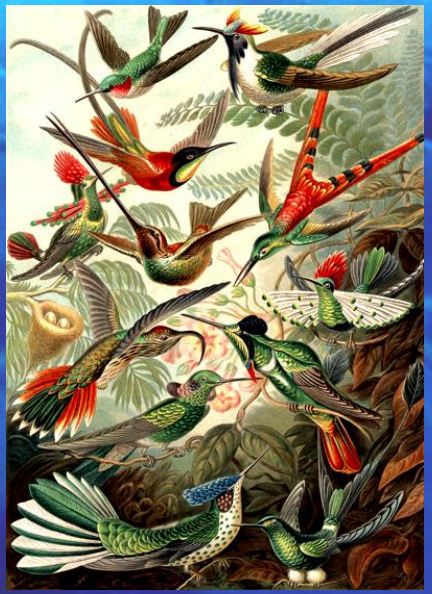
Vorlesung:
Spezielle Zoologie
WS 2017/2018

Modul: **Zoologische Systematik und Artenkenntnis**

Chordata

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

Phone: +49 511-953 8481
Fax: +49 511-953 8485
Email: wolfgang.jakob@ecolevol.de



Spezielle Zoologie - WS 2017/2018

Leistungsnachweise:

1. Wöchentliche Vorlesung
   Spezielle Zoologie - Die Stämme des Tierreichs, Mo., 14:15 - 15:45 Uhr
   www.ecolevol.de **Username: student - Passwort: aspera**

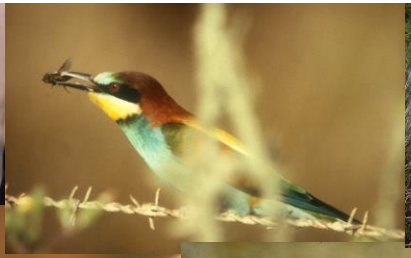
2. Wöchentliches Praktikum + Kurzreferat
   Zoologische Bestimmungsübungen Mi., 13.00-18.00Uhr

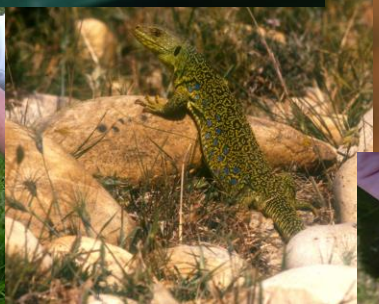
3. Klausur: 22.01.2018, **14.15 Uhr** **(Prüfungsleistung)**
   Wiederholungsklausur: 19.03.2018, **14.15 Uhr**

4. 2 Halbtags-Exkursionen im Freiland (SS 2018)

Ökologische Exkursion SS 2018

“Crau – Camargue – Mittelmeer” (Südfrankreich)

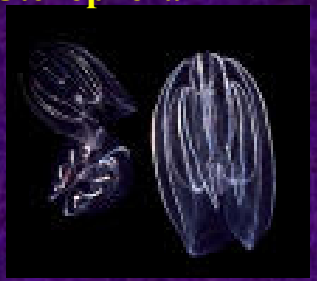




Bauplan-Diversität im Tierreich

Wie kann aus einfachsten Lebensformen die unendliche Formenvielfalt und Komplexität der Natur evolvieren?

Ctenophora



Platyhelminthes

Porifera

Chordata

Echinodermata

Mollusca

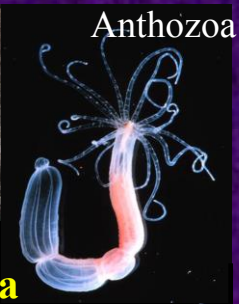
Arthropoda

Placozoa

Trichoplax

Scyphozoa

Anthozoa



Cnidaria

Cubozoa

Hydrozoa

Arthropods
Nematodes
Annelids
Molluscs
Platyhelminths
Echinoderms
Amphioxus
Vertebrates
Ctenophores
Cnidaria
Sponges
Placozoa

Protostomier
Deuterostomier

Eumetazoa

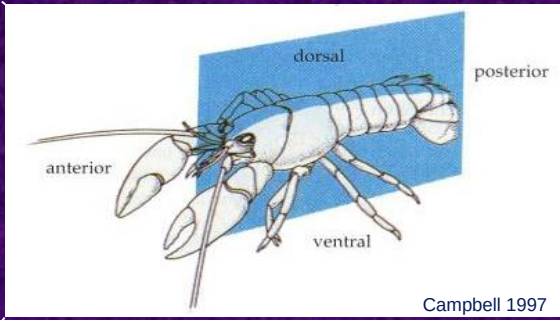
Bilateria

(Triplo-
blasten,
höhere
Tiere)

Diploblasten

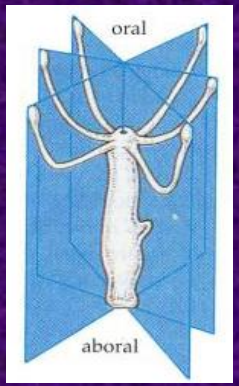
Parazoa

Anzahl Körperachse (n) ?



Campbell 1997

3 Keimblätter



2 Keimblätter

?

Arthropods

Nematodes

Annelids

Molluscs

Platyhelminths

Echinoderms

Amphioxus
(Schädellosen)

Vertebrates

Ctenophores

Cnidaria

Sponges

Placozoa

Protostomier

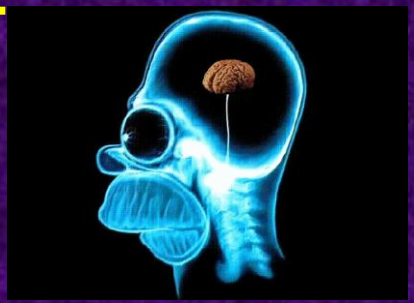
Deuterostomier

Bilateria

(Triploblasten,
höhere Tiere)

Campbell 1997

Chordata
Chordatiere



Diploblasten

Vergleich von Genomen

Organismus	Genomgröße (BP)	Gene	Gendichte *
λ-Phage	5×10^4 (50.000 BP)		
Bakterium (Endosymbiont) *Carsonella ruddii*	$1{,}6 \times 10^5$ (160.000 BP)	182	1.138
Darmbakterium *Escherichia coli*	$4{,}6 \times 10^6$ (4.600.000 BP)	4.500	900
Hefe (fungi) *Saccharomyces cerevisiae*	2×10^7 (20.000.000 BP)	6.000	300
Placozoa *Trichoplax adhaerens*	1×10^8 (100.000.000 BP)	11.500	230
Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*	8×10^7	19.000	200
Taufliege *Drosophila melanogaster*	2×10^8	13.500	70
Kugelfisch *Fugu rubripes*	$3{,}65 \times 10^8$		
Mensch *Homo sapiens sapiens*	5×10^9 (5.000.000.000 BP)	25.000	10
Teichmolch *Triturus vulgaris*	$2{,}5 \times 10^{10}$		
Pflanze *Arabidopsis thaliana*	1×10^8	25.500	255
		Zunahme	Abnahme

