

# Vorlesung: Spezielle Zoologie WS 2018/2019

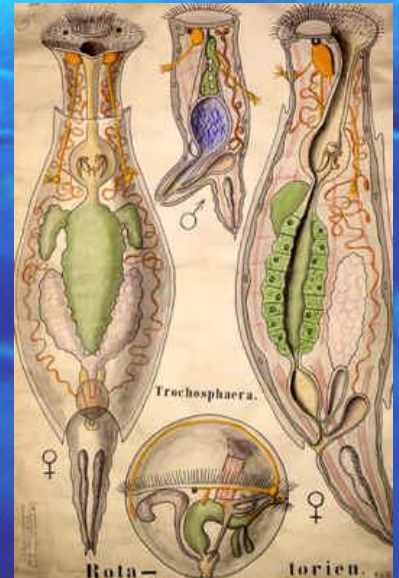
Modul: Zoologische Systematik und Artenkenntnis  
**Nemathelminthes**

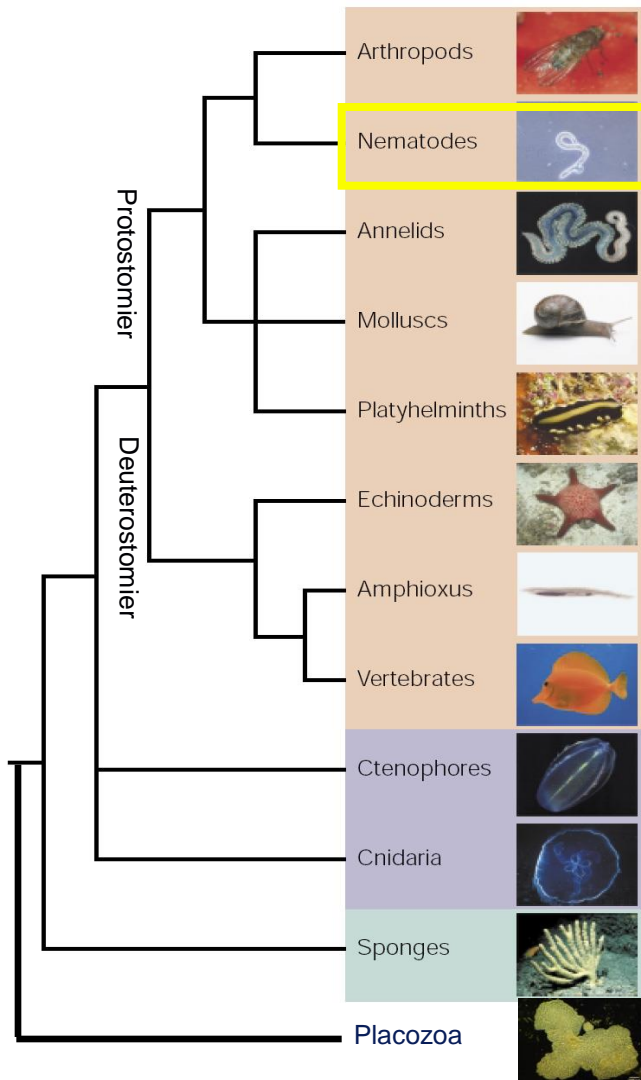


Dr. Wolfgang Jakob  
ITZ, Ecology & Evolution  
Bünteweg 17d  
D-30559 Hannover

Phone: +49 511-953 8481

Email: [wolfgang.jakob@ecolevol.de](mailto:wolfgang.jakob@ecolevol.de)





## Nemathelminthes Schlauchwürmer

Bilateria

(Triploblasten,  
höhere Tiere)



Campbell 1997

Diploblasten

**Stamm:** Nematelminthes (***Schlauchwürmer*** ca. 25.000 Arten)  
(auch Aschelminthes bzw. Rund- oder Hohlwürmer)



**Fadenwurm (Nematoda)**

*Caenorhabditis elegans*



**Priapswurm (Priapulida)**

*Priapulus caudatus*



Äußere Systematik:

Unterreich: Metazoa (Vielzelligen Tiere)

Abteilung: Eumetazoa (Gewebetiere)

Unterabteilung: Bilateria

ohne Rang: Urmünder (Protostomier)

Überstamm: Ecdysozoa

Stamm: Nematelminthes  
(Schlauchwürmer)

## Innere Systematik:

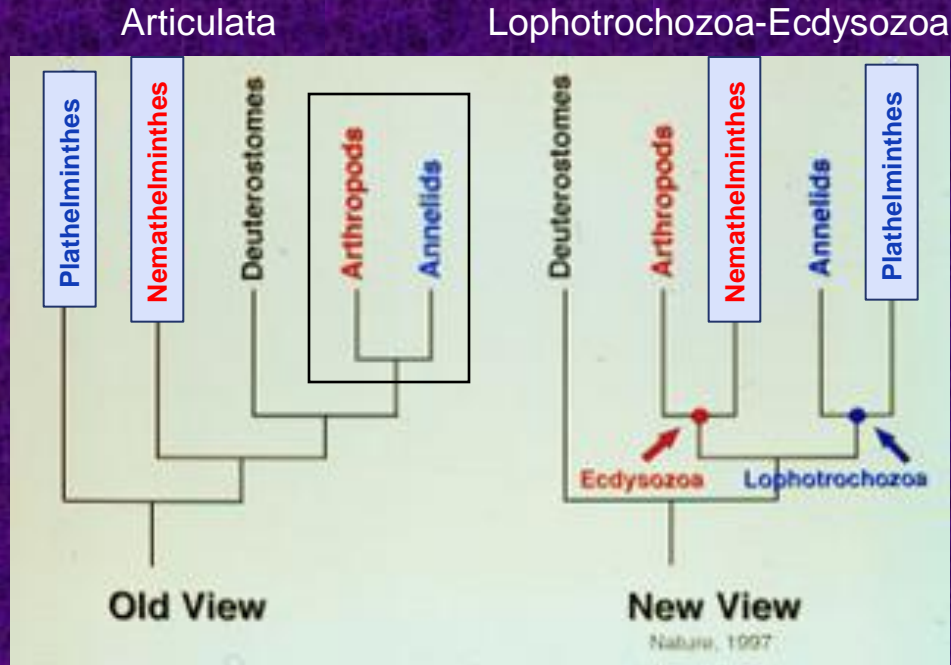
1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

