.

MARGARITORA, F. (1983): Cladoceri.- Guide per il riconoscimento delle specie animale delle acque interne Italiane 22, 169 S., (Consiglio nazionale delle ricerche) Roma.

Ergänzend zu FLÖSSNER. Nicht alle deutschen Arten berücksichtigt. Zeichnungen von hoher Qualität.

SCOURFIELD, D. J. & J. P. HARDING (1966): A key to the British species of freshwater Cladocera.- Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ. 5, 55 S., Ambleside.

Ergänzend zu FLÖSSNER.

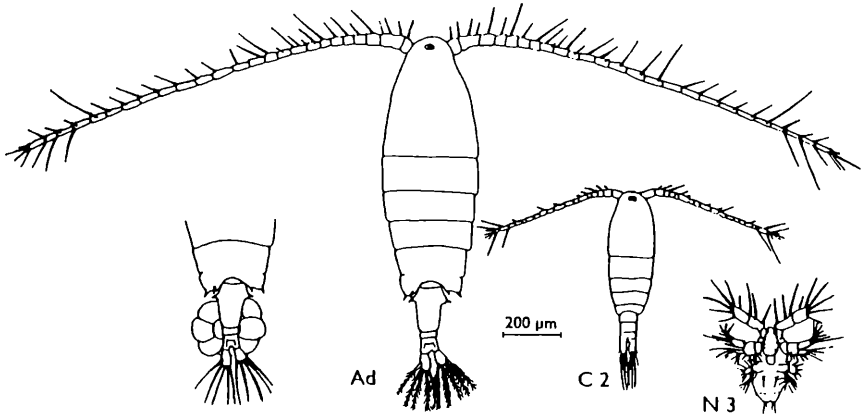
### 4.2.3 Copepoda

Von den drei Hauptgruppen der Copepoda haben nur die Calanoida und die Cyclopoida echte Plankter hervorgebracht. Die Arten der Harpacticida leben dagegen vor allem im Interstitial und Litoral; sie werden deshalb nicht weiter besprochen.

Bei den Copepoida sind verschiedene Entwicklungsstadien zu unterscheiden: Den noch völlig anders gestalteten 6 Naupliusstadien (Larven) folgen 5 Copepodidstadien mit höherer und zunehmender Ähnlichkeit zu den Adulti. Bei den einzelnen Stadien werden bei jeder Häutung zusätzliche Körpersegmente angelegt.

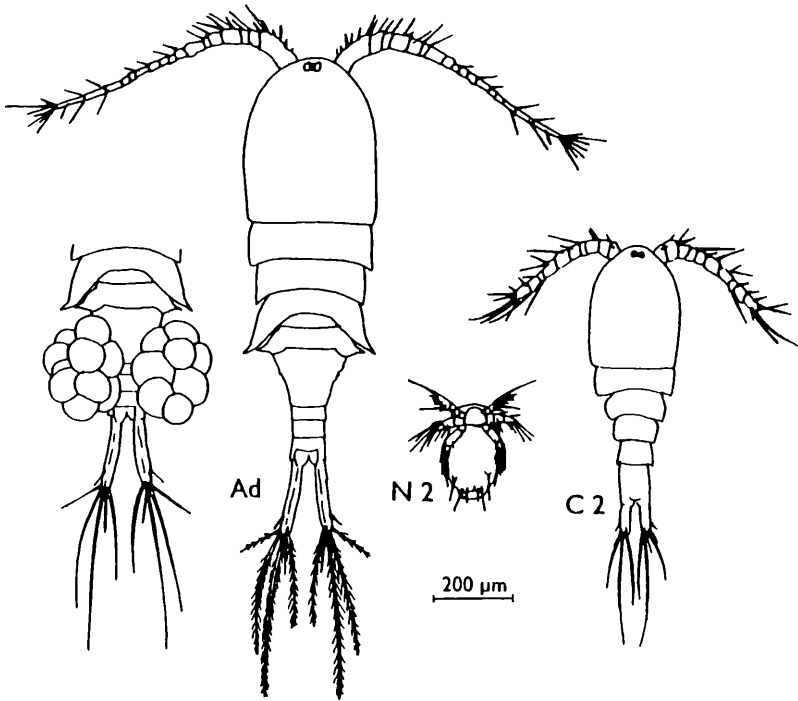
Die Nauplien, insbesondere aber die Copepodiden, sorgen in einer Planktonprobe für eine Formenvielfalt, die den Ungeübten abschrecken mag (Abb. 9). Dies bedeutet aber nicht das Auftreten besonders vieler Arten, vielmehr sind Copepoden-Gesellschaften eher artenarm. Es ist daher stets die erste Aufgabe,

aus der Vielfalt Tiere herauszusuchen, die mit Sicherheit Adultstadien darstellen. Der sicherste Weg hierzu ist die Selektion von Tieren mit Eiballen. Die Weibchen tragen diese Eiballen deutlich sichtbar entweder einzeln unter dem Abdomen (Calanoida) oder paarig seitlich des Abdomens (Cyclopoida; Abb. 9). Die Männchen unterscheiden sich durch ihre zu Greiforganen (Kopulation) umgebildeten 2. Antennen von den Weibchen. Bei den Cyclopoida-Männchen sind beide, bei den Calanoida-Männchen nur eine Antenne umgestaltet (Abb. 10).



**Abb. 9a:** Entwicklungsstadien der Calanoida (Ad = adultes Weibchen, N3 = 3. Naupliusstadium, C2 = 2. Copepodid-Stadium) (ergänzt nach KRAUSE-DELLIN 1994)

Von den drei Körperabschnitten Kopf, Brust und Hinterleib bilden die ersten beiden bei den Copepoida eine Einheit, während der Hinterleib abgesetzt ist. Bei den Calanoida ist die Grenze zwischen Cephalothorax und Abdomen auch tatsächlich zwischen letztem Thorax- und erstem Abdominalsegment gelegen. Bei den Cyclopoida dagegen verläuft sie zwischen vorletztem- und letztem Thorakalsegment, das mit dem Abdomen fest verschmolzen ist. Dies ist wichtig, da die Gestalt der Schwimmbeine des letzten Thorakalsegments ausschlaggebend für die Gattungsbestimmung sind. Dieses letzte (P5) der fünf Schwimmbeinpaare ist sowohl gattungs- wie auch artspezifisch abgewandelt: Bei den Cyclopoida ist der P5 stark reduziert, bei beiden Geschlechtern aber gleich gestaltet. Bei den Calanoida unterscheidet sich der P5 der Weibchen von den vorangehenden Schwimmbeinen (mit Ausnahme einer hier nicht weiter besprochenen Gruppe), aber von der Größe und Gestalt her ist er weniger reduziert als bei den Cyclopoida. Bei den Calanoida-Männchen liegt der gegenteilige Fall vor. Hier ist der P5 stark vergrößert und ragt als charakteristisches Organ seitlich unter dem Leib hervor.



**Abb. 9b: Entwicklungsstadien der Cyclopoida (Ad = adultes Weibchen, N2 = 2. Naupliusstadium, C2 = 2. Copepodid-Stadium) (ergänzt nach KRAUSH-DELLIN 1994)**

Aufgrund der gleichen Ausbildung des P5 bei beiden Geschlechtern ist der Bestimmungsschlüssel bei den Cyclopoida auf Männchen und Weibchen anwendbar, bei den Calanoida aufgrund der ungleichen Ausbildung nur auf Weibchen.

Zur Bestimmung der Copepoida ist das 5. Schwimmbeinpaar besonders wichtig (Lage: siehe Abb. 11). Da es bei den fixierten Tieren stets durch die zurückgeklappten Beinpaare 1-4 verdeckt ist, besteht der entscheidende Schritt zur Vorbereitung in einer Freilegung des 5. Beinpaares. Diese Präparation, bei der die Tiere an der Grenze zwischen vorletztem und letztem Thorakalsegment auseinander getrennt werden, mag bei der ersten Durchführung äußerst schwierig erscheinen, ist jedoch schnell einzuüben. Bei den Cyclopoida ist die Durchführung einfacher, da hier das Hauptkörpergelenk an eben dieser Stelle sitzt. Aber auch bei den Calanoida kommt man mit etwas Übung bald zum Erfolg. Abb. 12 zeigt die Präparation ausführlich an einem Cyclopoida-Weibchen. Die Präparation kann in Wasser oder Glycerin erfolgen. Man fixiert das Tier am Vorderkörper mit einer Nadel, und fährt mit einer zweiten entlang des letzten Schwimmbeinpaares nach unten zum Körper hin. Unter Druck nach unten wird die Nadel nach hinten bewegt, wobei das Abdomen zusammen mit dem letzten Thoraxseg-

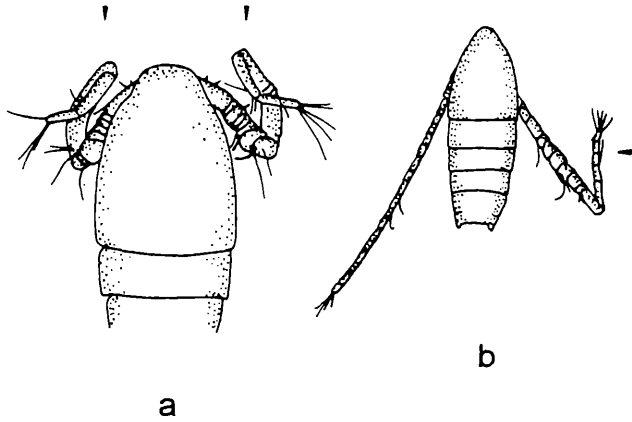


Abb. 10: Antennen der Männchen von Cyclopoida (a) und Calanoida (b)

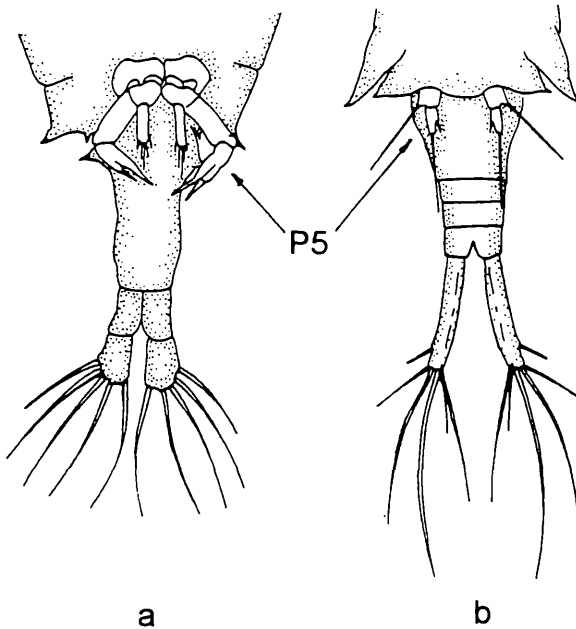


Abb. 11: Lage des 5. Thorakalbeinpaars (P5) bei einem Calanoida- (a) und einem Cyclopoida- (b) -Weibchen

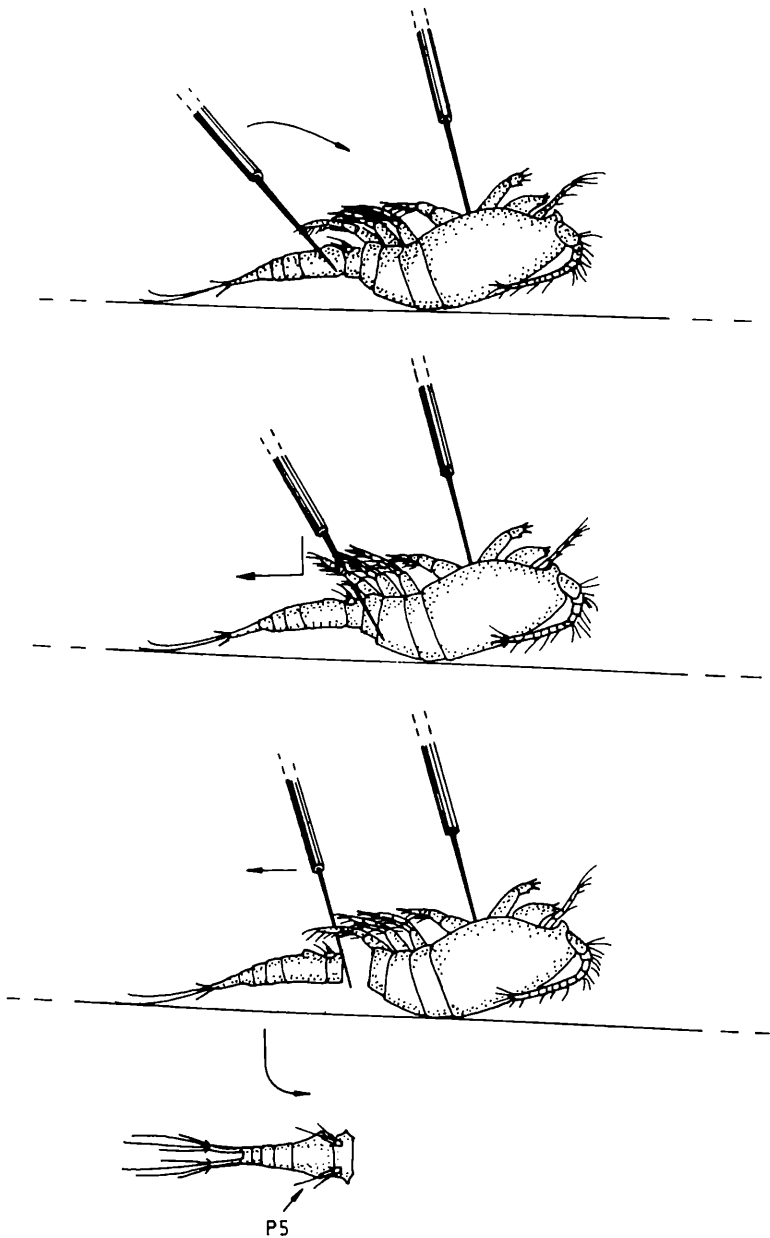


Abb. 12: Präparation des 5. Thorakalbeins (P5) bei einem Vertreter der Cyclopoida

ment und dessen Anhängen abgetrennt wird. Das 5. Thorakalbeinpaar liegt nun frei. Das Präparat wird mit einem Deckglas bedeckt und mikroskopiert. Deckglasfüße ermöglichen wieder die Drehung des Präparates um die Körpermittelachse, falls es in Rückenlage zu liegen kommen sollte. Anmerkung: Die Eiballen dienen nur dem Erkennen von Adultstadien, behindern aber die Bestimmungsarbeit. Sie müssen vor der Präparation mit der Nadel entfernt werden.