*Anzahl von Genen pro 1 Mio. Basenpaaren

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

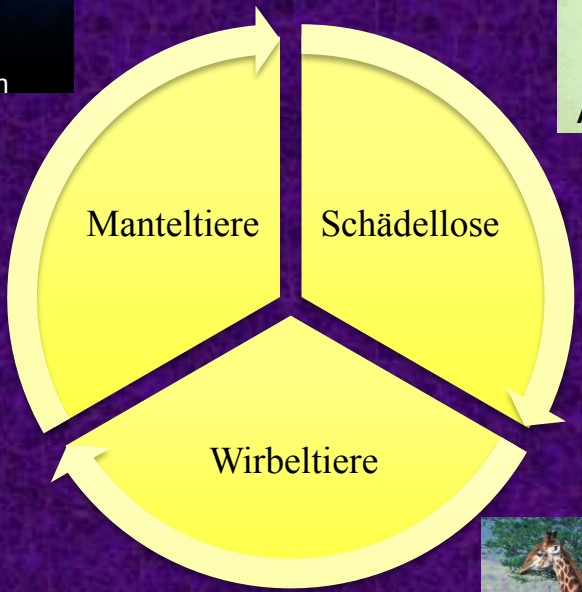
Seescheide

Salpen

Amphioxus

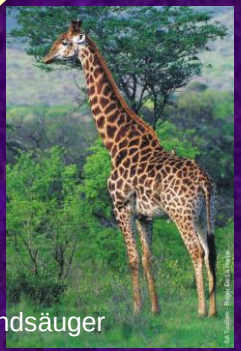
Appendikularie

Amphioxus



Dinosaurier

Vögel


Landsäuger

Fische

Äußere Systematik:

Unterreich: Metazoa (Vielzellige Tiere)

Abteilung: Eumetazoa (Gewebetiere)

Unterabteilung: Bilateria

Überstamm: Neumünder (Deuterostomia)

Stamm: Chordata (Chordatiere)

Innere Systematik:

1. Unterstamm: Tunicata oder Urchordata (Manteltiere), ca. 1.600 Arten

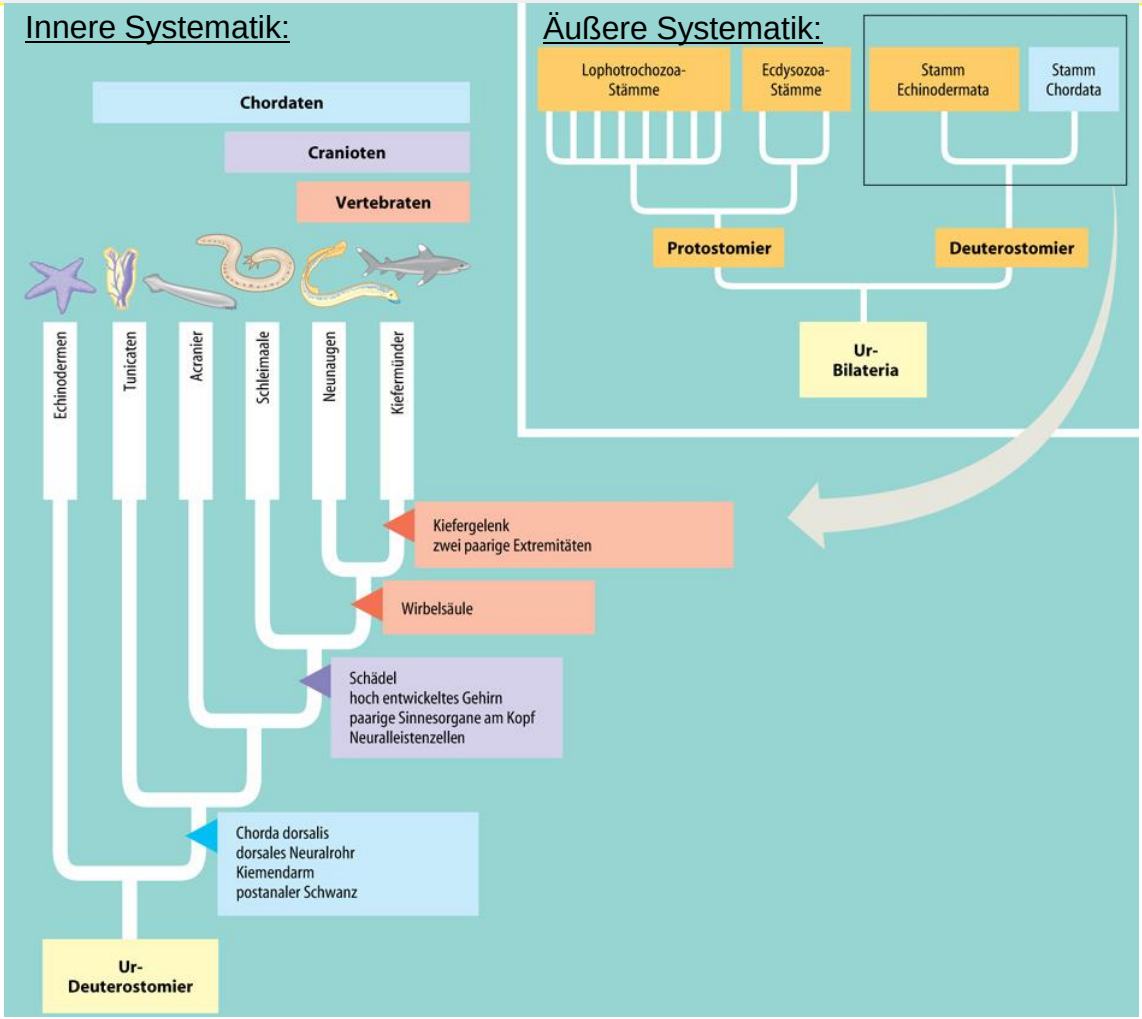
   1. Klasse: Ascidiacea (Seescheiden)
   2. Klasse: Larvacea (Appendikularien)
   3. Klasse: Thaliacea (Salpen)