# Bilateria (Triploblasten, höhere Tiere)

## 2 Konzepte

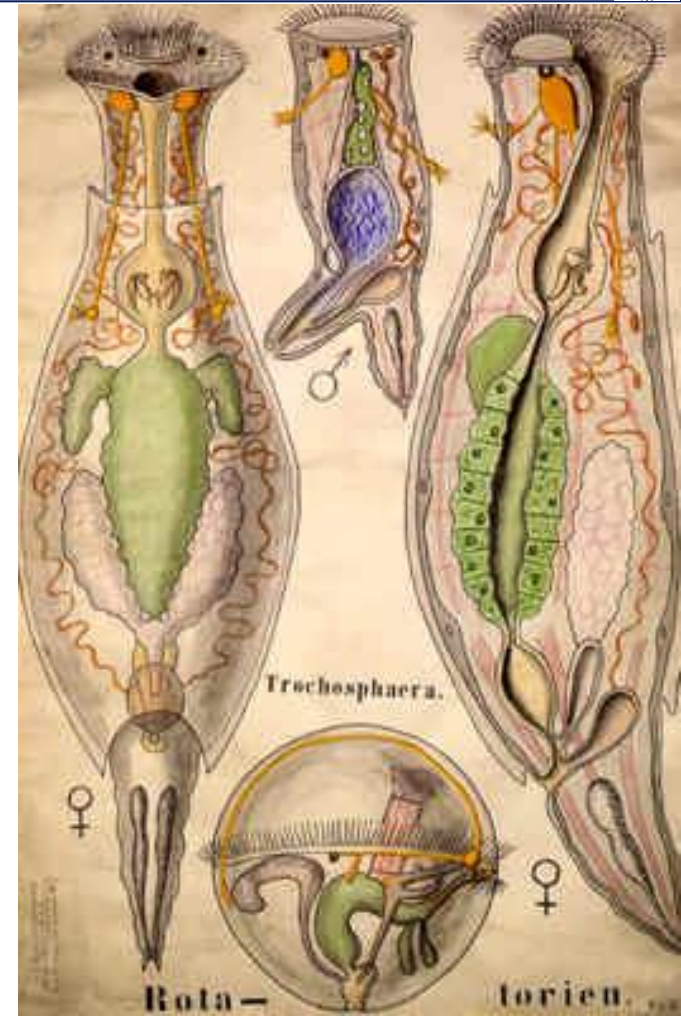


Lophotrochozoa:                      Tentakel- und Wimperträger (Mollusca, Annelida, Plathelminthes, Lophophorata, Trochozoa) Brachiopoda, u.a.)

Ecdysozoa:                              Häutungstiere (Arthropoda, Nemathelminthes, u.a.)

# Stamm: Nemathelminthes (**Schlauchwürmer**)

- >25.000 Arten
- viele endoparasitär
- Ubiquitär in fast allen Habitaten
- Zwitter und getrenntgeschlechtlich
- Keine vegetative Vermehrung
- Größe: wenige 50µm bis 8m Länge
- Schlauchförmiger Körper ohne Segmentierung
- Protonephridien zur Exkretion
- Vielfach Synzytien (Coenoblasten)
- Konstante Zellzahl in allen Geweben (Eutelie)
- Mund + After
- Hautmuskelschlauch + Darm
- Kein echtes Coelom → Pseudocoelom  
(Transport Nähr- und Abfallstoffe)



## Acoelomaten (Plathelminthes)

Ohne flüssigkeitsgefüllten Hohlraum zwischen  
Darm und Hautmuskelschlauch

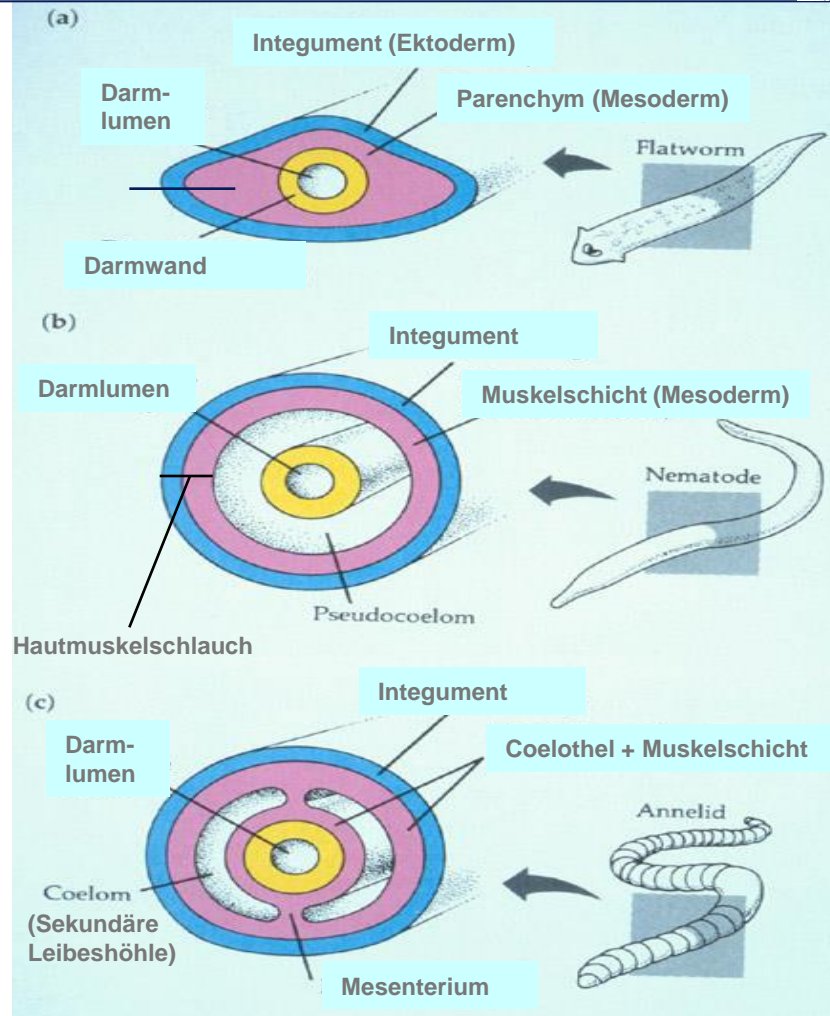
## Pseudocoelomaten (Nemathelminthes)