Die Tafeln 32-33 zeigen einen Bestimmungsgang, der zu den Gattungen der planktischen Cyclopoida und Calanoida führt.

## Literatur

KRAUSE-DELLIN, D. (1994): Kannibalismus bei planktischen Ruderfußkrebse. - *Mikrokosmos* **83**: 91-96, Stuttgart.

## Bestimmungsliteratur

EINSLER, U. (1993): Crustacea, Copepoda, Calanoida und Cyclopoida. - In: SCHWOERBEL, J. & P. ZWICK (Hrsg.): *Die Süßwasserfauna Mitteleuropas* **8,4,1**, 208 S., (G. Fischer) Stuttgart.

Neufassung der Bearbeitung von KIEFFER, behandelt die gesamte mitteleuropäische Fauna auf aktuellem Stand; Standardwerk.

HARDING, J. P. & W. A. SMITH (1974): Cyclopoid and Calanoid Copepods. - *Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ.* **18**, 54 S., Ambleside.

Enthält nicht alle deutschen Arten. Ergänzend zu EINSLER und KIEFFER.

KIEFFER, F. (1960): Ruderfußkrebse (Copepoden). - Einführung in die Kleinlebewelt, 97 S., (Kosmos-Franckh) Stuttgart.

Einführung in die Gruppe für Hobby-Planktologen.

KIEFFER, F. (1978): Freilebende Copepoda. - In: *Das Zooplankton der Binnengewässer*, 2. Teil. - In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): *Die Binnengewässer*, Band **26,2**: 1-343, (E. Schweizerbart) Stuttgart.

Ausführliche, grundlegende Arbeit; immer noch weitgehend gültig; Standardwerk.

PESTA, O. (1928): *Krebstiere oder Crustacea. I. Ruderfüßer oder Copepoda* (1. Calanoida, 2. Cyclopoida). - In: DAHL, F. (Hrsg.): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile* **9**, 136 S., (G. Fischer) Jena.

Grundlegende Arbeit; ersetzt durch KIEFFER oder EINSLER.

STELLA, E. (1982): *Calanoidi. - Guide per il riconoscimento delle specie animale delle acque interne Italiane* **14**, 101 S., (Calderini) Bologna.

Ergänzend zu EINSLER und KIEFFER.

WAGLER, E. (1937): *Crustacea, Krebstiere*. - In: BROHMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER (Hrsg.): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile* **2,2a**: 1-224, (Quelle & Meyer) Leipzig.

Grundlegende Arbeit; hinsichtlich der Copepoda ersetzt durch KIEFFER und EINSLER.

#### 4.2.4 Cnidaria: Hydrozoa

*Craspedacusta sowerbii* ist die einzige einheimische Süßwassermeduse; sie tritt episodisch in Baggerseen und ähnlichen Stehgewässern auf.

##### Literatur

REISINGER, E. (1972): Süßwassermedusen.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer 1. Teil.- In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Die Binnengewässer 26,1: 84-98, (E. Schweizerbart) Stuttgart.  
Behandelt Biologie und Vorkommen der Süßwassermeduse *Craspedacusta*.

#### 4.2.5 Mollusca

*Dreissena* ist die einzige heimische Süßwassermuschel mit planktischen Larven. Das Neozoon hat sich über alle größeren Flußsysteme und in den meisten Seen Deutschlands ausgebreitet, wo ihre Larven häufig im Plankton gefunden werden.

##### Literatur

BREITIG, G. (1972): Mollusken.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil.- In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Die Binnengewässer 26,1: 286-291, (E. Schweizerbart) Stuttgart.  
Behandelt die planktischen Larven von *Dreissena*.

#### 4.2.6 Insecta, Diptera: Chaoboridae

Die Chaoboridae sind die einzige Insektengruppe mit obligat planktischen Larven. Diese leben räuberisch in Stehgewässern verschiedener Art.

##### Bestimmungsliteratur

SAETHER, O. A. (1972): Chaoboridae.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer 1. Teil.- In: ELSTER, H.-J. & W. OHLE (Hrsg.): Die Binnengewässer 26,1: 257-280, (E. Schweizerbart) Stuttgart.  
Behandelt die paläarktischen und nearktischen Arten.

#### 4.2.7 Metazoa, die nur zufällig im Plankton gefunden werden

Eine ganze Reihe höherer Organismen bilden einen regelmäßigen Bestandteil des Tychoplanktons, insbesondere in Flüssen. Zu nennen sind:

- Porifera, Spongillidae, vertreten durch Schwammnadeln
- Cnidaria: *Hydra*  
Turbellaria: Microturbellaria
- Gastrotricha: *Chaetonotus*
- Nematoda
- Mollusca, Bivalvia: gelegentlich Glochidien der Großmuscheln
- Oligochaeta: *Aeolosoma*, *Chaetogaster* und Naididae sowie deren Borsten
- Tardigrada: *Macrobiotus*

- Acari: Wassermilben
- Insecta: Junglarven und Puppenexuvien der Wasserinsekten, insbesondere Chironomidae
- Bryozoa: Statoblasten finden sich regelmäßig im Flußplankton

## Dank

Herrn Univ.-Prof. Dr. Foissner gilt mein herzlicher Dank für die Durchsicht des Manuskripts und für seine hilfreichen Anmerkungen.

## Abbildungen

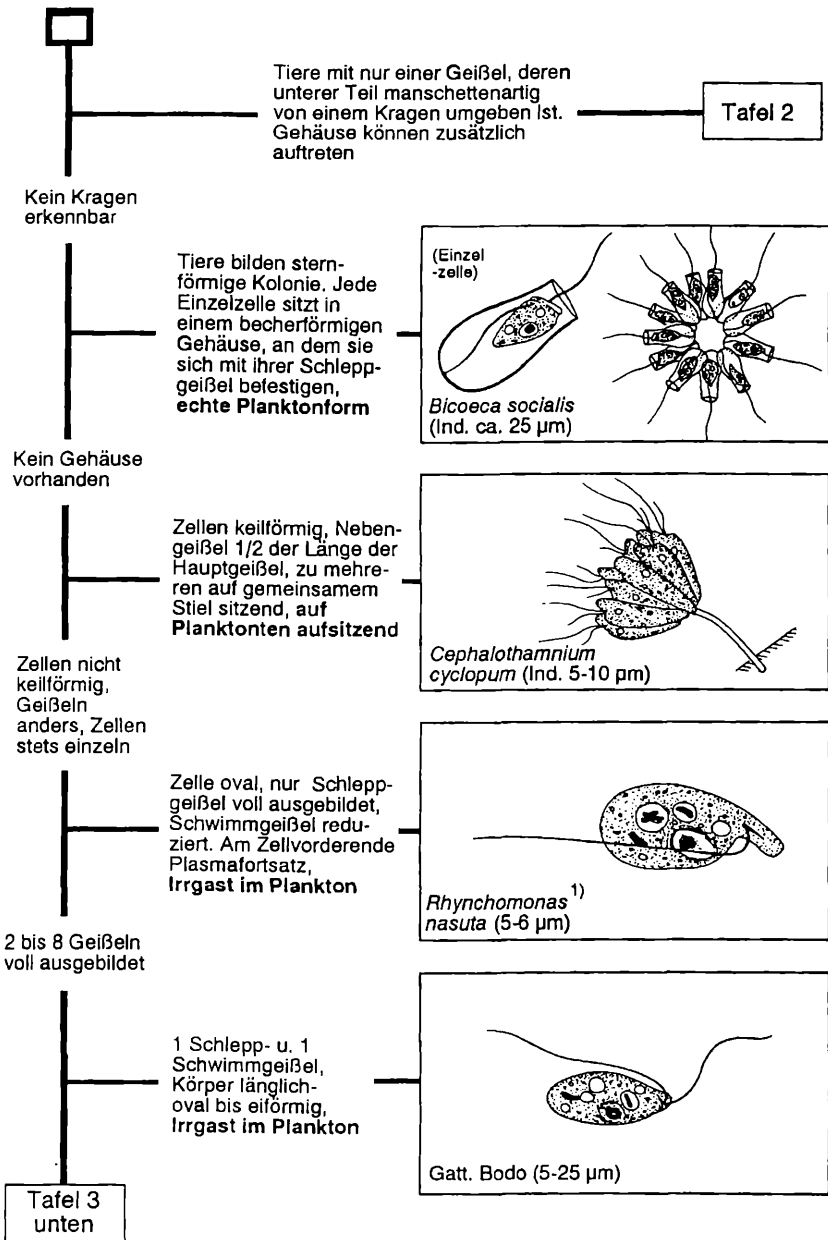
Ein Teil der in den Tafeln verwendeten Abbildungen entstand unter Anlehnung an Abbildungen anderer Autoren. Diese Abbildungen sind mit Indizes versehen. Es bedeutet:

1) verändert nach Zölffel, M. & K. Hausmann (1995): Rhynchomonas nasuta: Ein Flagellat mit Freßrüssel.- Mikrokosmos 84/1, Stuttgart. 2) verändert nach Pascher, A. & E. Lemmermann (1914): Flagellatae 1.- In: Pascher, A. (Hrsg.): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 1, Jena. 3) verändert nach Grospietsch, Th. (1972): Testacea und Heliozoa.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer.- In: Elster, H.-J. & W. Ohle (Hrsg.), Die Binnengewässer 26, 1. Teil, Stuttgart. 4) verändert nach Siemensma, F. J. (1991): Heliozoa. In: F. C. Page & F. J. Siemensma: Nackte Rhizopoda und Heliozoa.- In: Matthes, D. (Hrsg.): Protozoenfauna, Bd. 2, Stuttgart. 5) verändert nach Streble, H. & D. Krauter (1973 ff): Das Leben im Wassertropfen.- Stuttgart. 6) verändert nach Bick, H. (1972): Ciliata.- In: Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil.- In: Elster, H.-J. & W. Ohle (Hrsg.): Die Binnengewässer 26, 1, Stuttgart. 7) verändert nach Abbildungen und Photos in Foissner, W., H. Berger & F. Kohmann (1991-1994): Taxonomische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems, Band 1-4.- Inf.-Ber. Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft, München. 8) verändert nach Voigt, M. & W. Koste (1978): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas.- Berlin, Stuttgart. 9) verändert nach Flössner, D. (1972): Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura.- In: Dahl, M. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile, 60, Jena.

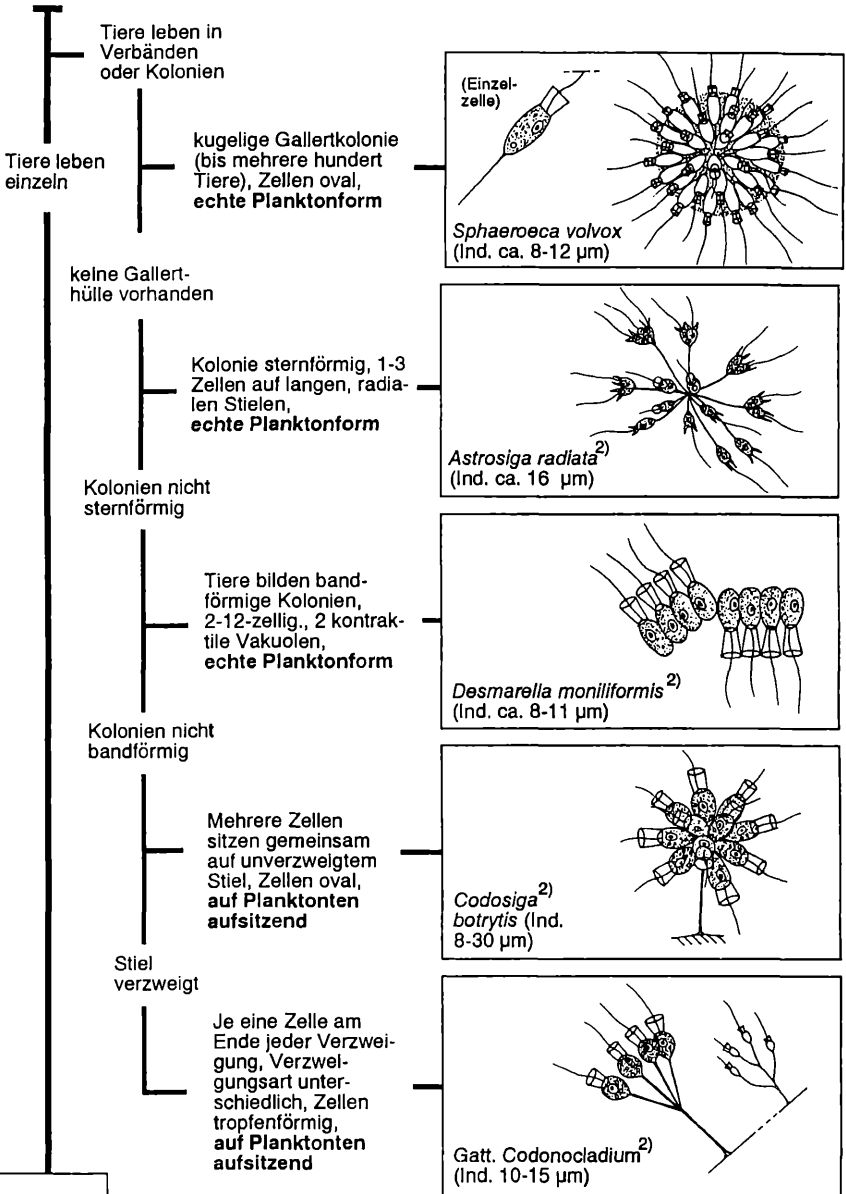
*Anschrift des Verfassers:* Dr. D. Krause-Dellin, Bahnhofstraße 11, D-91578 Leutershausen