2. Unterstamm: Acrania oder Cephalochordata (Schädellosen), 30 Arten

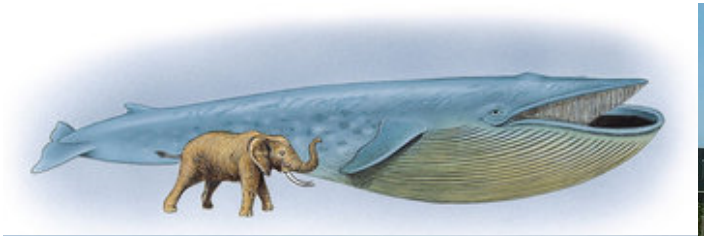
3. Unterstamm: Craniota oder Vertebrata (Schädeltiere oder Wirbeltiere)
   > 57.000 Arten

   1. Über-Klasse: Myxini (Schleimaale), ca. 75 Arten
   2. Über-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen), 43 Arten
   3. Über-Klasse: Gnathostomata (Kiefermäuler), ca. 57.000 Arten

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)



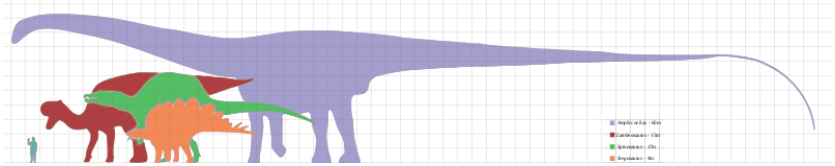
Die größten Chordaten...



Blauwal (*Balaenoptera musculus*, Sibbald, 1692, Mammalia)

- bis 33 m Länge und 200 Tonnen Gewicht, Herz 600-1000kg (5000L)
- Vorkommen weltweit **(Weibchen & Tiere der Südhalbkugel größer)**

Die größten Chordaten ...

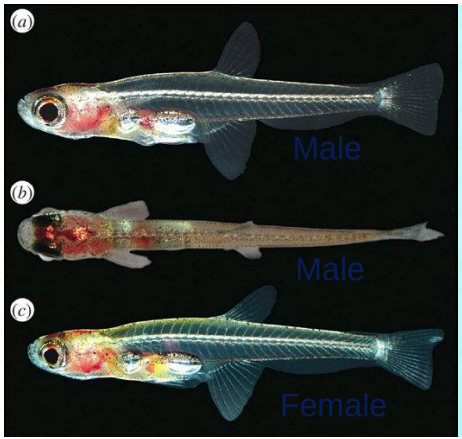


Sauropoden (***Brachiosaurus*** "Armechse")
- bis 30 m Länge, bis zu 70 Tonnen Gewicht
- vor 235 - 65 Millionen Jahren

Afrikanischer Elefant
Loxodonta africana (Mammalia)
- 4 m Schulterhöhe, 6 Tonnen Gewicht
- bis 50 Jahre alt

→ Giraffe 5,80m, Anakonda 12m, Strauss 2,80m

Die kleinsten Chordaten ...

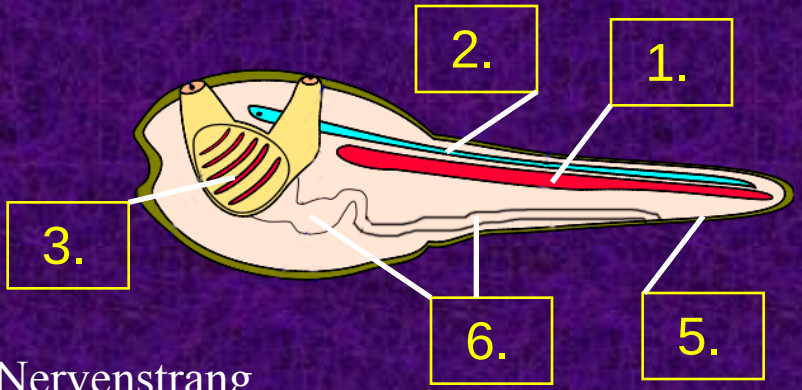


Paedocypris progenetica, (Osteichthyes)

- Weibchen 7,9 mm Länge
- Sumatra & Bintan, pH-Wert 3
- Pädomorph (trotz Geschlechtsreife Merkmale des Larvenstadiums)

Fam. Engmaulfrösche (*Paedophryne amauensis*)

- 7 mm Länge
- Papua-Neuguinea
- Aug. 2009 entdeckt, PloS ONE



1. *Chorda dorsalis* (Notochord)
   Muskulös (Acrania)
   gallertig, vakuolen- oder
   dotterreich (Vertebrata)