Sekundäre Leibeshöhle nur teilweise von  
mesodermalem Gewebe ausgekleidet

## (Eu-) Coelomaten

Sekundäre Leibeshöhle vollständig von  
mesodermalem Gewebe ausgekleidet

Blutgefäßsystem





## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

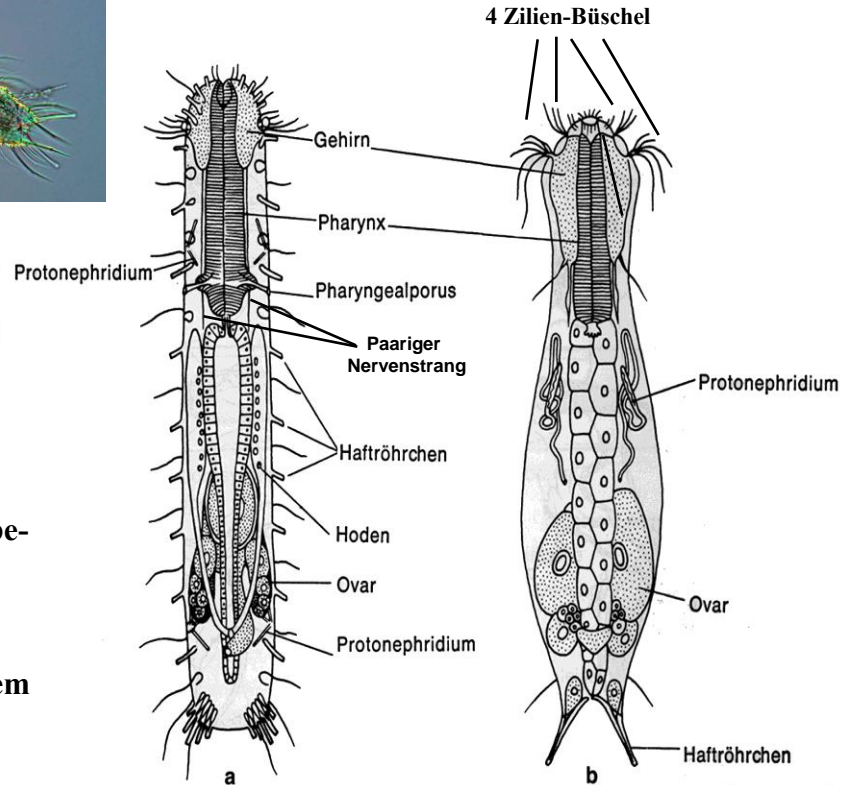
Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

## Gastrotricha



- ca. 450 Arten, aquatisch, weltweit
- Größe 60µm bis 1,5cm
- Fast ausschließlich simultane Zwitter
- Mono- oder bisexuelle Vermehrung
- Kein Larvenstadium, “Dauereier”
- Meiofauna; Paarige “Hafröhrchen” mit Klebe-Drüsen zur Anhaftung
- Bauchseite besetzt mit Zilien (Lokomotion)
- Körperoberfläche bestehend aus mehrkernigem Synzytium & Kutikula (Proteine, Chitin, Kalk)
- Nahrung: Algen, Bakterien, Protozoen & Detritus



Organisation der Gastrotricha. a. Macrodasysida, b. Chaetonotida. Ventralansicht. Nach Remane

Ordnung:  
*Macrodasysida* (Zwitter)

Ordnung:  
*Chaetonotida* (2-geschlechtlich)

## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

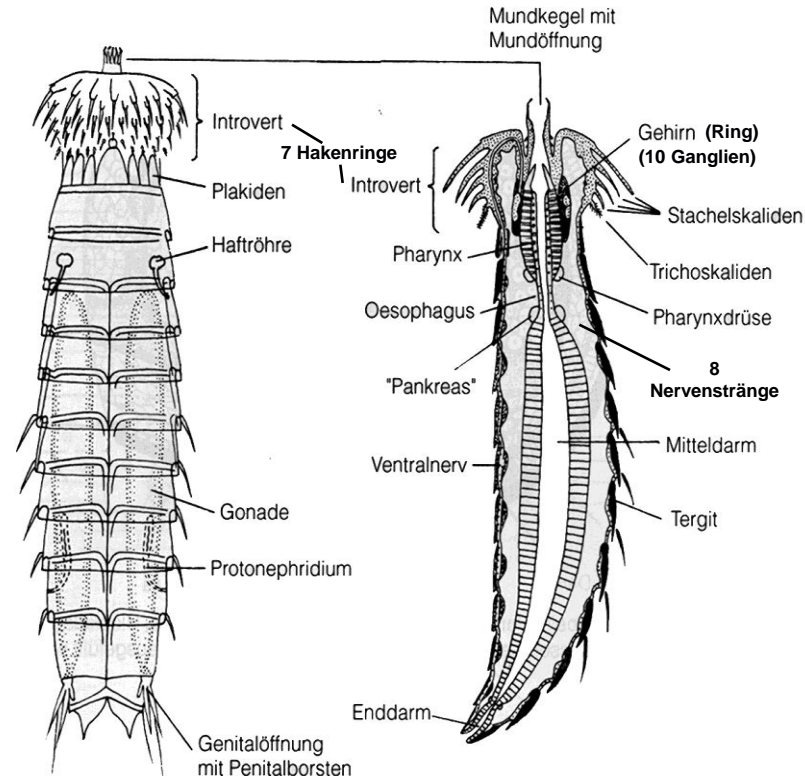
7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

## **Kinorhyncha**

(W. Reinhard, 1841)



- 250 Arten
- Größe 200µm bis 1mm
- Marin, hemisessil, in Sand & Schlamm (interstitial, Sandlückenfauna)
- Getrenntgeschlechtlich – große Biomasse  
bis 50.000 Ind./m<sup>2</sup>
- Häutung
- 3 Teile: Kopf (Introvert), Hals & Rumpf
- Rumpf: genau 11 Ringsegmente (Zonite)
- 2 paarige Protonephridien im 9. “Segment“
- Nahrung: Detritus und Kieselalgen