*Manuskripteingang:* 26.03.1997

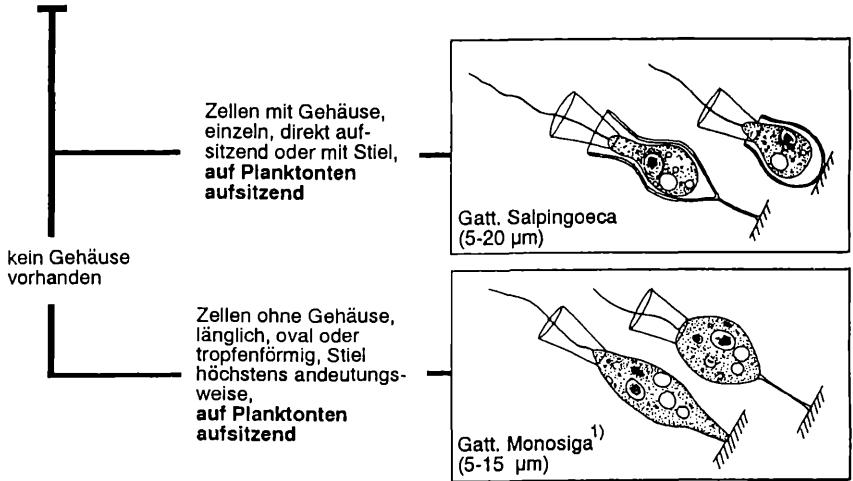
**Tafel 1: Zoomastigina 1**



**Tafel 2: Zoomastigina 2**

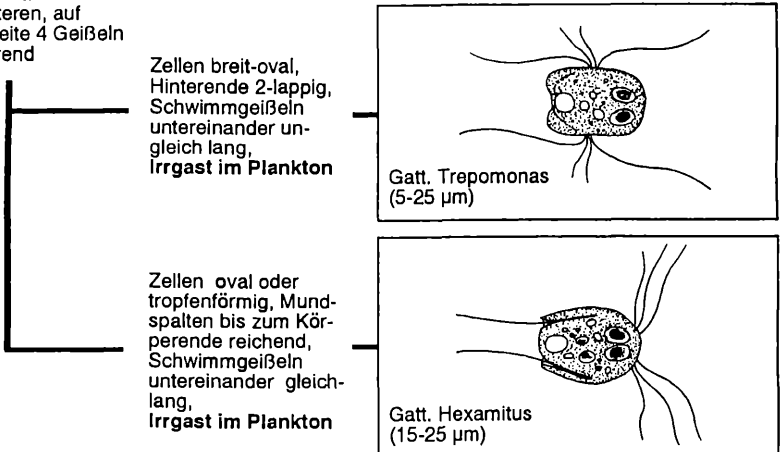


**Tafel 3: Zoomastigina 3**



von Tafel 1

2 Kerne in der vorderen Körperhälfte, 1 kontr. Vakuole in der hinteren, auf jeder Seite 4 Geißeln inserierend



**Tafel 4: Beschaltete Amöben 1 (Testacea)**



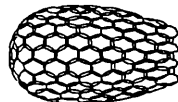
Schalen chitinös, hyalin, ohne Ein- oder Auflagerungen, häufig gelb und/oder braun. Gestalt diskusförmig oder halbkugelig, Mund eingesenkt und zentral



Gatt. Arcella (50-150 µm)

Schalen mit Kieselplättchen oder Fremdkörpern

Schalenoberfläche mit runden od. ovalen Plättchen dachziegelartig bedeckt. Gehäuse sackförmig



Gatt. Euglypha<sup>3)</sup> (50-120 µm)

Schalen mit kleinen Kiesel-schuppen

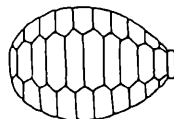
Schalen retorten-förmig mit auf-ge-lagerten kleinen, runden Plättchen (nur selten zu-sätz-lich Fremd-körper)



Gatt. Cyphoderia (100-200 µm)

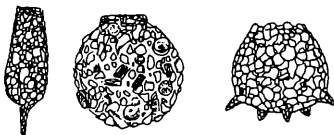
Schalen mit ein- oder aufgelagerten Fremdkörpern (Kiesel oder Kieselalgen)

Schalenoberfläche mit 5 Reihen sechs-eckiger Plättchen. Tiere klein



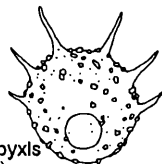
Gatt. Paulinella<sup>3)</sup> (20-30 µm)

Schale kugelig od. sackförmig, aus Fremdkörpern aufgebaut. Mundöffnung endständig zentral und häufig gelappt.



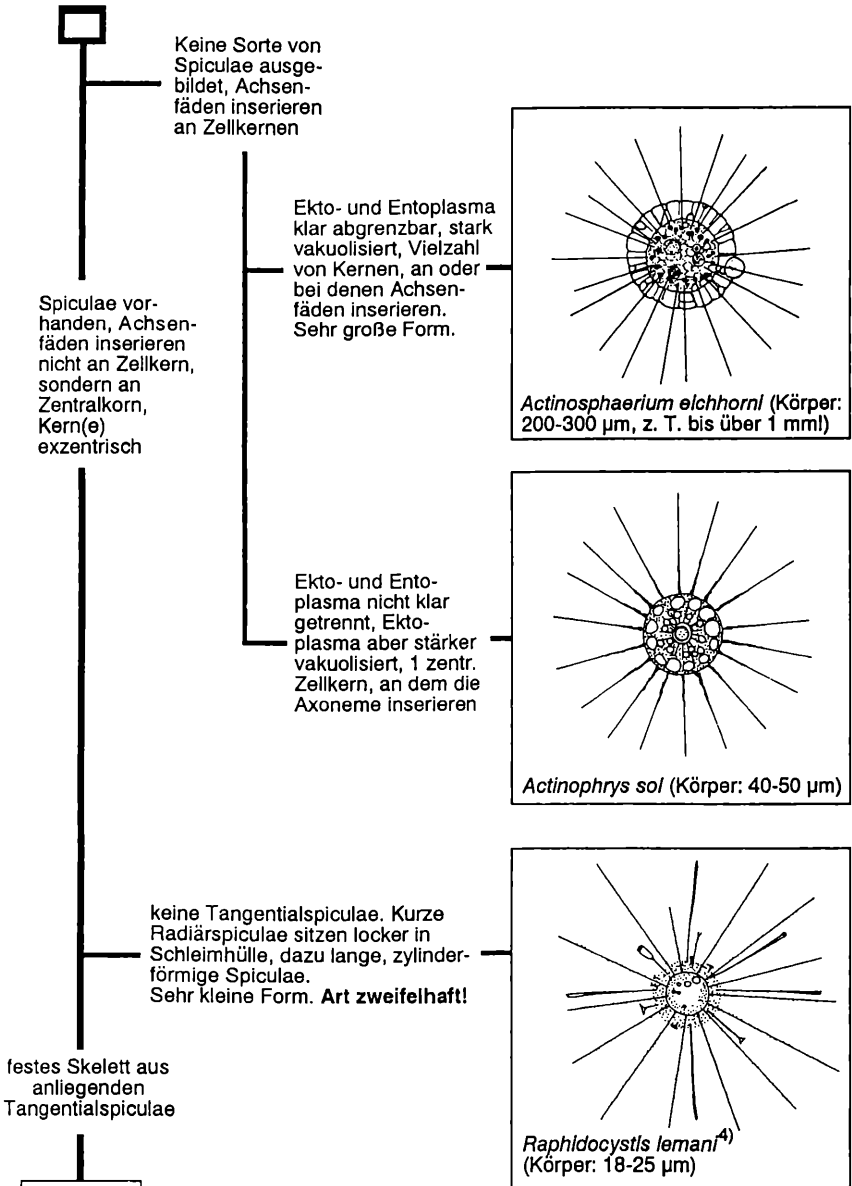
Gatt. Diffugia (60-400 µm)

Schalen rund, häufig mit Stacheln, viele Fremdkörper aufgelagert. Mundöffnung stets exzentrisch

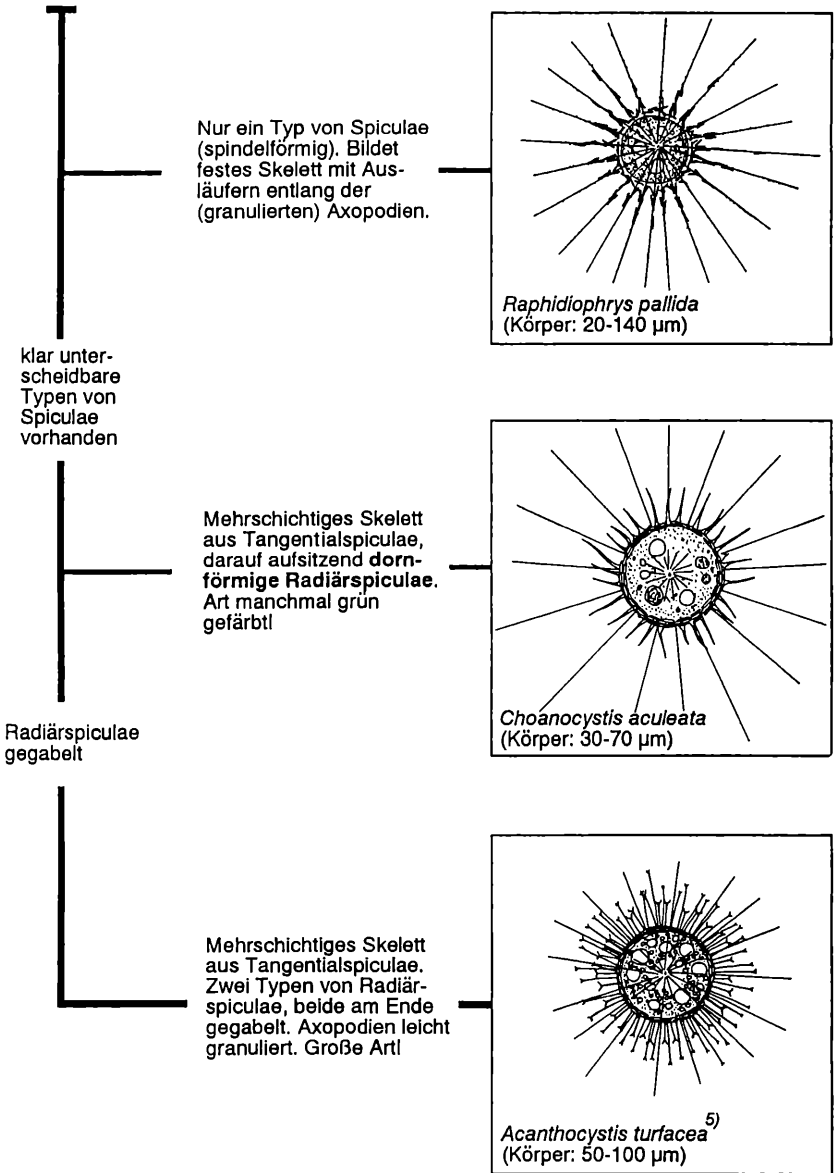


Gatt. Centropyxis (120-150 µm)