2. Neuralrohr
   oberhalb der Chorda liegender Nervenstrang
   Vorderteil ➡ Gehirn

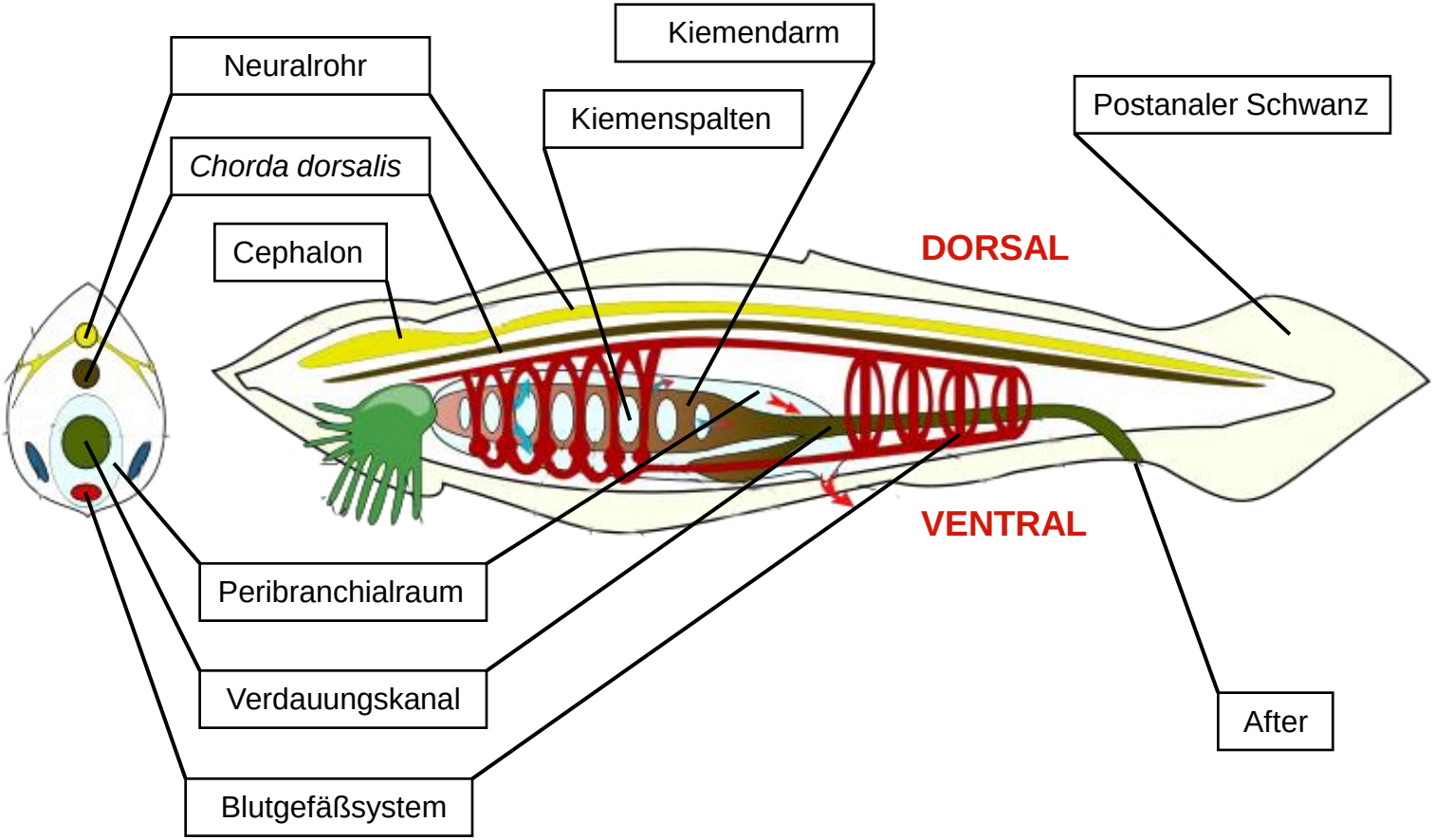
3. Kiemendarm
   Zum Filtrierapparat erweiterter Vorderdarm

4. Ventrales Herz

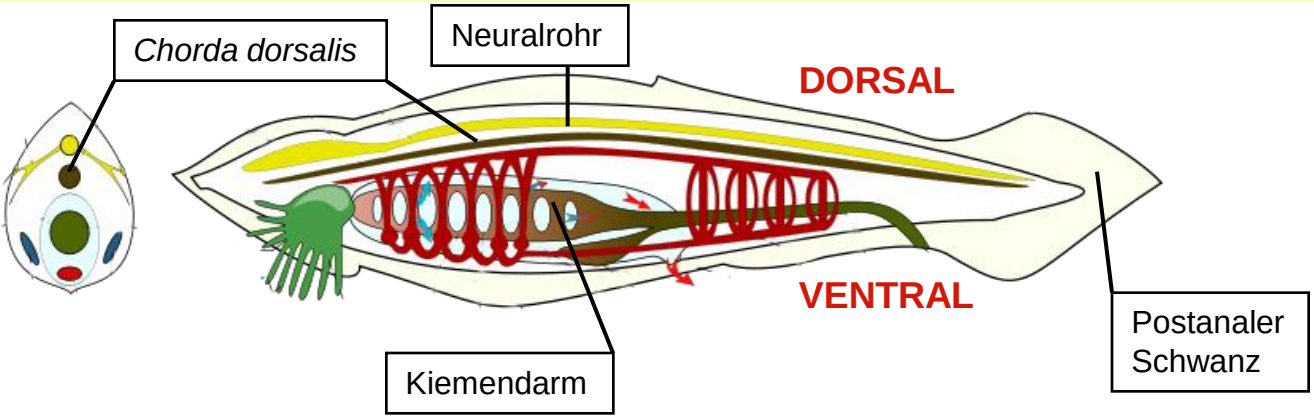
5. Postanaler Schwanz

6. Magen & Darm unterhalb der Chorda
   ➡ventral nach außen vor dem postanalen Schwanz

Branchostoma



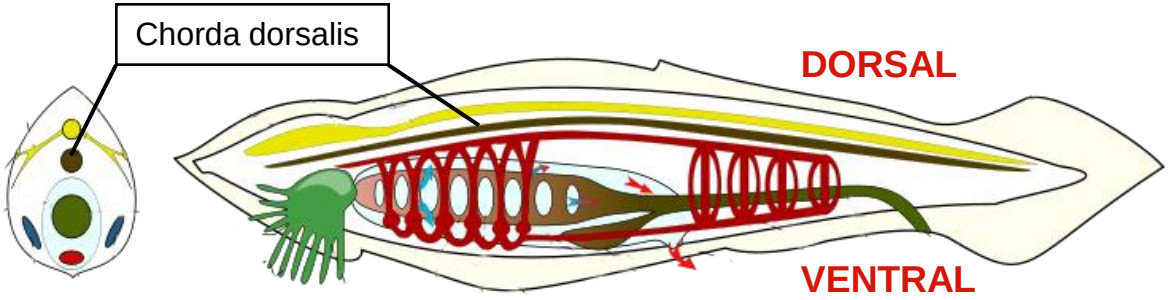
Stamm: Chordata (***Chordatiere***)



Vier Synapomorphien (gemeinsame abgeleitete Merkmale):

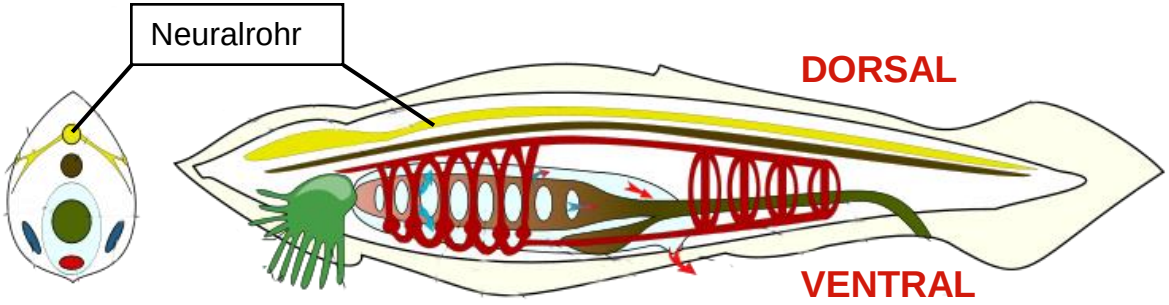
1. ***Chorda dorsalis*** **(Notochord)**
2. **Neuralrohr**
3. **Kiemendarm**
4. **Postanaler Schwanz**

1.