Ventralansicht

Sagittalschnitt



## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

# Stamm: Nemathelminthes (**Schlauchwürmer**), 3. Klasse: Korsettttierchen

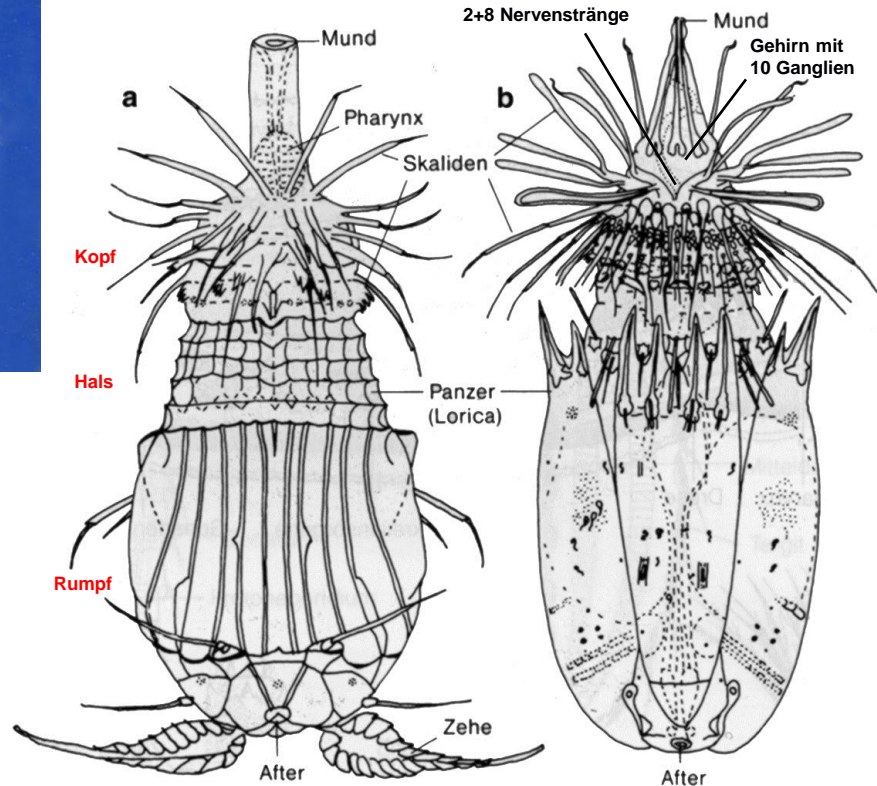
## Loricifera

*lorica* („Korsett“) & *ferre* („tragen“)



- 100 Arten, marin  
(400 – 8.500m Tiefe)
- Größe 100µm bis 500µm ...
- ... trotzdem bis zu 10.000 Zellen
- Erst 1983 entdeckt & beschrieben
- Physiologie, Ökologie & Entwicklung nahezu unbekannt
- Leben auf Sandkörner & Partikeln  
(Sandlückenfauna)
- Räuberisch oder Ectoparasiten
- Getrenntgeschlechtlich mit

Larvenstadium



Larve (Higgins-Larve)

Adultes Tier

Einzige Metazoen (3 Arten) die dauerhaft ohne O<sub>2</sub> leben können

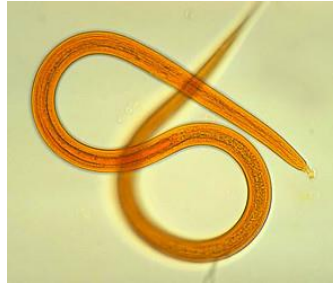
## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

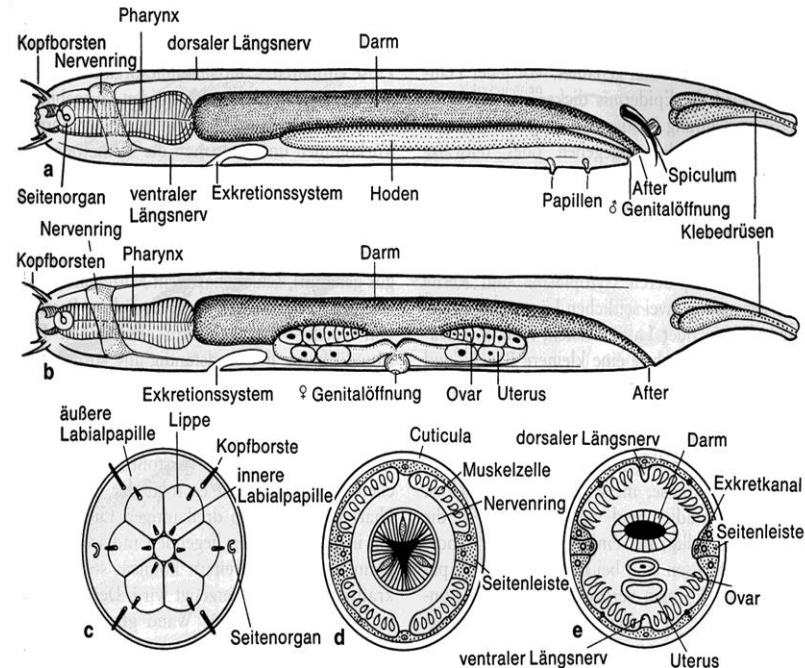
Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

## Nematoda



- 20.000 Arten, Experten → >500.000
- Größe 1mm bis 8m
- Individuenreichste Metazoen-Gruppe (>80%)
- In allen ökologischen Nischen
- Getrenntgeschlechtlich oder zwittrig
- Eutelie → *C. elegans* immer ~1000 Zellen
- Länglich, Ø rund, ohne Segmentierung
- Viele Parasiten (Tiere & Pflanzen)
- Körperhülle → Synzytium
- Atmung über Diffusion
- Ausgeprägte Längsmuskulatur