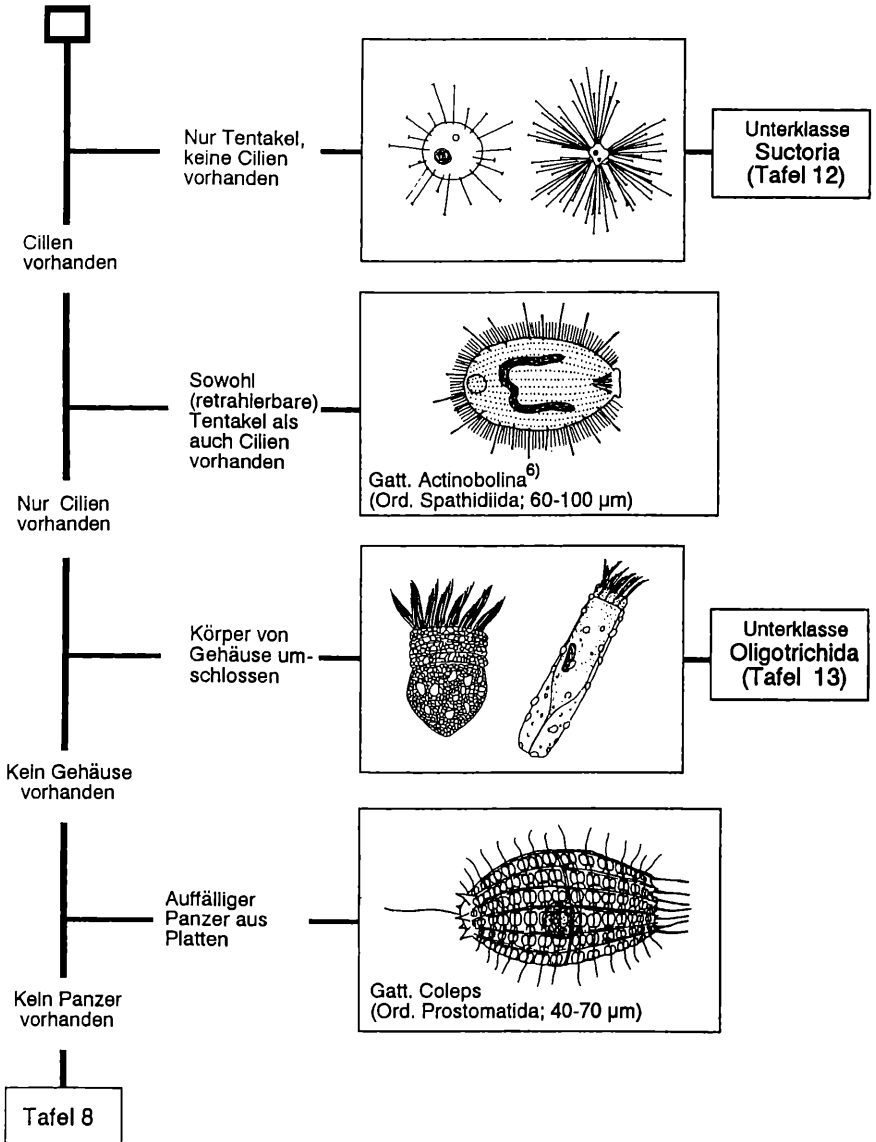
**Tafel 5: Heliozoa 1**



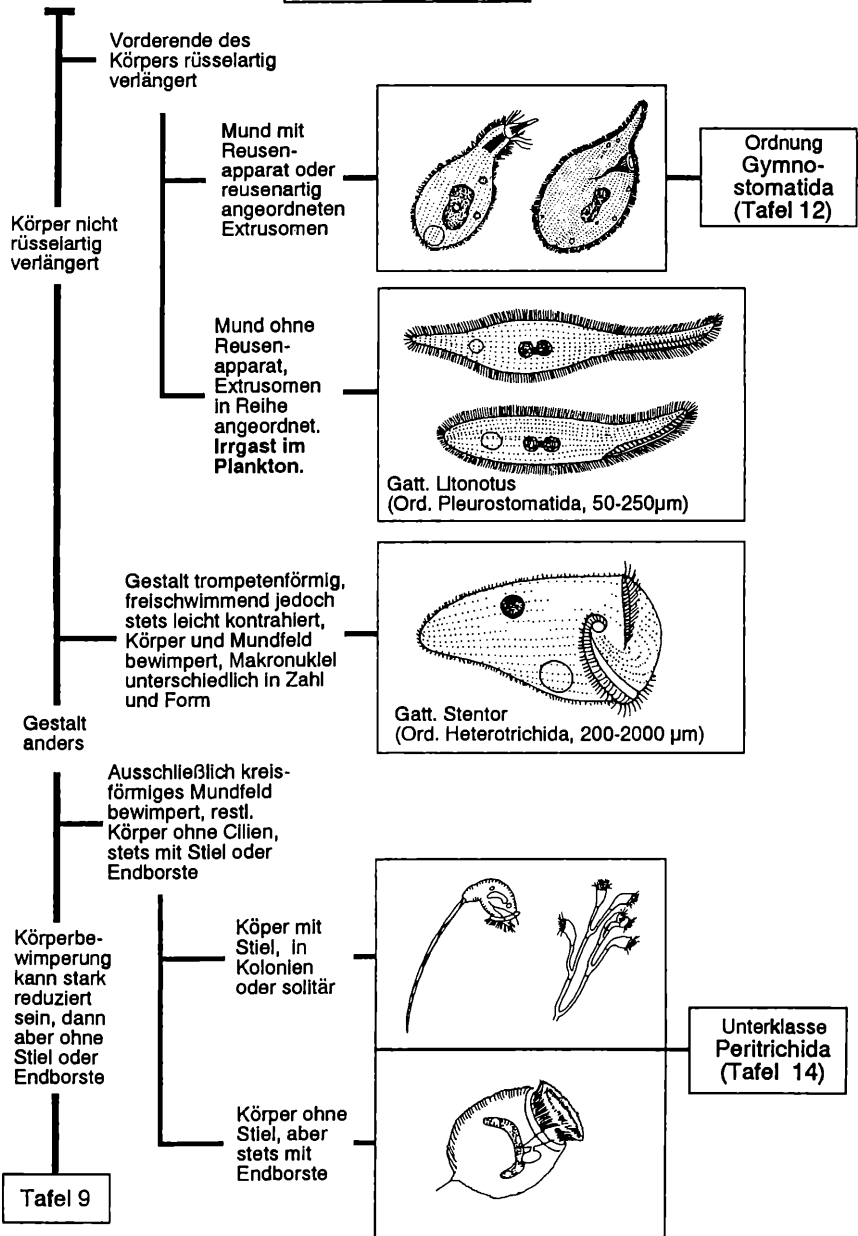
**Tafel 6: Heliozoa 2**



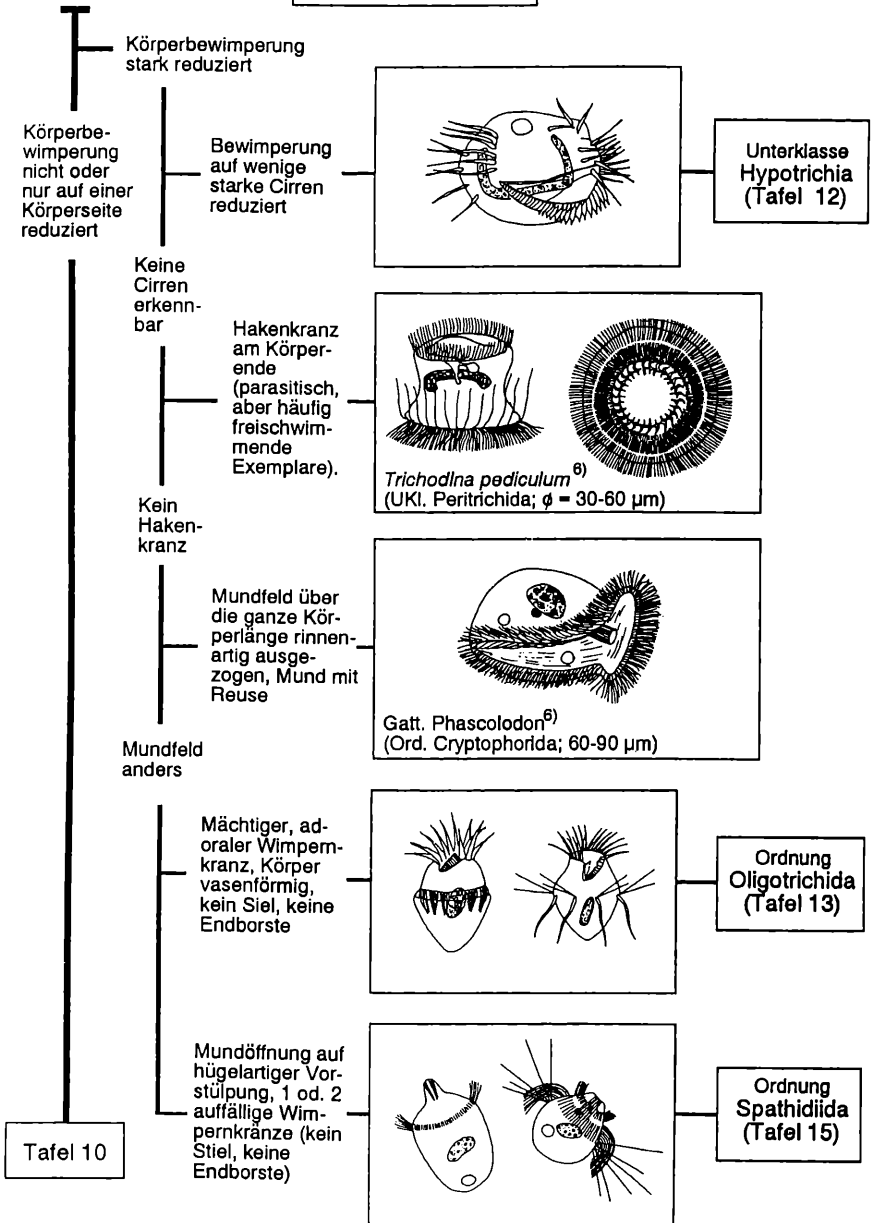
**Tafel 7: Ciliophora 1**



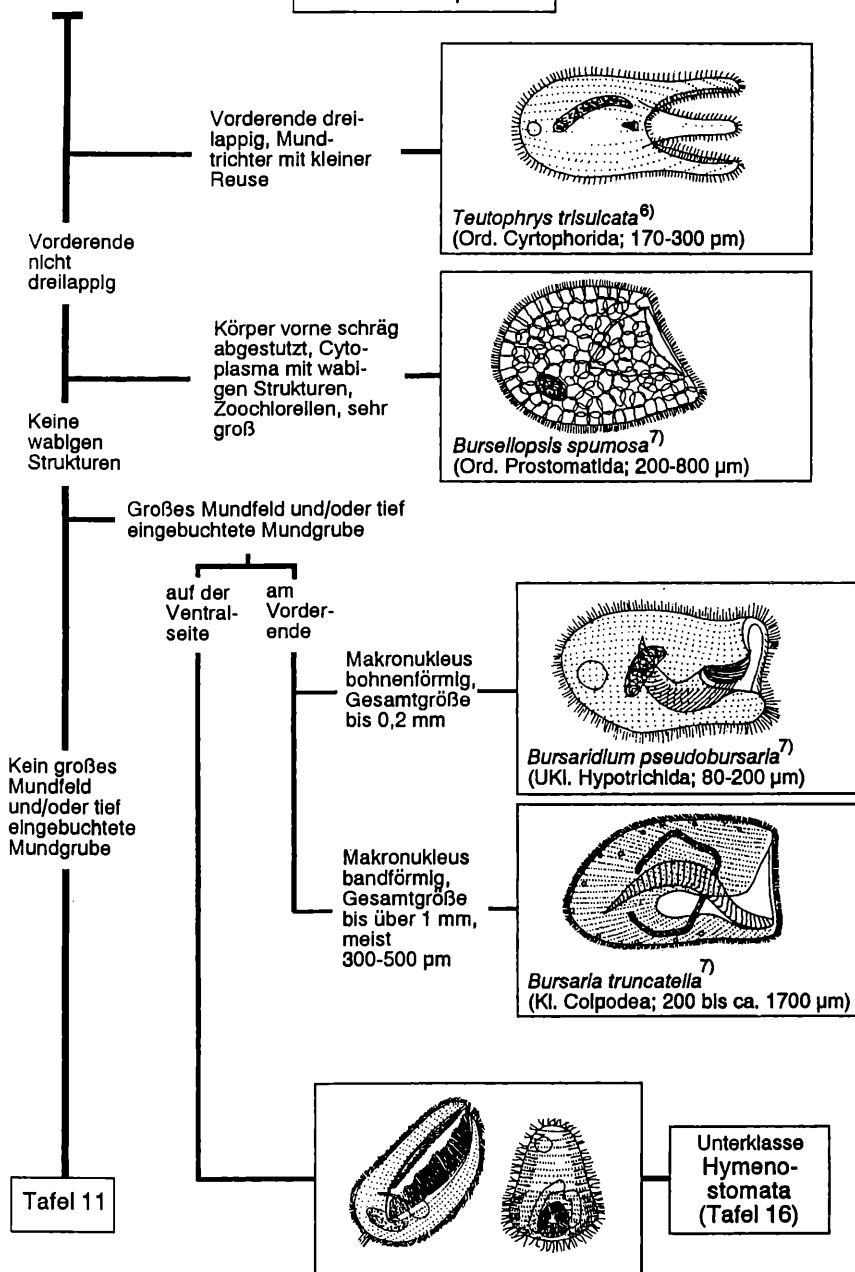
**Tafel 8: Ciliophora 2**



**Tafel 9: Ciliophora 3**

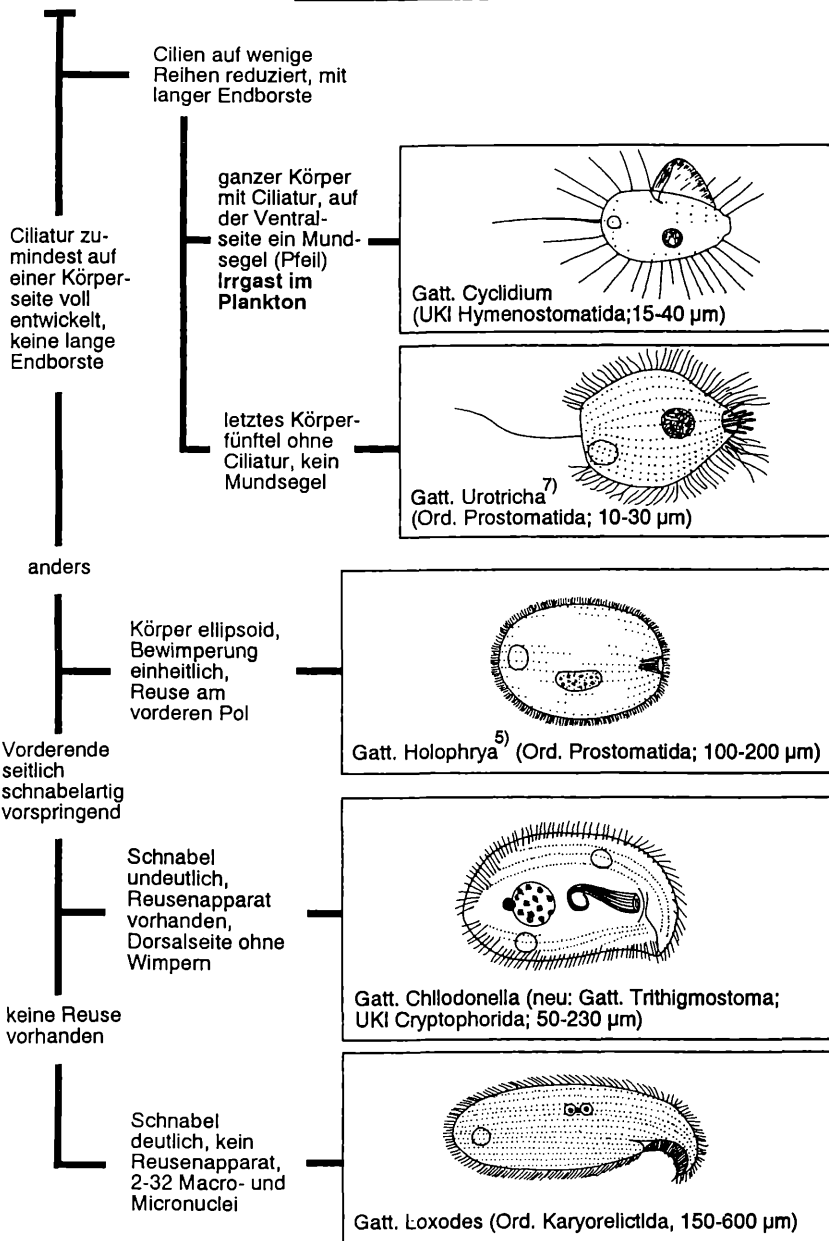


**Tafel 10: Ciliophora 4**



Tafel 11

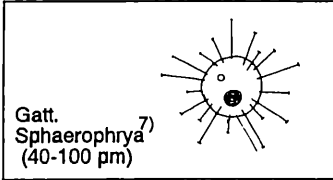
**Tafel 11: Ciliophora 5**



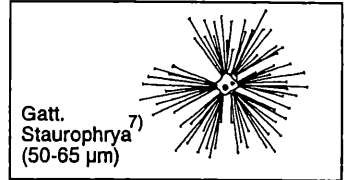
### Tafel 12: Ciliophora 6

#### UKI Suctororia

Körper kugelig, Tentakel gleichmäßig verteilt



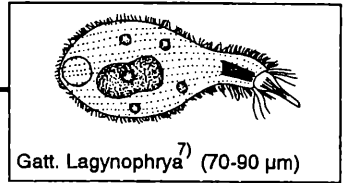
Körper nicht kugelig, Tentakel in Büscheln