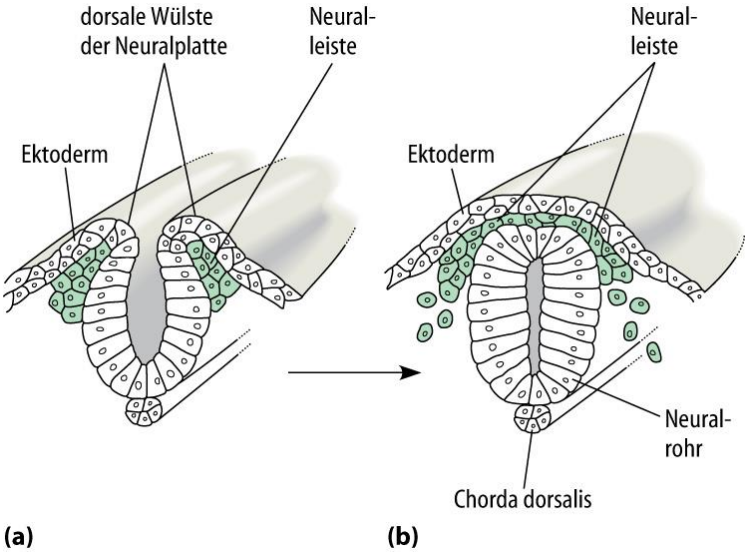


- *Chorda dorsalis* (Notochord oder Rückensaite)
- Mesodermaler Ursprung
- Von Bindegewebshülle umschlossen (Chordascheide)
- In allen Chordaten-Embryos vorhanden
- Stab zwischen Neuralrohr und Darmkanal
- Funktionell ein Hydroskelett
- Bei einigen primitiven Vertebraten & wirbellosen Chordaten noch im Adultus ausgeprägt vorhanden
- Meisten Chordaten besitzen nur noch embryonale Überreste
  ➡ beim Menschen Gallerte in den Zwischenwirbelscheiben

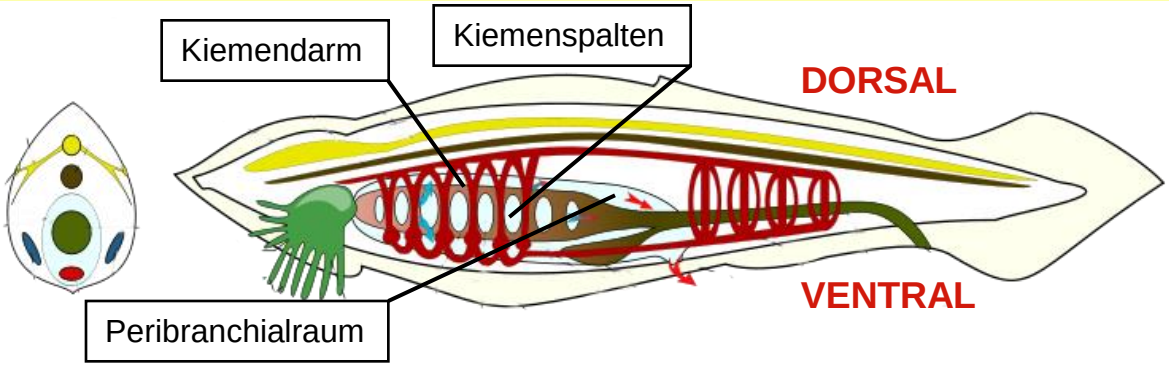
2.



- Neuralrohr (Dorsales Neuralrohr)
- Ektodermaler Ursprung (Neuralplatte)
- Nur bei Chordaten dorsal
- Aus dem NR entsteht das Gehirn, Nervensystem & Rückenmark



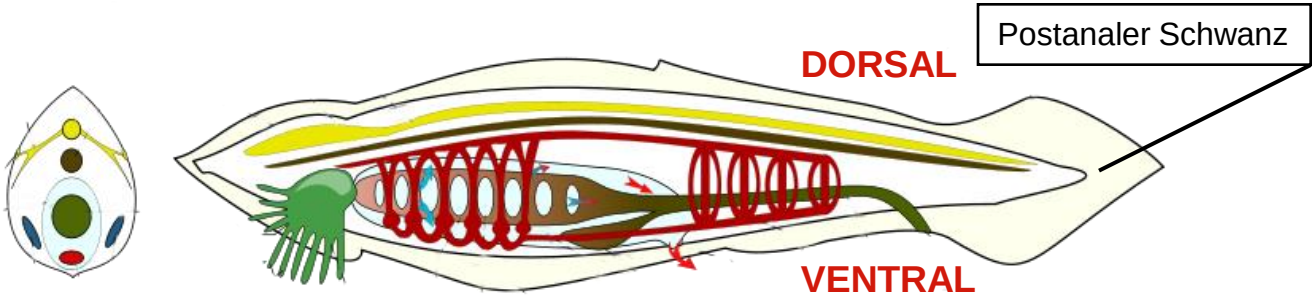
3.



- Kiemendarm
- Entodermaler Ursprung
- Verdauungskanal der Chordaten erstreckt sich vom Mund zum After
- Kiemendarm ist ein Teil des Vorderdarms
- Über paarige Kiemenspalten mit der Außenwelt verbunden
- Wasser kann vom Schlund durch Kiemenspalten austreten ohne den gesamten Darmkanal passieren zu müssen
- Dient primär als Filtereinrichtung und/oder dem Gasaustausch

  - Bei Landwirbeltieren nur noch in der Embryonalentwicklung vorhanden

4.



- Postanaler Schwanz
- Hinter dem After gelegen (postanal)
- im Gegensatz zu Nicht-Chordaten (Darm zieht durch gesamten Körper und tritt am Schwanzende aus)
- Enthält zumeist Skelett-Elemente und Längs-Muskeln
- Dient vielfach der Fortbewegung (im Wasser), Balance (z.B. Katzen) und/oder hat Greiffunktion (z.B. bei Primaten).