a) ♂ lateral

d) Querschnitt, neuronal

b) ♀ lateral

e) Querschnitt ♀

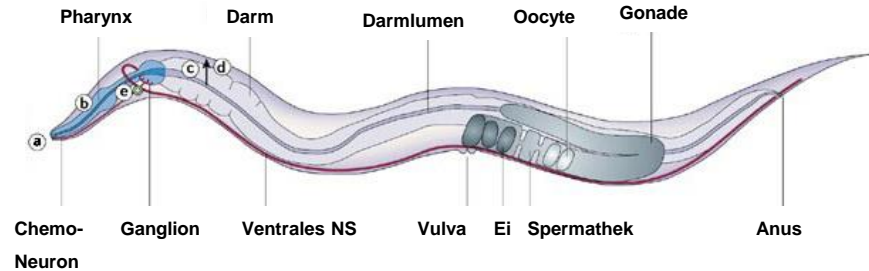
c) Vorderende, Aufsicht



## *Caenorhabditis elegans*

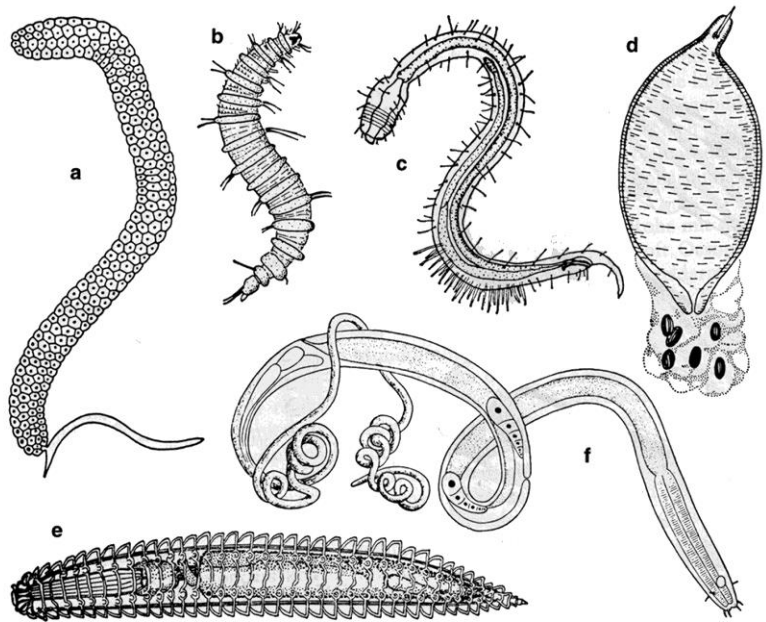
**Modellorganismus:** 1960er Jahren eingeführt durch den Entwicklungsbiologen  
**Sydney Brenner** (Nobelpreis für Medizin 2002)

- 1 mm lang und Ø 65 µm, transparent
- ♂♂ und “**Konsekutivzwitter**“
- **Eutelie:**  
jeder adulte Hermaphrodit genau 959  
jedes adulte ♂ genau 1031 **somatische Zellen**
- lebt im Boden gemäßigter Klimazonen
- ernährt sich von Bakterien & org. Substanz
- **einfache Kultivierung** auf Agarplatten, Bakterien  
als Nahrung (*E. coli*-Stämme: OP50 & HB101)
- NS als **Nervenring** und **dorsaler & ventraler Strang**  
aus exakt 302 Nervenzellen
- 1998 erstes sequenziertes Metazoon-Genom:  
6 Chromosomen;  
Genom + mtGenom 100.281.426bp & 23.217 Gene
- 300 Eier, aus denen die L1-Larven schlüpfen.  
Es folgen 3 weitere Juvenilstadien (J1, J2 und J3) in ca. 12h

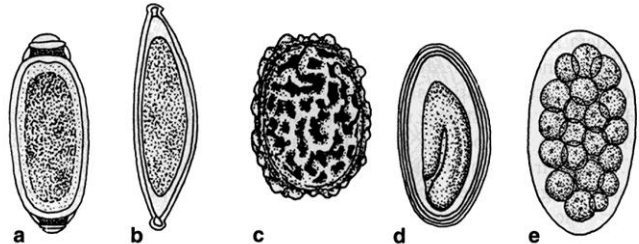


**Hohe Bauplan-Diversität:**

- a) *Sphaerularia*, ♀ mit ausgestülpter Vagina  
(Wand aus hexagonalen Epithelzellen)
- b) *Desmoscolex*, Lokomotion mit Borsten
- c) *Draconema*
- d) *Heterodera*, ♀ mit freigegebenen Eiern
- e) *Criconema*
- f) *Trefusia*



- a) Trichuride (*Capillaria*)
- b) Oxyuride (*Syphacia*)
- c) Ascaride (*Ascaris*)
- d) Oxyuride (*Enterobius*)
- e) Strongylide (*Strongylus*)

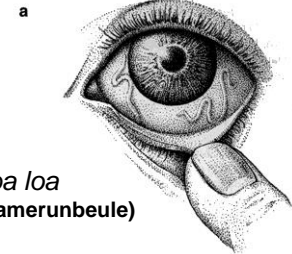
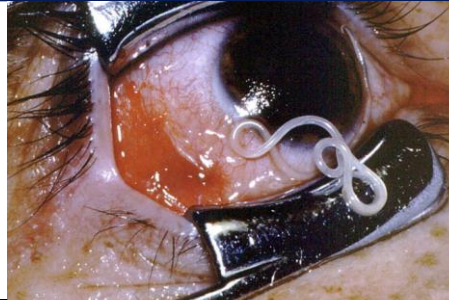


Nematoden-Eier

## Humanpathogene Nematoden:

**Wanderfilarie** - Im Bindegewebe des Auges  
West- & Zentralafrika (leben im Unterhautfettgewebe)

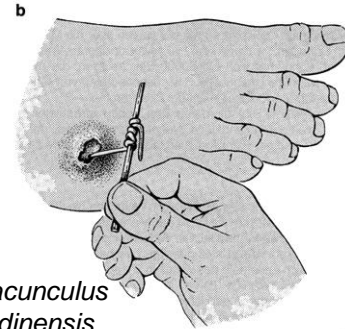
- Übertragung durch Bremsen  
(Verbreitung der Larven als Mikrofilarien)



*Loa loa*  
(Kamerunbeule)

### Medinawurm

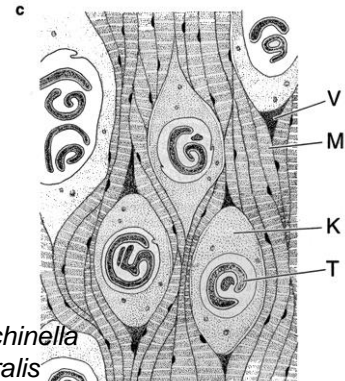
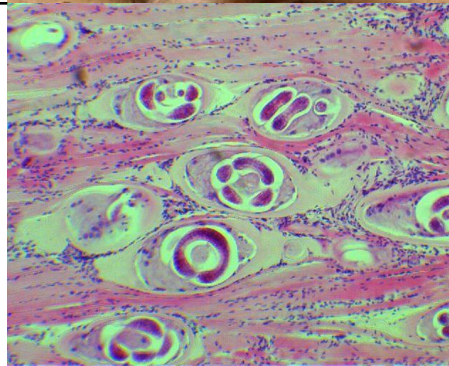
- ♀ bis zu 1m Länge
- Infektion über Trinkwasser  
(Wurmlarven in Krebsen der Gattung Cyclops)
- ♀ im Bindegewebe der Extremitäten
- Enlässt Larven ins Wasser durch die Haut



*Dracunculus medinensis*

### Trichinen

- (Trichinellose)
- Weltweite Verbreitung → z.B. Schwein
  - Zysten entwickeln sich im Dünndarmepithel zum Wurm → Paarung
  - Larven (Muskel), Wurm (Darm)
  - Mensch Fehlwirt, Verkapselung



*Trichinella spiralis*

## Humanpathogene Nematoden:

### Elephantiasis

- ♀ bis 10cm Länge, nur  $\varnothing$  300 $\mu$ m
- Übertragung durch Moskitos (*Culex*, *Anopheles* & *Aedes*)
- Larven (Massenvermehrung) in den Gefäßlumen der Lymphe
- Verstopfung der Lymphkapillaren
- extreme Schwellung von Extremitäten, Genitalien, Brust usw.