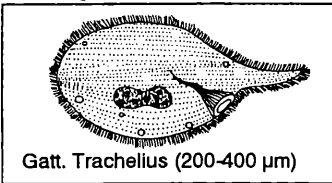
#### Ord Gymnostomatida

vom Körper abgesetzter Rüssel

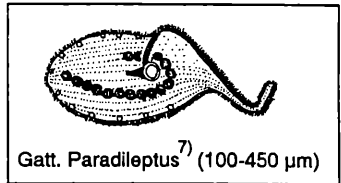
Körper vorne verjüngt ausgezogen, aber nicht rüsselartig abgesetzt



Mundfeld am Ventralrand Irrgast im Plankton

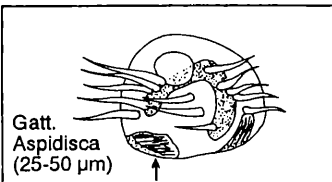


Mundfeld in Körpermitte

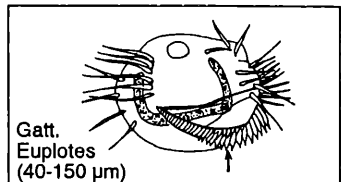


#### UKI Hypotrichida

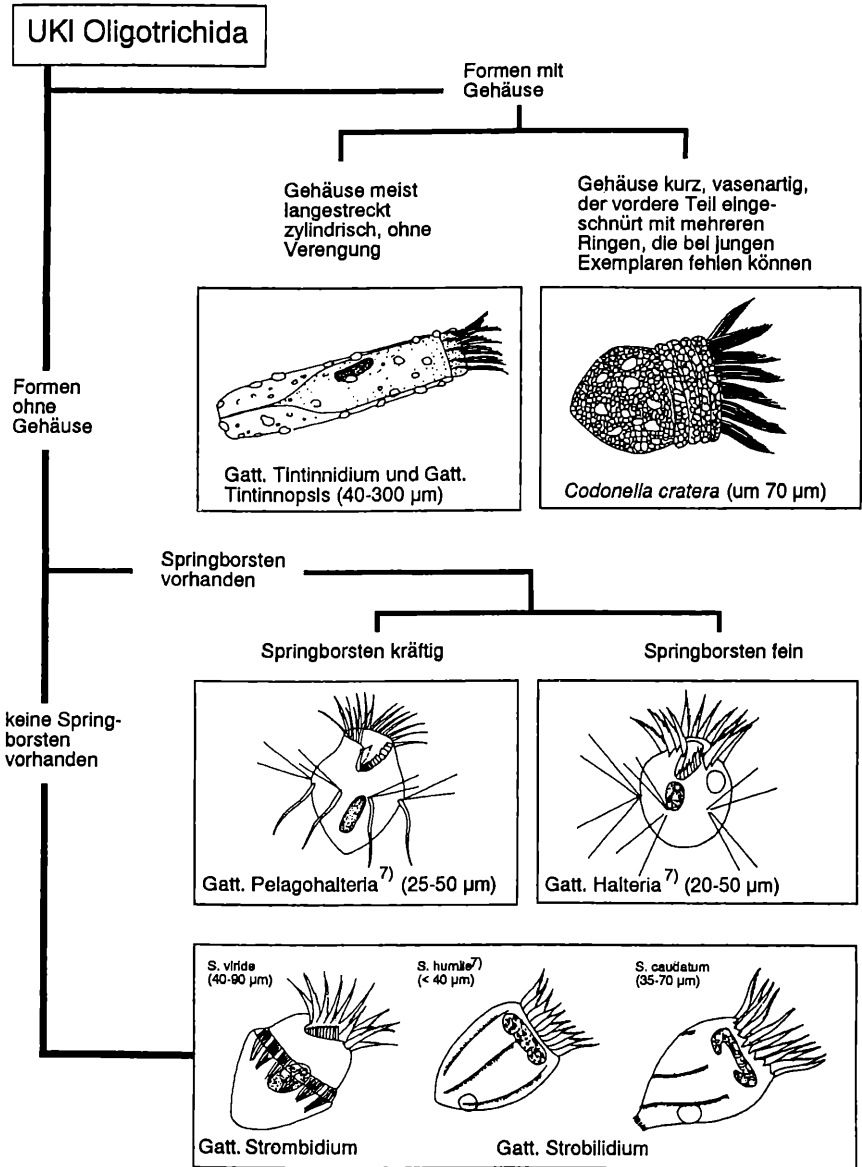
Körperumriß dreieckig, Mundfeld sehr klein (Pfeil), Irrgast im Plankton



Körperumriß länglich oval, Mundfeld reicht bis Körpermitte (Pfeil), Irrgast im Plankton

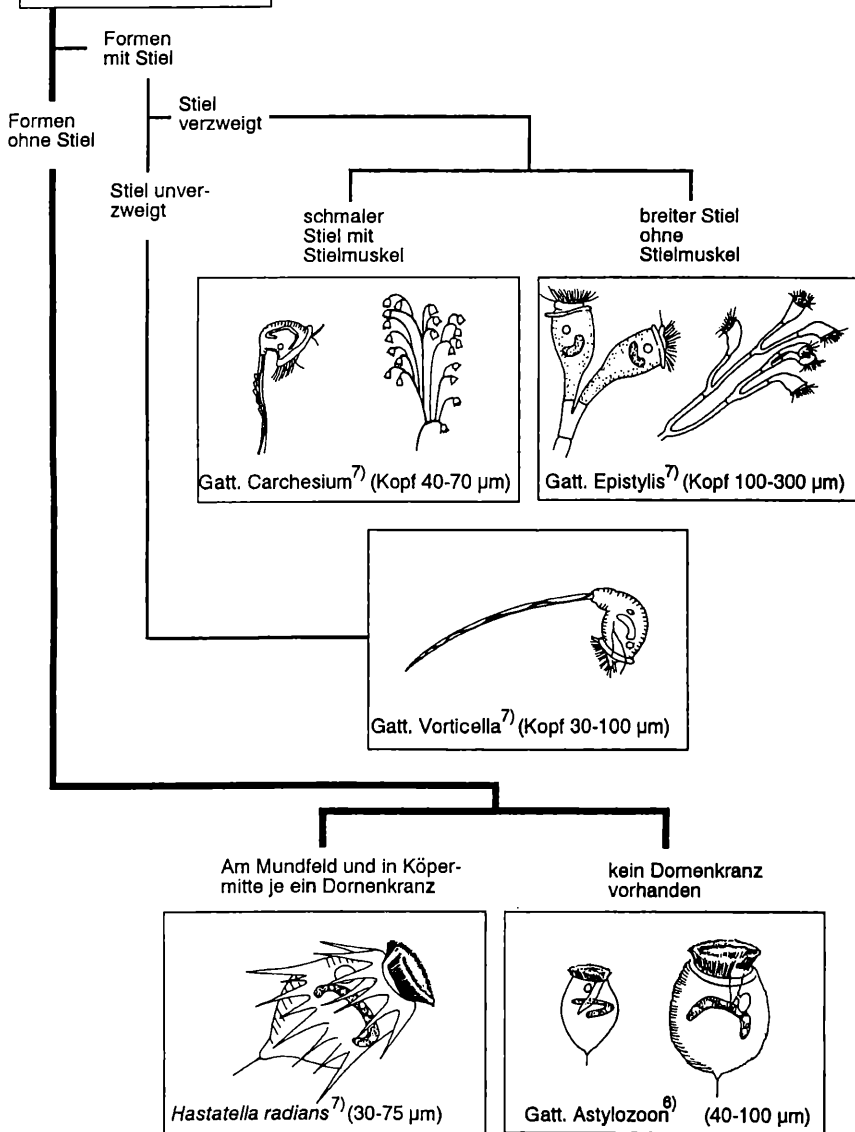


**Tafel 13: Ciliophora 7**



Tafel 14: Ciliophora 8

UKI Peritrichida



**Tafel 15: Ciliophora 9**

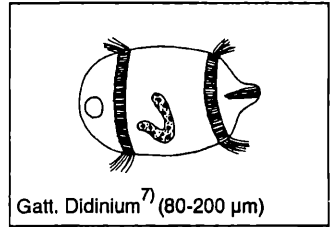
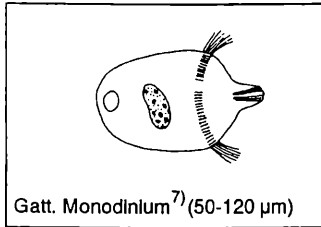
**Ord Spathidiida**

Gestalt becherförmig, deutl. abgesetzter Mundkegel

Gestalt birnenförmig, kein Mundkegel

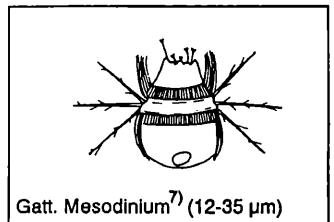
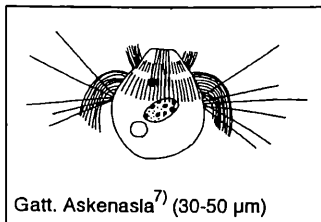
1 Wimpernkranz

2 Wimpernkranze



3 Wimpernkranze: der praeäquatoriale kurz nach vorne gerichtet, der äquatoriale als dichter Saum nach hinten gebogen, nicht am Körper anliegend, der subäquatoriale mit starren Borsten

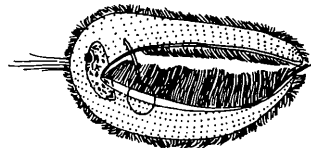
mehrere Wimpernkranze: der äquatoriale nach hinten gerichtet und sehr eng an Körper anliegend (leicht zu übersehen!), Mund mit tentakelartigen Fortsätzen



**Tafel 16: Ciliophora 10**

**UKI Hymenostomatida**

Mundfeld seitlich, fast körperlang, Gestalt länglich oval  
(Ma nierenförmig am Körperende, cV subterminal),  
Irrgast im Plankton

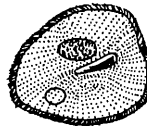


Gatt. *Lembadion*<sup>7)</sup> (50-200  $\mu\text{m}$ )

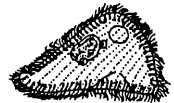
Mundfeld kleiner

Mundfeld seitlich, 1/2-1/3 körperlang, dreieckig, Gestalt haubenförmig, Trichocysten-saum, mit Zoochlorellen  
(Ma nierenförmig in Körpermitte, cV an der Haubenspitze)

Aufsicht



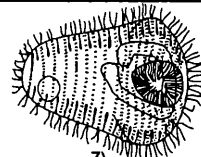
seitlich



*Stokesia vernalis*<sup>7)</sup> (60-160  $\mu\text{m}$ )

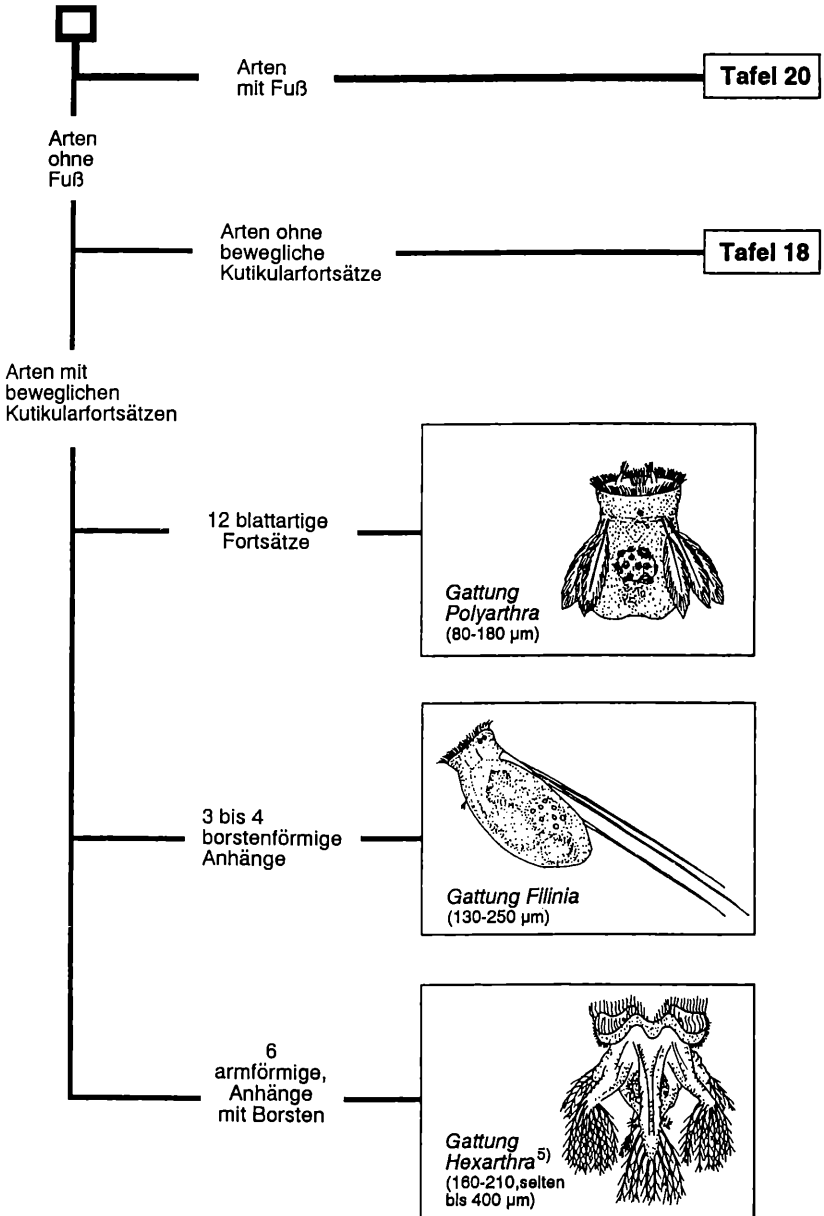
Mundfeld am vorderen Pol gelegen

Mundfeld groß, eingesenkt, Gestalt kegelstumpartig, sehr variabel, Trichocysten-saum (Ma bandförmig, cV am Hinterende)