1. Unterstamm: Tunicata (Manteltiere), ca. 1.600 Arten

1. Klasse: Ascidiacea (Seescheiden)	- ca. 1500 Arten
2. Klasse: Larvacea (Appendikularien)	- ca. 65 Arten
3. Klasse: Thaliacea (Salpen)	- ca. 70 Arten

- Rein marin, (benthisch oder planktonisch)
- Filtrierer (aktiv) - über Cilienbewegung
- Einzeltiere oder Kolonien
- Cuticularmantel aus einem Cellulose-ähnlichen Kohlenhydrat, dem Tunicin
- Nur Larven weisen eine Chorda und Neuralrohr auf (Ausnahme: Appendicularien)
- Offenes Blutsystem (lakunär)

Stamm: Chordata (*Chordatiere*)

1. Klasse: Ascidiacea (Seescheiden)

- ca. 1500 Arten
- Filtrierer (aktiv) - über Cilienbewegung
- Einzeltiere oder Kolonien
- *Ciona* bis 20 cm groß
- Nur Larven weisen eine Chorda auf

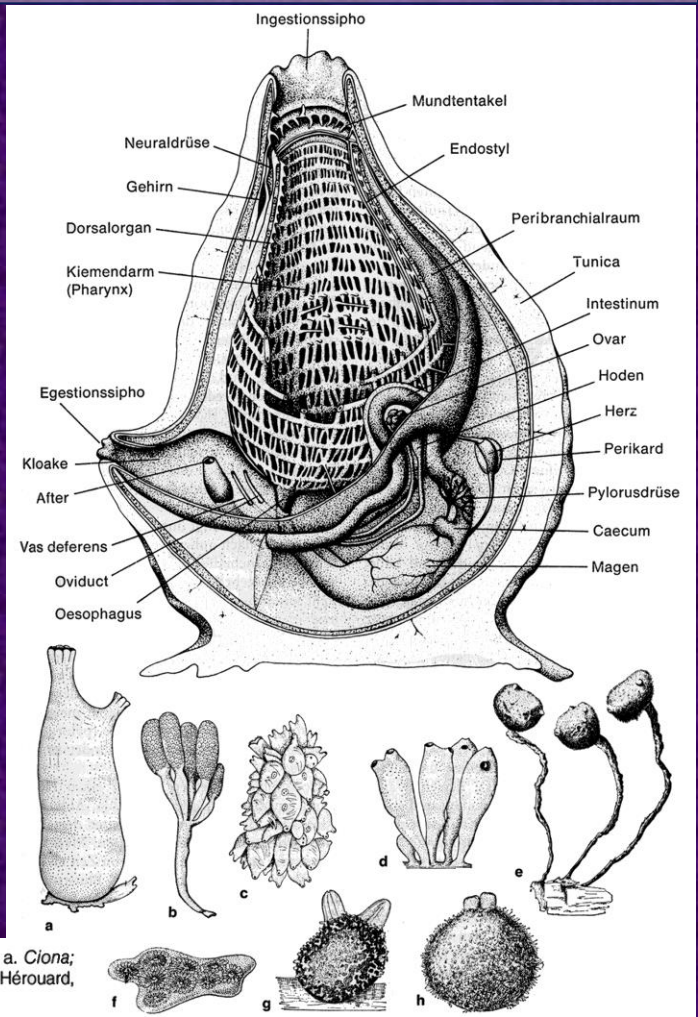
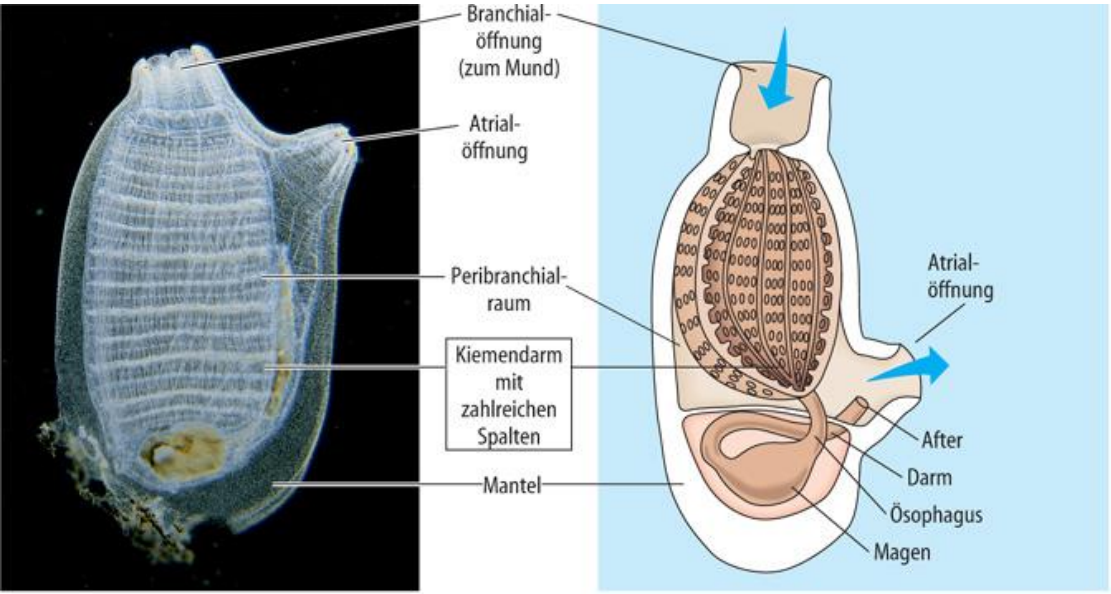


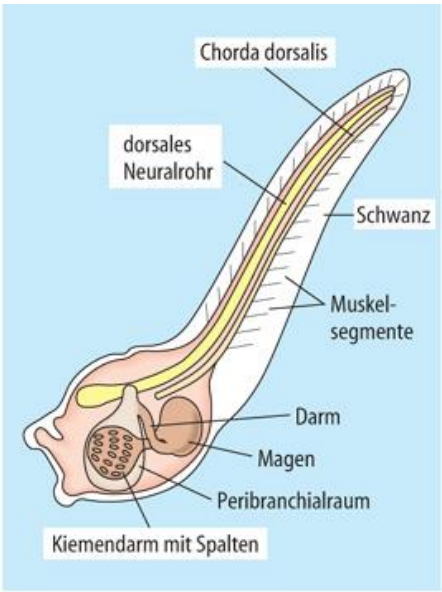
Abb. 285: Oben: Ascidien-Bauplan, Dorsalorgan = Epibranchialrinne; unten: verschiedene Ascidienformen. a. *Ciona;* b.*Sycozoa;* c. *Dendrodoa;* d. *Polycitor;* e. *Pyura;* f. *Botryllus;* g. *Microcosmus;* h. *Eugyra*. Nach Delage, Hérouard, Dawydoff