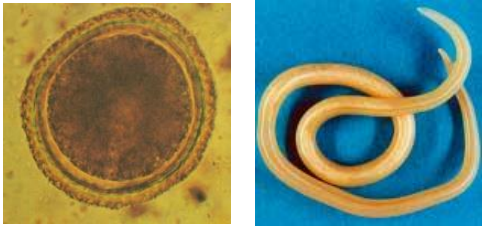
*Wuchereria bancrofti*



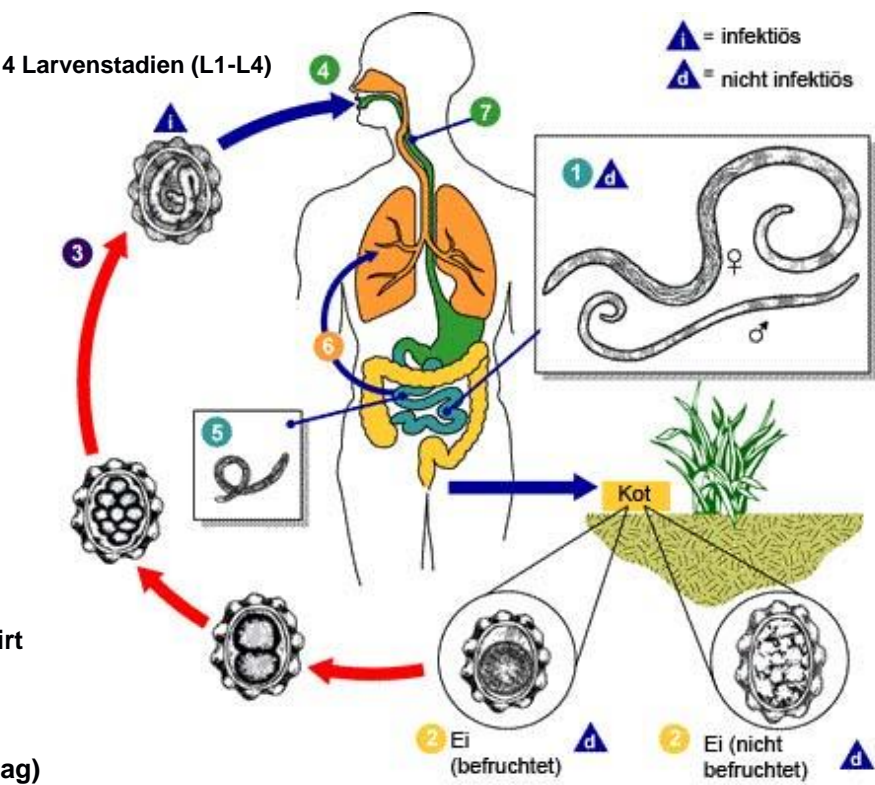


**Humanpathogene Nematoden:**

**Spulwürmer**



- ♀ bis 40cm Länge, nur Ø 5mm
- Getrenntgeschlechtlich, ohne Zwischenwirt
- Weltweite Verbreitung
- Lebt im Darm seines Wirts (200.000 Eier/Tag)
- Übertragung über Kot



## Innere Systematik:

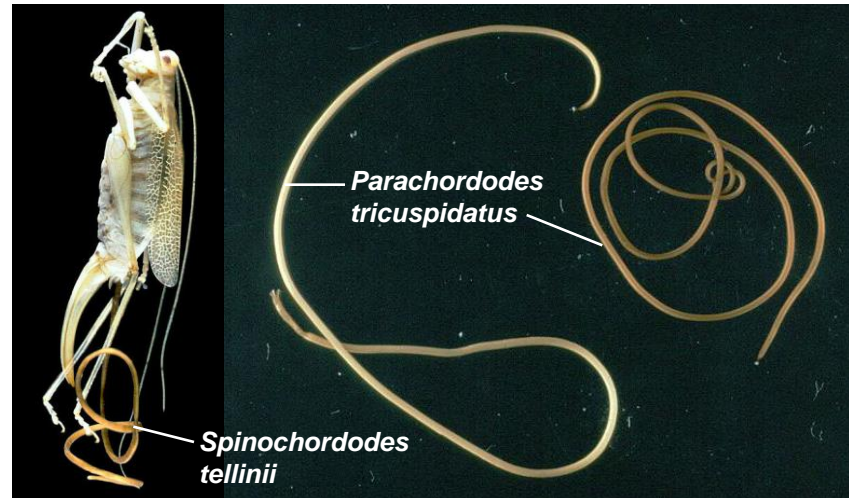
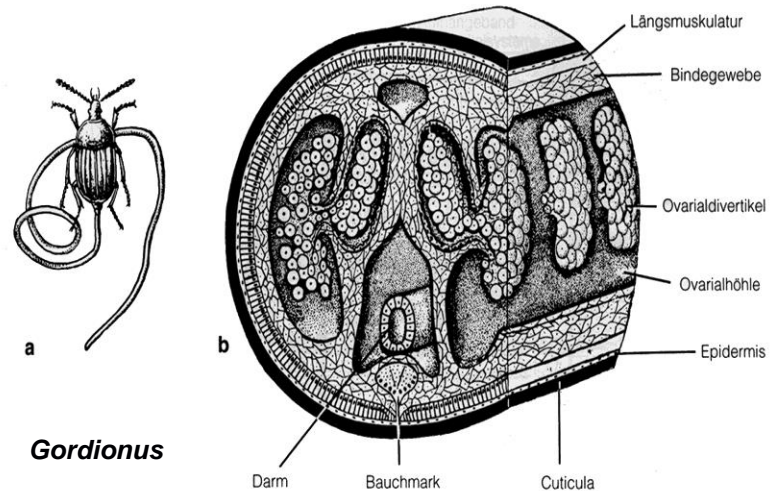
1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

## Nematomorpha

- ca. 400 Arten, aquatisch
- Länge bis 2 Meter, Breite 500µm bis 3mm
- Kosmopolit, 100 Arten in Europa
- Parasiten (Larve) meist in Arthropoden
- Ein oder mehrere Wirte
- Lebenszyklen meist mit Larve
- Kein Lebenszyklus vollständig bekannt
- Larven nicht nur in aqu. Arthropoden
- Adulten verlassen Wirt zur Paarung (durch Darm oder Gelenke)
- Adultus keine Nahrungsaufnahme



## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

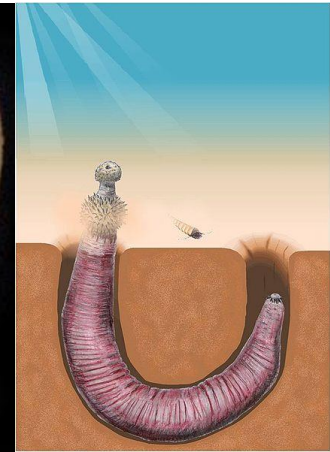
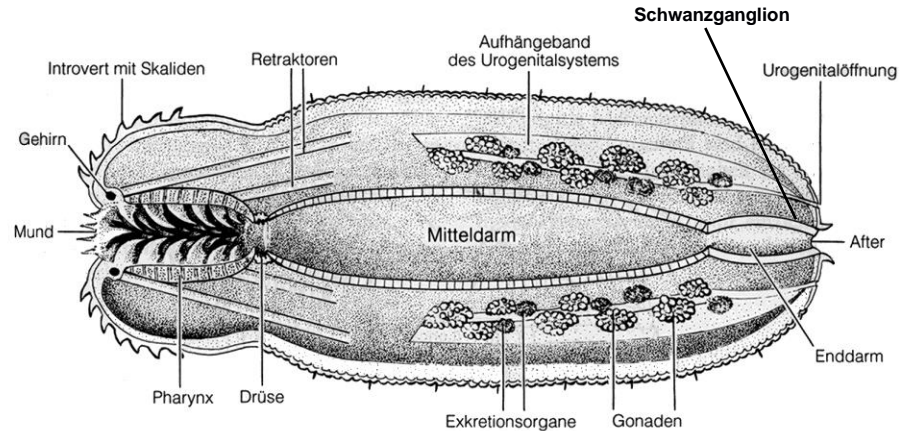
Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten



## Priapulida

- 15 Arten, marin & benthisch
- Größe 500µm bis 40cm
- Getrenntgeschlechtlich
- Oft räuberisch von Wirbellosen oder von organischem Material
- Introvert + Rumpf (30 bis 100 Ringe) nicht segmentiert
- Körper bedeckt von Chitindornen (Skaliden)
- Nur ventraler Nerv ohne Ganglien



## Innere Systematik:

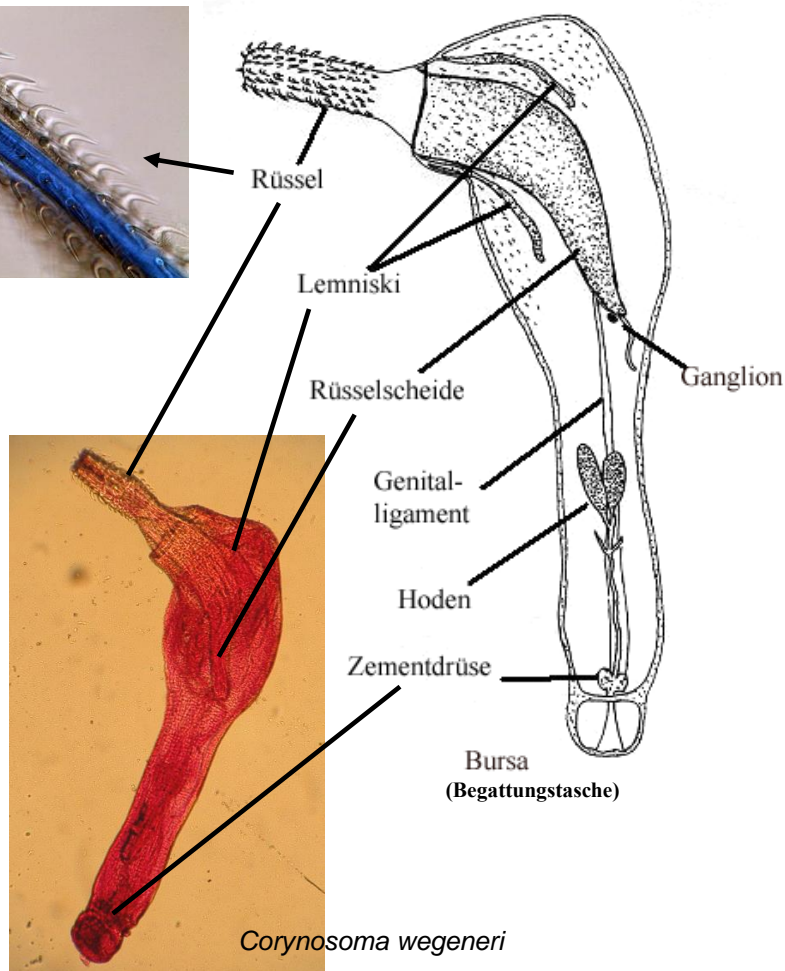
1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

## Acanthocephala

- ca. 1.100 Arten
- Getrenntgeschlechtlich
- Endoparasiten in Vertebraten
- Größe 1,5mm bis 70cm
- Darmparasiten mit obligatorischem Wirtswechsel
- Zwischenwirte aquatische & terrestrische Athropoden
- ♂ schließen ♀- Genitalporus nach der Kopulation mit Klebsekret
- Darmlos; Nahrungsaufnahme über Tegument  
(Kanalsystem in der Außenhaut)
- Prosoma + Metasoma
  - ↓
  - Rüssel & Hals
- ↓
  - Rumpf





**Blaufisch** (*Pomatomus saltatrix*)



*Pomphorhynchus*



**Infektion & Darmperforierung (durch Verankerung)  
außerhalb des Fischdarms erkennbar**



***Rhadinorhynchus spec.*;  
Darmperforierung durch Verankerung des Rüssels**



## Innere Systematik:

1. Klasse: Bauchhärlinge oder Flaschentierchen, (Gastrotricha), ca. 450 Arten
2. Klasse: Hakenrüssler (Kinorhyncha), ca. 250 Arten
3. Klasse: Korsetttierchen (Loricifera), ca. 100 Arten
4. Klasse: Fadenwürmer (Nematoda), > 20.000 Arten
5. Klasse: Saitenwürmer (Nematomorpha), ca. 400 Arten
6. Klasse: Priapswürmer (Priapulida), ca. 15 Arten