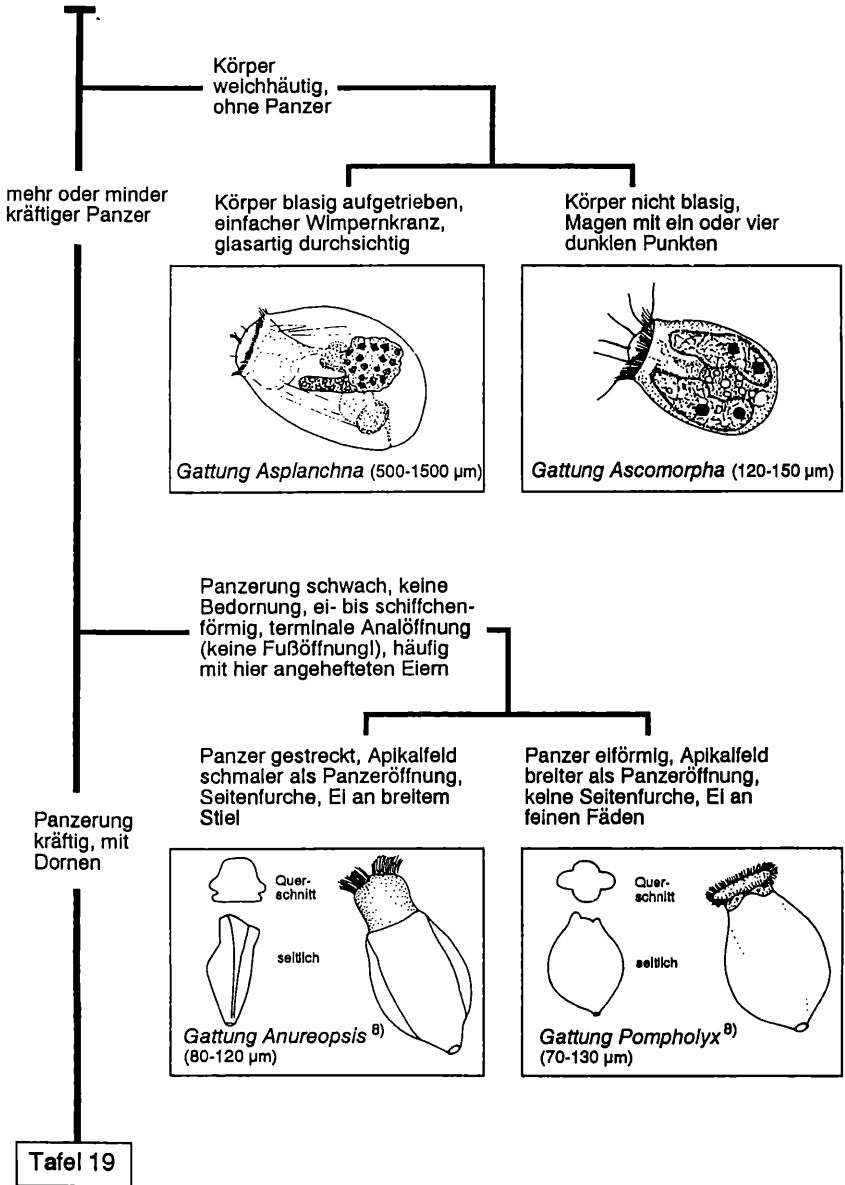


*Marituja pelagica*<sup>7)</sup> (80-160  $\mu\text{m}$ )

**Tafel 17: Rotatoria 1**

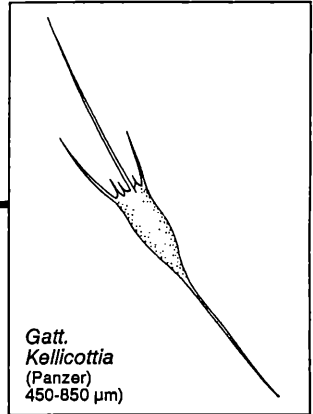


**Tafel 18: Rotatoria 2**

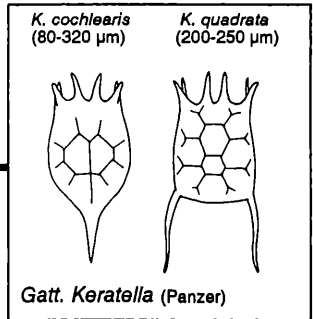


**Tafel 19: Rotatoria 3**

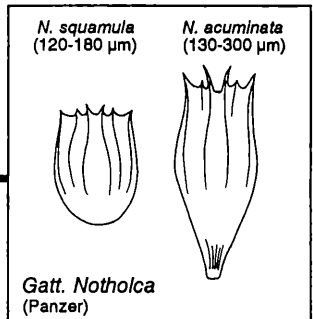
Dornen vorne und hinten sehr stark ausgezogen



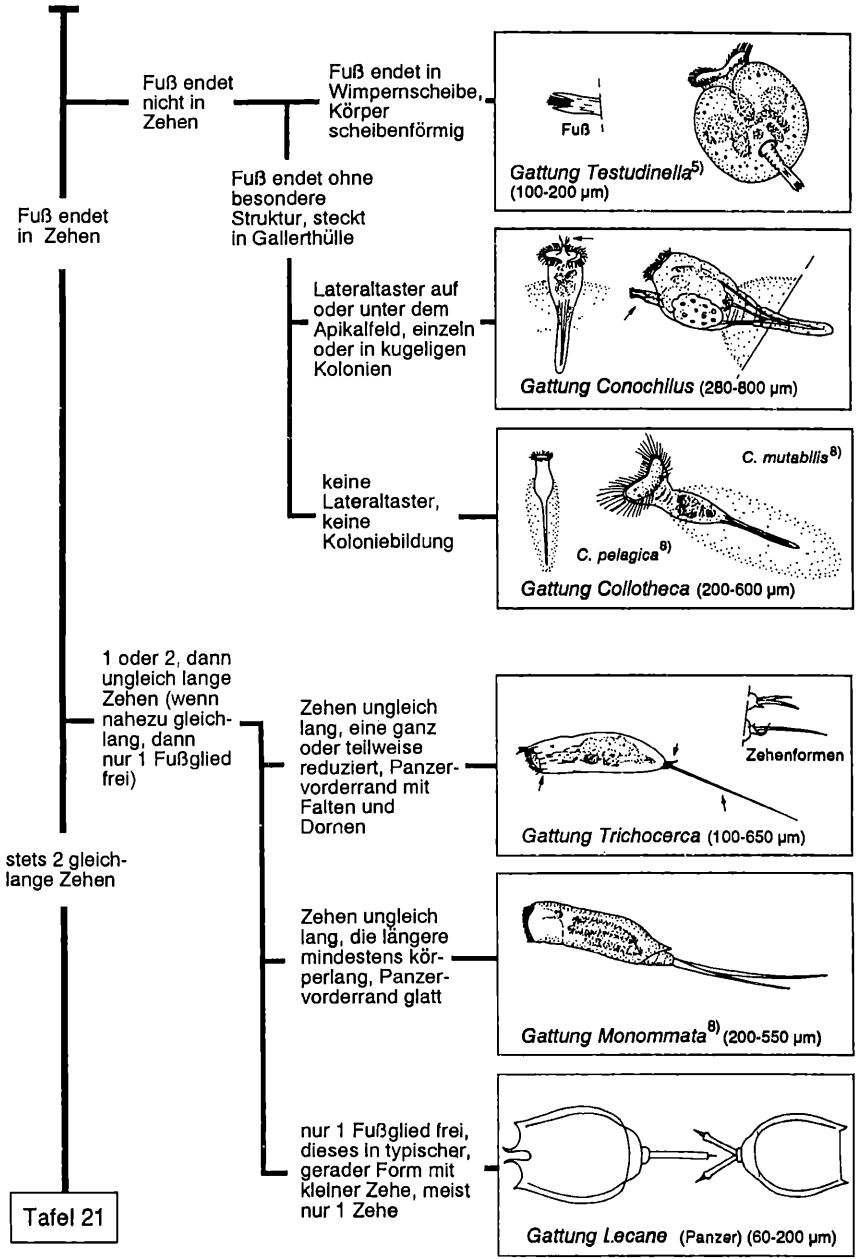
Panzer kräftig gefeldert, 6 Dornen am Vorderrand



Panzer nicht gefeldert, sondern zart längsgestreift, 6 Dornen am Vorderrand



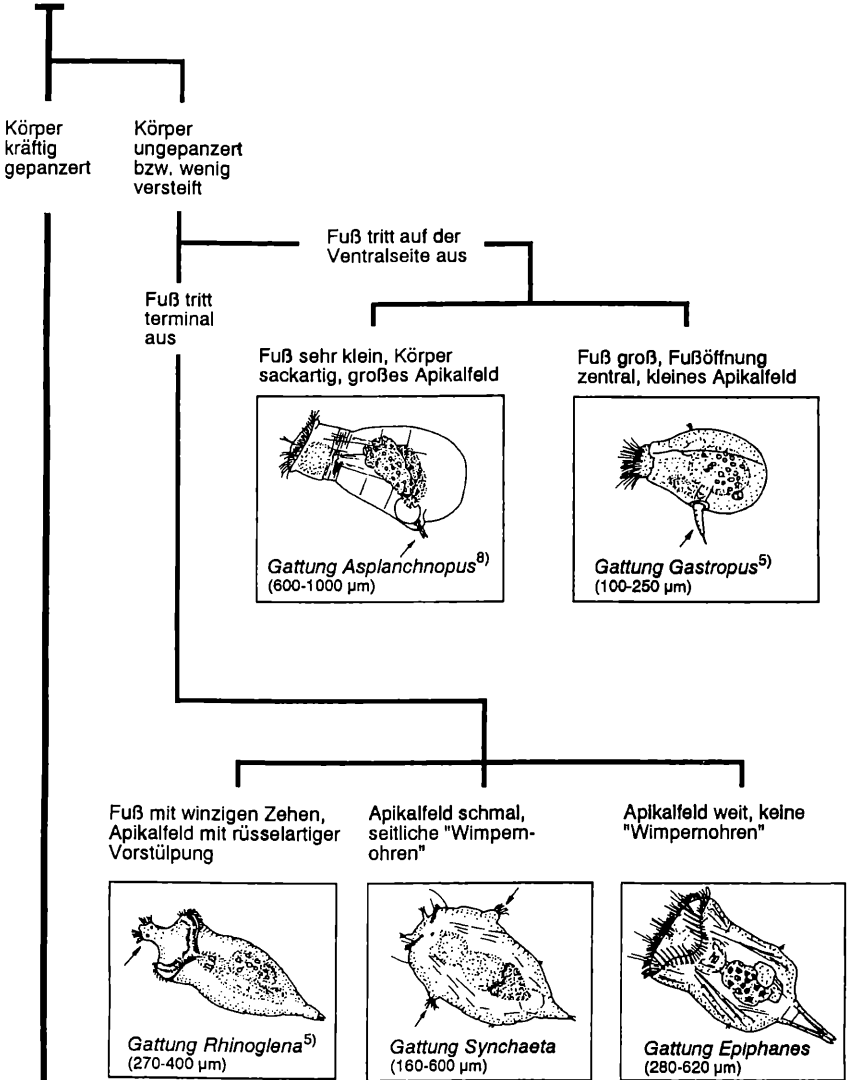
**Tafel 20: Rotatoria 4**



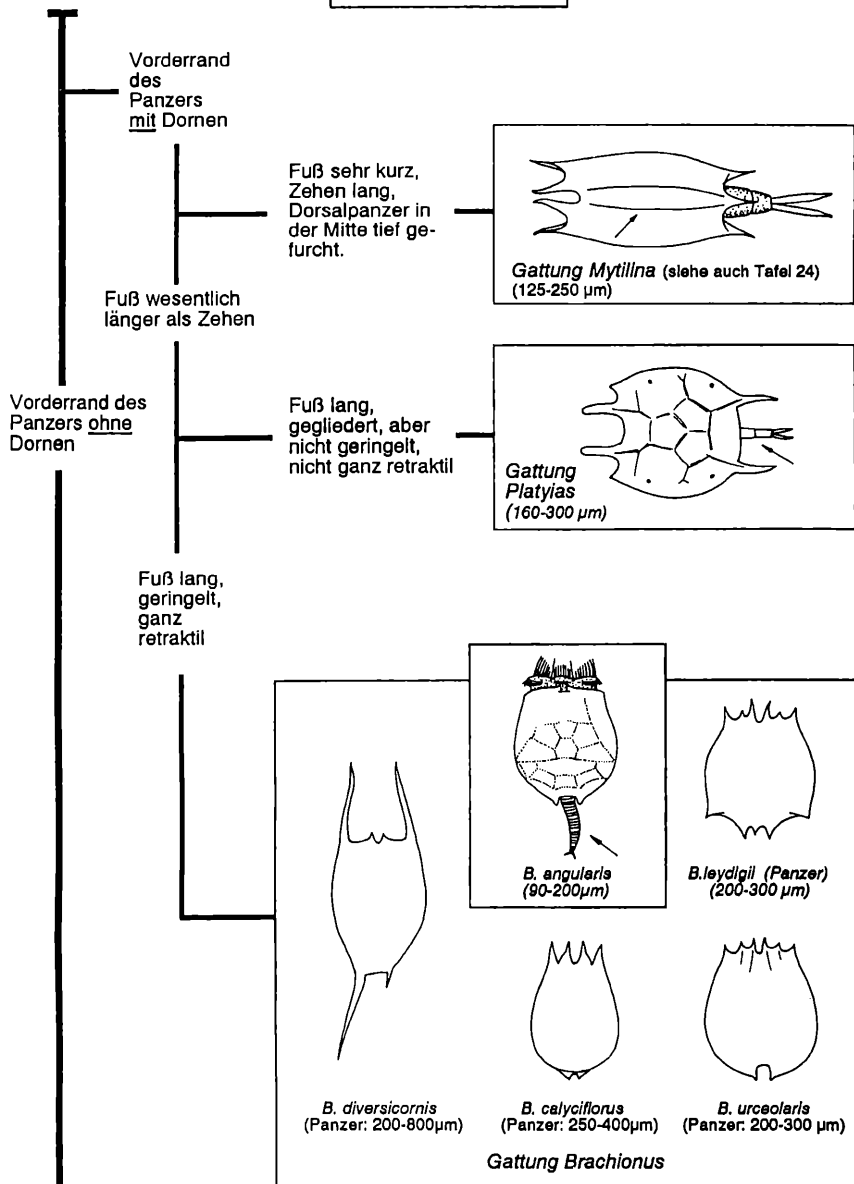
**Tafel 21**

*Gattung Lecane* (Panzer) (60-200 µm)