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

1. Klasse: Ascidiacea (Seescheiden)

Ciona intestinalis





Adult

- sessile Lebensweise

Larve

- frei schwimmend

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

1. Klasse: Ascidiacea (Seescheiden)

1. Ordnung: Pleurogona

Rote Seescheide
(*Halocynthia papillosa*)
- Einzeltier

Gold-Seescheide
(*Polycarpa aurata*)
- Einzeltier

2. Ordnung: Enterogona

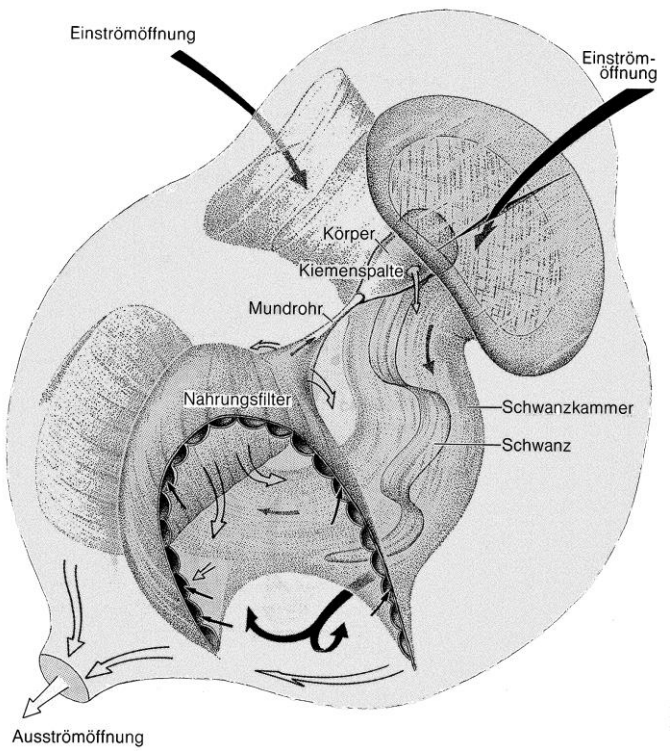
Koloniale Seescheide
***(Botrylloides magnicoecum*)**
- Kolonie

Grüne Riff-Seescheide
***(Didemnum molle*)**
- Kolonie

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

2. Klasse: Larvacea (Appendikularien)

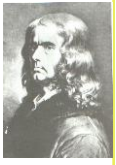
- ca. 65 Arten
- Nur eine Ordnung: Copelata
- Marin, Filtrierer (250.000 Zellen/Tag)
- Mantel fehlt
- Kaulquappenförmiger Körper
- Gelatinöses Gehäuse
- 0,5 mm - 25 mm Länge
- Simultane Zwitter



Oikopleura dioica

3. Klasse: Thaliacea (Salpen)

- ca. 70 Arten, solitär & kolonial
- Drei Ordnungen:
  - Tonnensalpen (Doliolida)
  - Feuerwalzen (Pyrosomida)
  - Salpida (Desmomyaria)
- Bis 8 cm Länge, Zwitter
- Marin, Filtrierer, Ring-Muskelbänder
- Sehr großer Kiemendarm
- Scheiden kein CO_2 aus, sondern Fäkalkügelchen → Ein Schwarm bindet mehrere 1000 Tonnen C.
- 1. beschriebener Generations-wechsel (Adalbert von Chamisso, 1819)



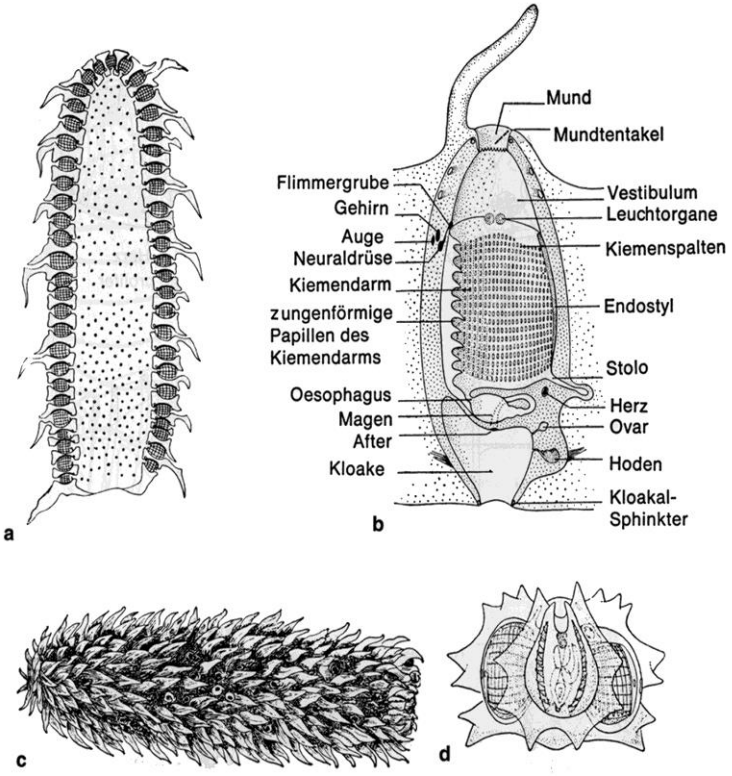


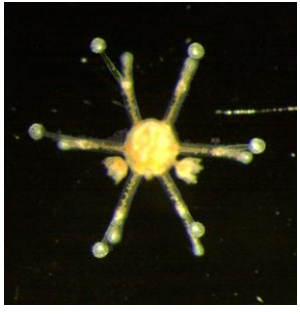
Abb. 287: Pyrosomida. a. Schematischer Sagittalschnitt durch eine *Pyrosoma*-Kolonie. b. Längsschnitt durch ein Einzeltier *(Pyrosoma elegans)*. c. Außenansicht einer *Pyrosoma*-Kolonie. d. *Pyrosoma*-Larve. Nach Grassé, Grobben, Herdmann, Riedl