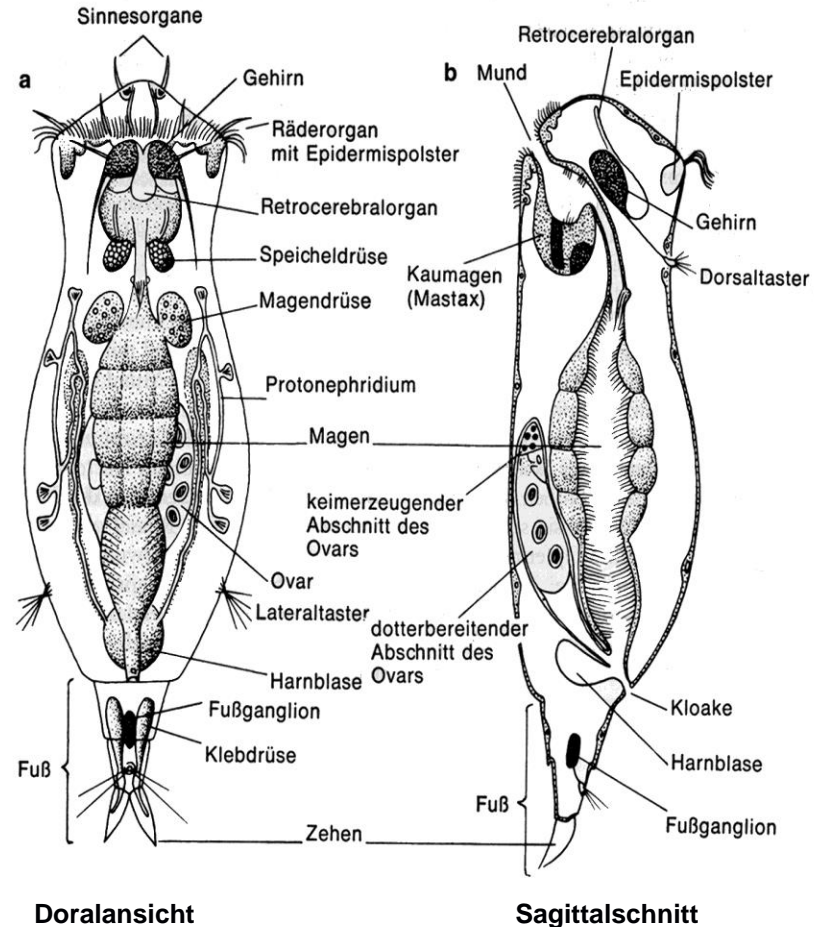
Systematik unklar: neuerdings auch Kiefermündchen (Gnathostomulida)

7. Klasse: Kratzwürmer (Acanthocephala), ca. 1.100 Arten
8. Klasse: Rädertierchen (Rotatoria, Rotifera), ca. 2.000 Arten

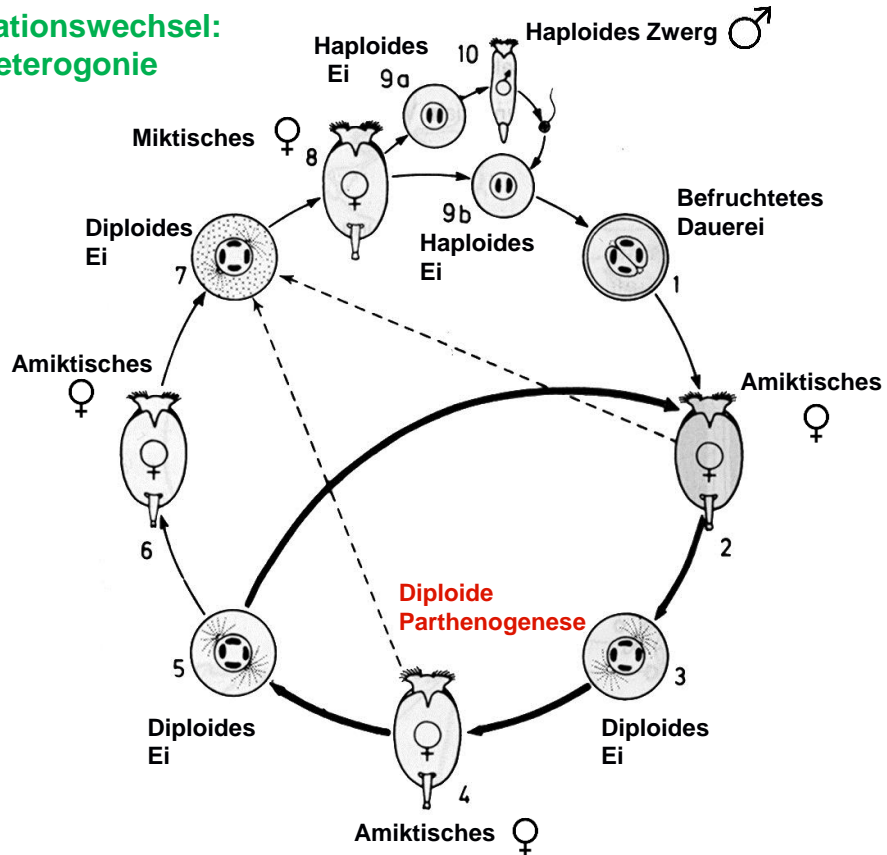
## Rotatoria



- ca. 2.000 Arten
- Eutelle
- marin, limnisch, im Bodensubstrat u.a.
- an Pflanzen festsitzend, freischwebend im Wasser oder Detritus (totes Substrat)
- Größe 50µm bis 2mm
- In Mundöffnung bewegliche Wimpernkranze (Räderorgan)
- Körper dreigeteilt:
  1. Kopf mit Räderorgan - zwei Wimpernkranzen (Fortbewegung & Einstrudeln von Nahrungsteilchen)
  2. Rumpf - Cuticula, gepanzerte Rumpf
  3. Fuß - zwei Anhänge mit Klebdrüsen, zum Festheften am Untergrund



## Generationswechsel: Heterogonie



- Massenvermehrung der ♀ durch diploide Parthenogenese bei guten Bedingungen
- Bildung haploider Zwerg ♂ → Bisexuelle Vermehrung bei schlechten Bedingungen

**Fam.: Bdelloidea**



- limnisch, freischwimmend & kriechend
- Keine Männchen
- 2 paarige Gonaden pro Individuum
- Ausschließlich Parthenogenese



A wide-angle photograph of a calm ocean under a vast blue sky. On the left side, a vibrant rainbow arches over the water, its colors transitioning from yellow at the top to red at the bottom. The sky is filled with soft, white clouds. The water is a deep blue with gentle ripples. The text "Thank you!" is centered in the middle of the image.

Thank you!