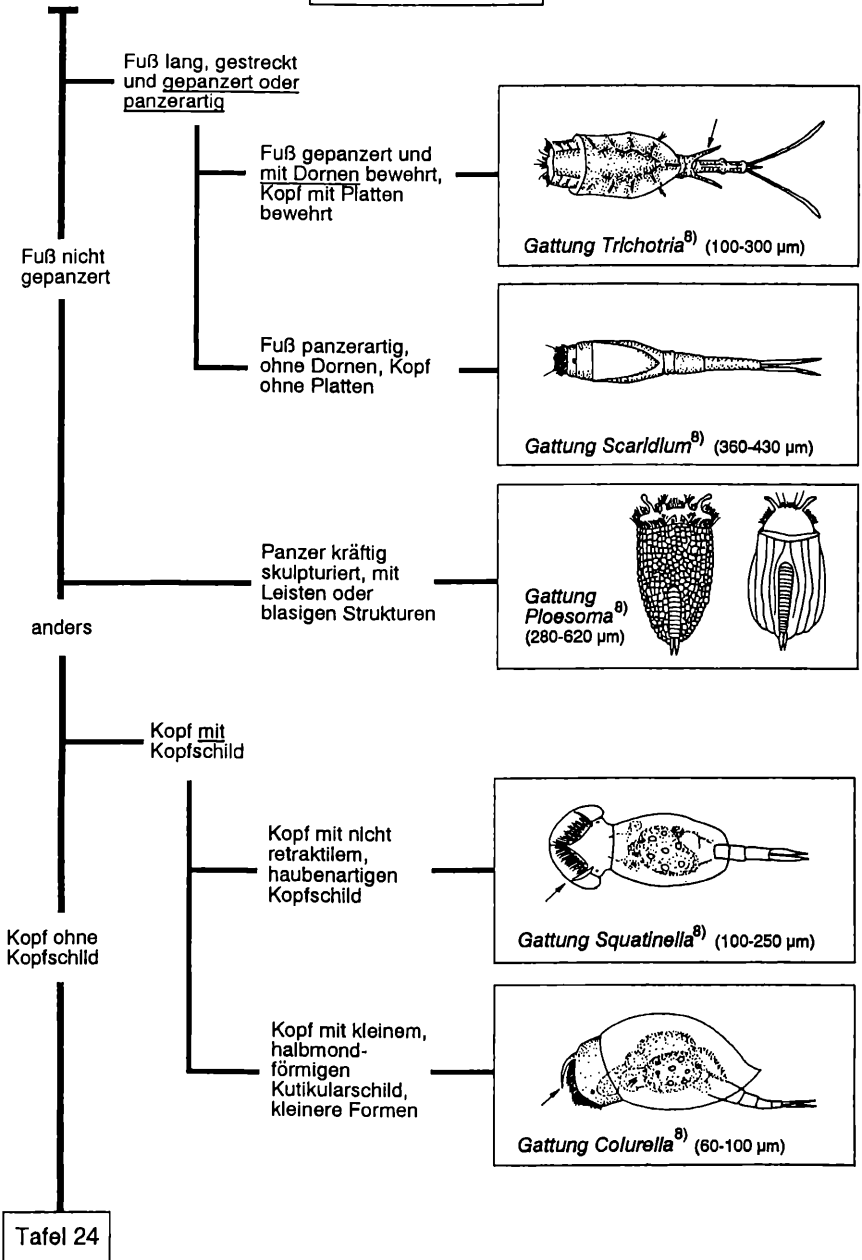
**Tafel 21: Rotatoria 5**



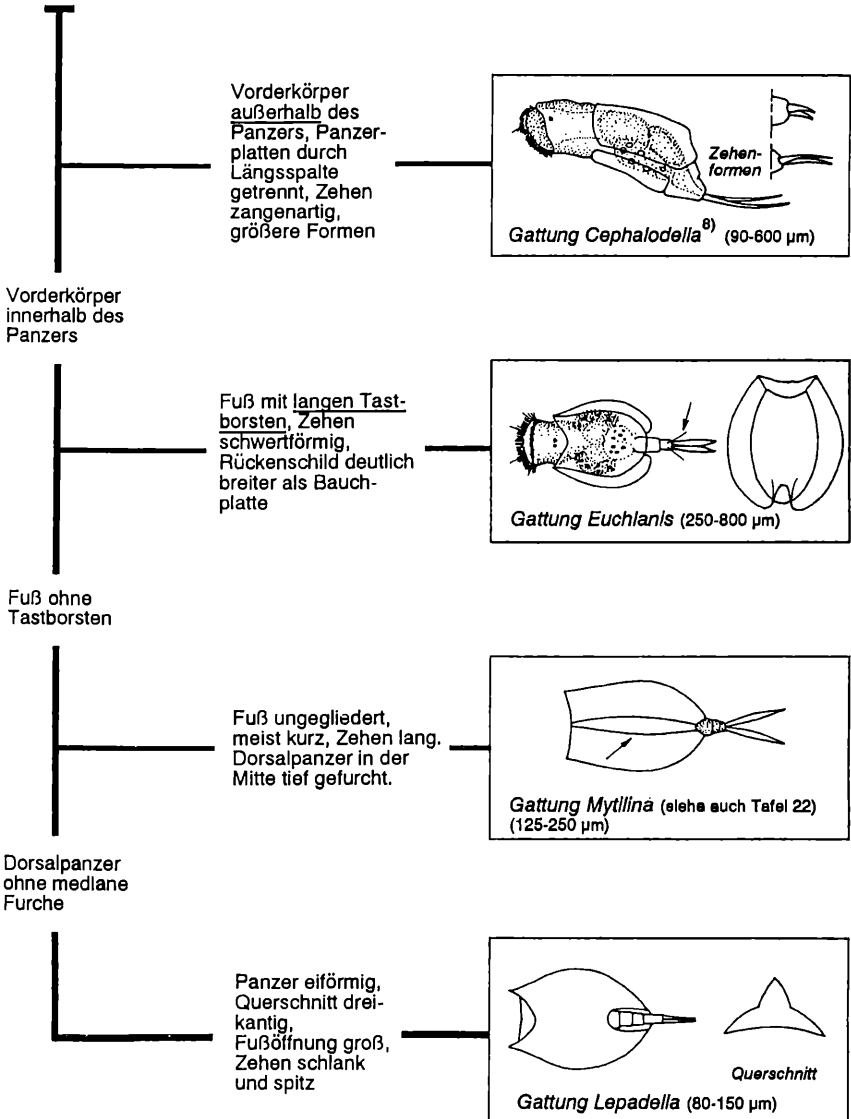
**Tafel 22: Rotatoria 6**



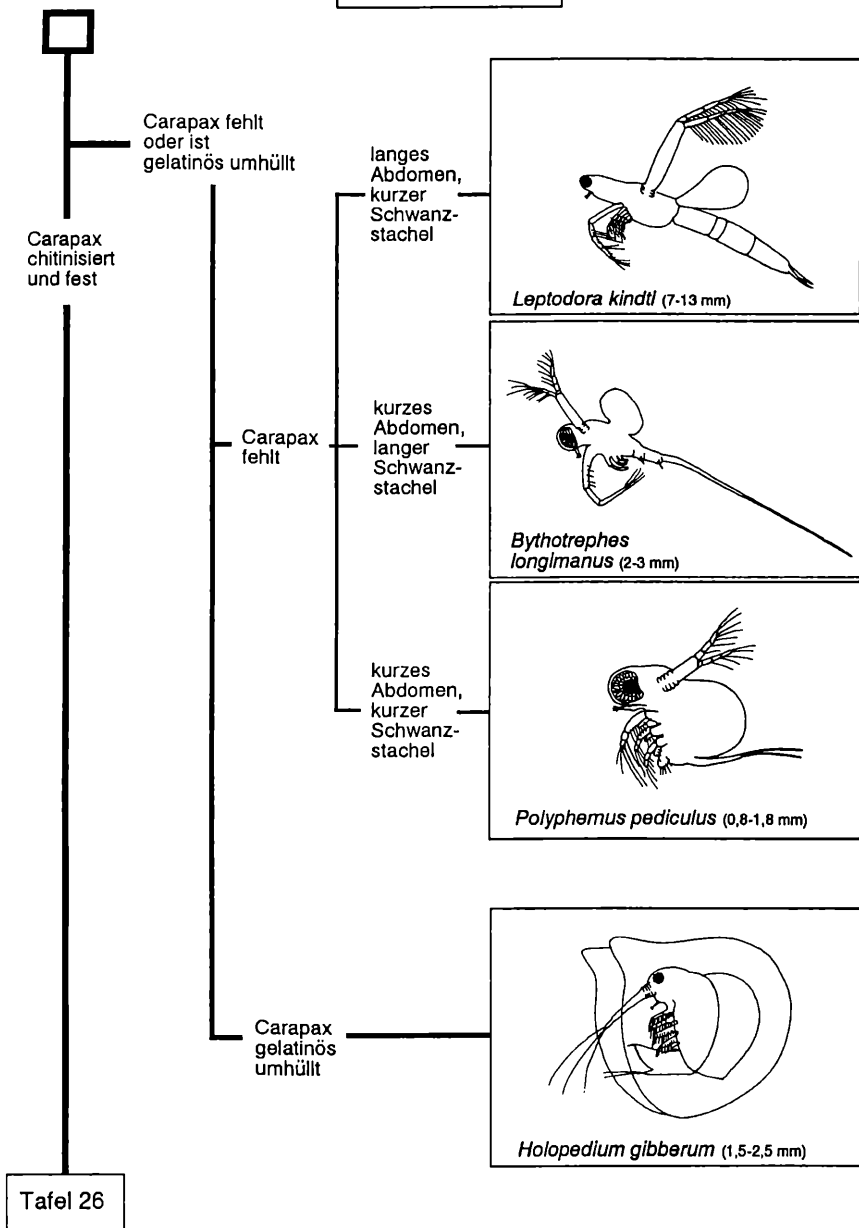
**Tafel 23: Rotatoria 7**



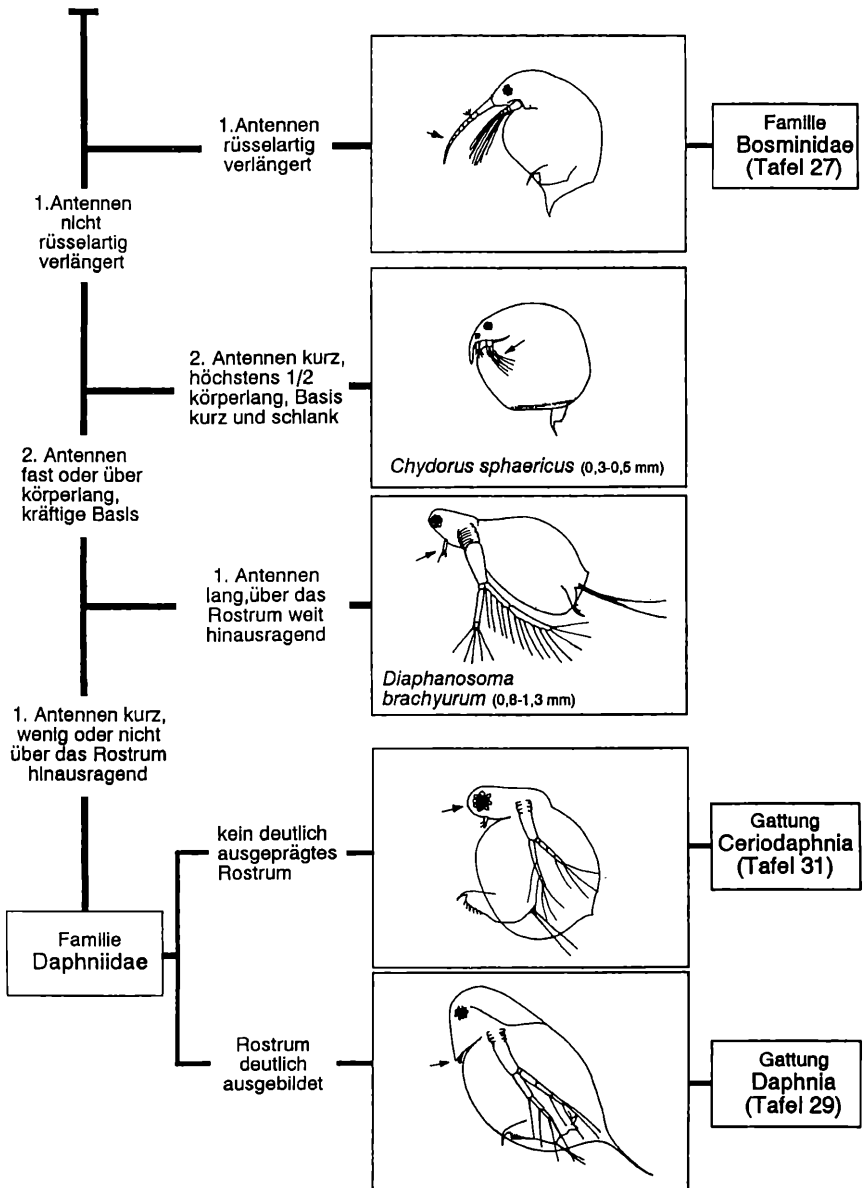
**Tafel 24: Rotatoria 8**



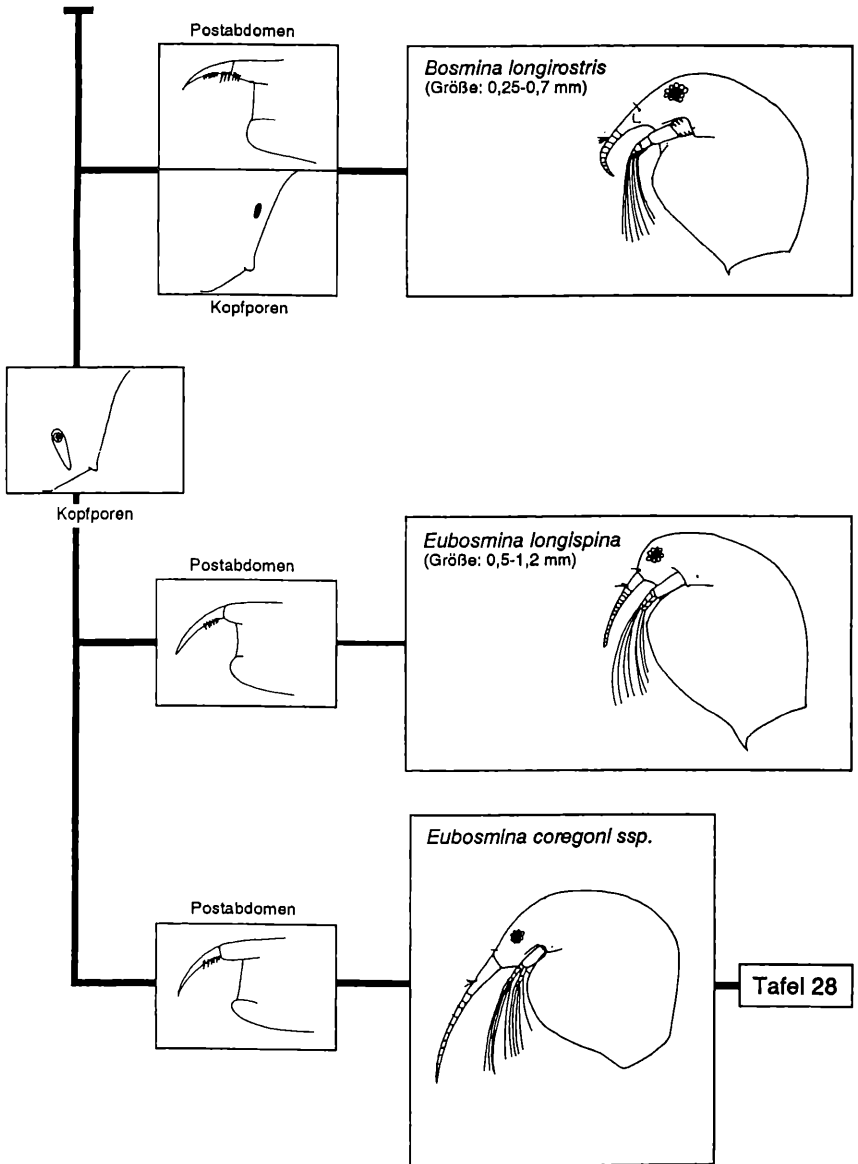
**Tafel 25: Cladocera**



**Tafel 26: Cladocera**



**Tafel 27: Cladocera 3**



**Tafel 28: Cladocera 4**

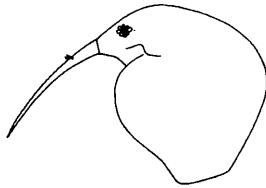
Ventro-kaudale Ecke des Carapax ohne Fortsatz (Mukro)

Dorsalrand gleichmäßig gerundet (auch Sommertiere)

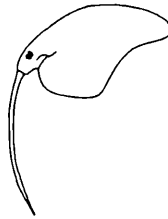
Buckelbildung nach hinten (Sommertiere)

Buckelbildung nach oben (Sommertiere)

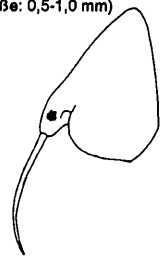
*Eubosmina coregoni coregoni (typica)*  
(Größe: 0,5-1,0 mm)



*Eubosmina coregoni thersites*  
(Größe: 0,4-0,8 mm)



*Eubosmina coregoni gibbera*  
(Größe: 0,5-1,0 mm)



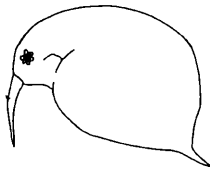
Ventro-kaudale Ecke des Carapax mit Fortsatz (Mukro)

Mukro deutl. nach hinten gerichtet, 1. Antennen kurz (Länge mit Mukro korrel.)

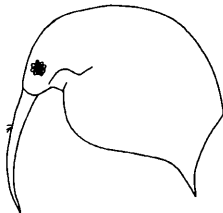
Mukro nach schräg-unten gerichtet, Übergang Carapax/Mukro fließend

Mukro nach schräg-unten gerichtet, Mukro von Carapax deutlich abgesetzt

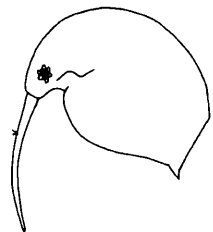
*Eubosmina coregoni berlinensis*<sup>9)</sup>  
(Größe: 0,5-1,0 mm)



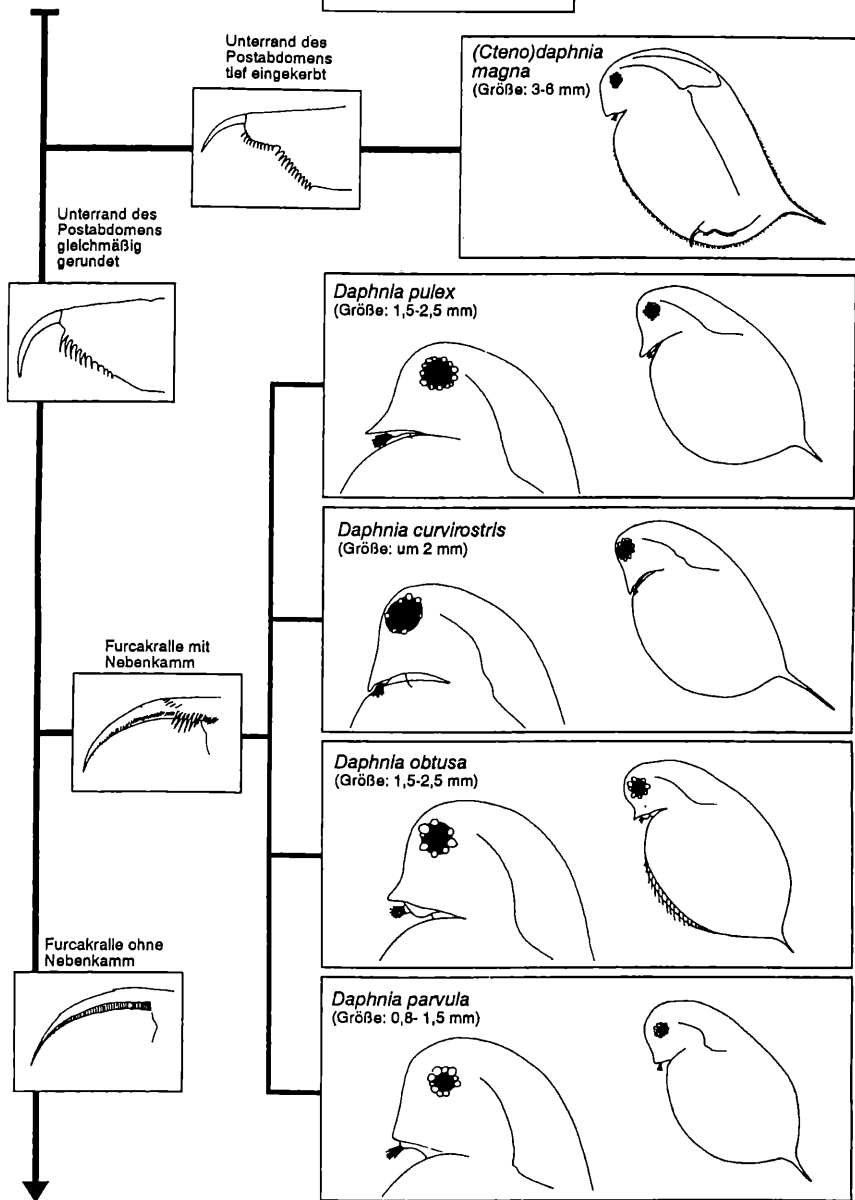
*Eubosmina coregoni longicornis*  
(Größe: 0,5-1,0 mm)



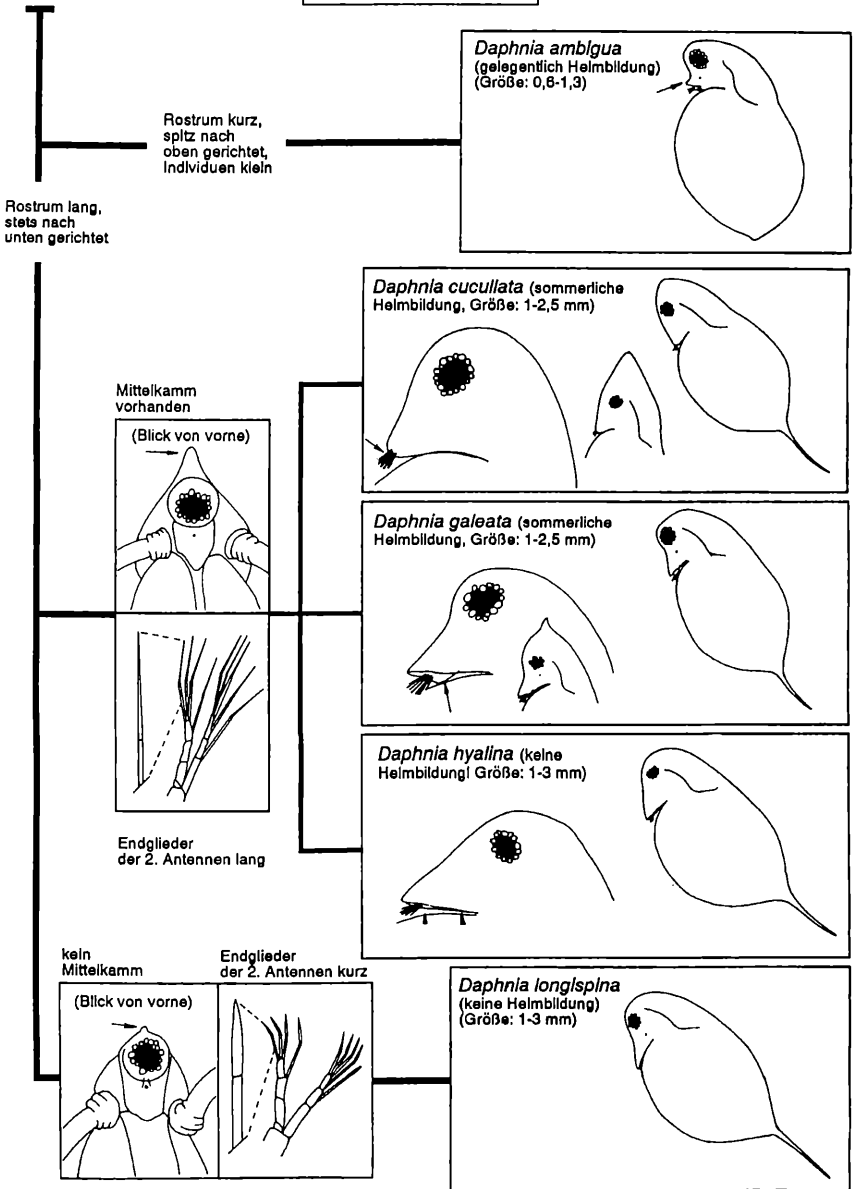
*Eubosmina coregoni kessleri*  
(Größe: 0,5-1,0 mm)



Tafel 29: Cladocera 5

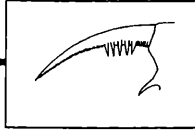


Tafel 30: Cladocera 6



**Tafel 31: Cladocera 7**

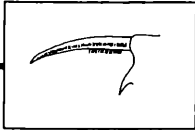
Furcakralle mit kräftigem  
Nebenkamm



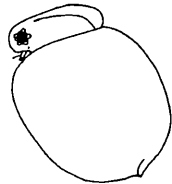
*Ceriodaphnia  
reticulata*  
(Größe: 0,5-1,5 mm)



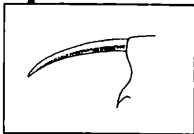
Furcakralle mit feinem,  
abgesetztem Nebenkamm



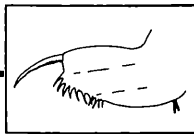
*Ceriodaphnia  
dubia*  
(Größe: 0,7-1,4 mm)



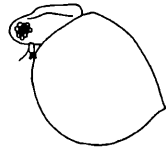
Furcakralle mit feinem  
oder ohne Nebenkamm



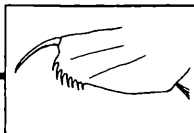
Bedornung des Post-  
abdomens gegenläufig



*Ceriodaphnia  
pulchella*  
(Größe: 0,4-0,9 mm)



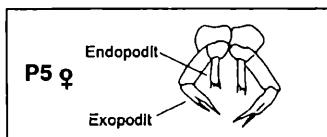
Bedornung des Post-  
abdomens einheitlich



*Ceriodaphnia  
quadrangula*  
(Größe: 0,6-0,9mm)



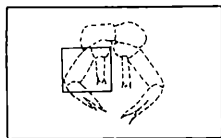
**Tafel 32: Copepoda 1, Calanoida**



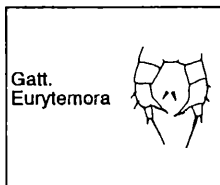
P5 mit Endopodit

P5 ohne Endopodit

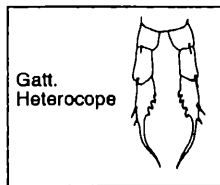
Fam. Diaptomidae



Exopodit mit zapfen-  
artigem Fortsatz  
nach innen

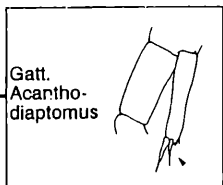
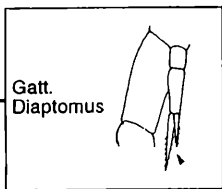


Exopodit ohne  
zapfenartigen  
Fortsatz



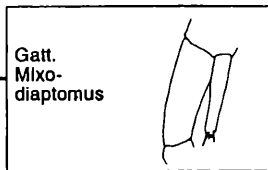
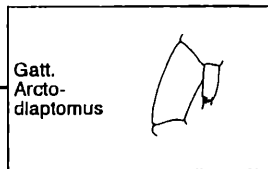
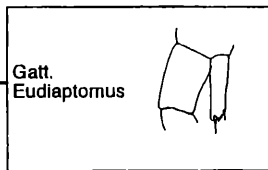
Enddornen des Endo-  
poditen kräftig und lang

Endopoditen wie in Abbildungen



Enddornen  
des Endopoditen  
zart und kurz

Endopoditen wie in Abbildungen



**Tafel 33: Copepoda 2, Cyclopoidea**