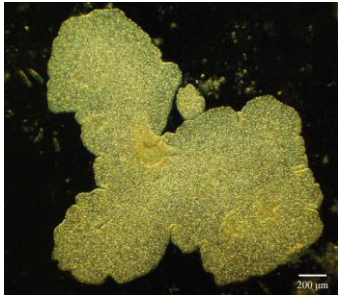
Fortpflanzungsmodi

Ungeschlechtlich

Monocytogen: Asexuell

Polycytogen: Vegetativ





Geschlechtlich

Monosexuell:

Pathenogenese

Ephebogenese

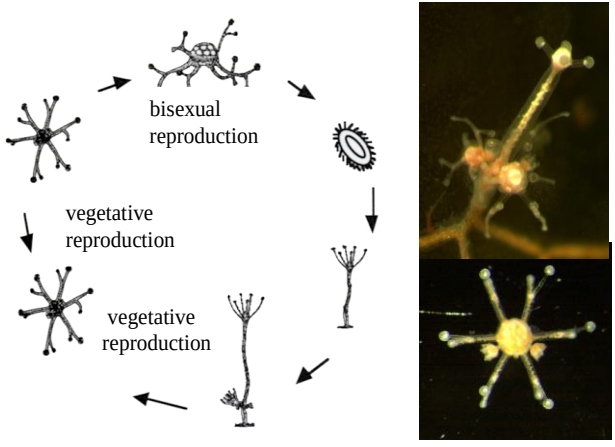
?

Bisexuell:

Generationswechsel:

Vegetativ / Bisexuell

→ Metagenese

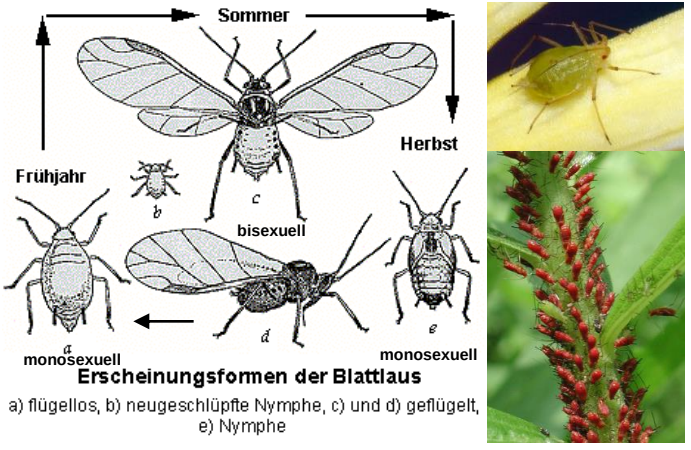


z.B.:

- Salpen (dreigliedriger Generationswechsel)
- Bandwürmer (Cestoda, Plathelminthes)
- Saugwürmer (Trematoda, Plathelminthes)
- Hydrozoa, Scyphozoa (Cnidaria)

Monosexuell / Bisexuell

→ Heterogonie



z.B.:

- Blattlaus (Insecta, Arthropoda)
- Zwergfadenwurm (Nematoda)
- Wasserflöhe (Arthropoda)
- Gallwespen (Insecta, Arthropoda)

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

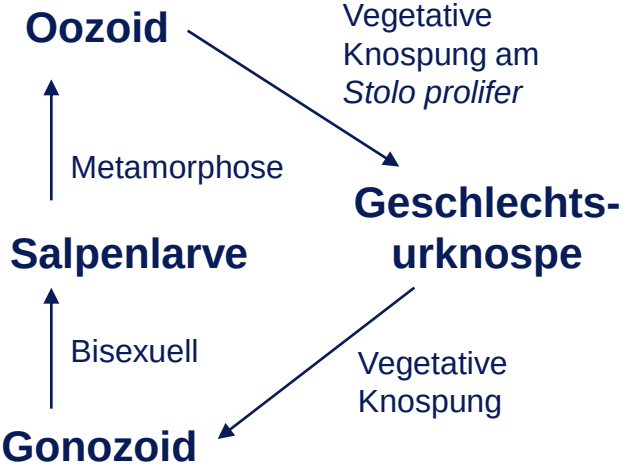
3. Klasse: Thaliacea (Salpen)

Dreigliedriger Generationswechsel:

1. Gen.: Amme → Oozoid

2. Gen.: Geschlechtsurknospe

3. Gen.: Gonozoid



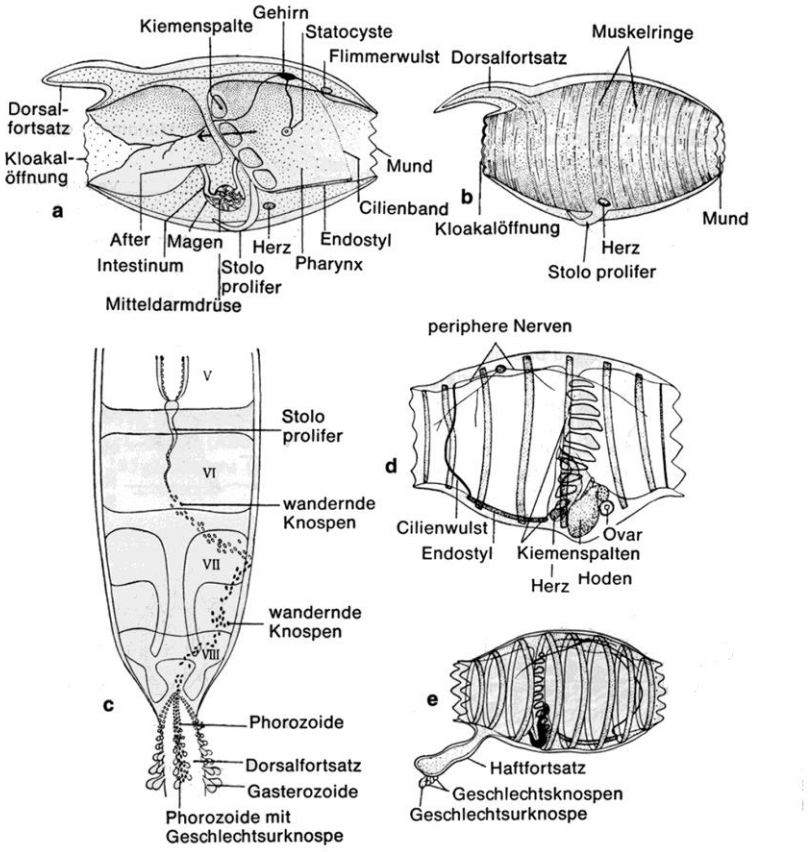
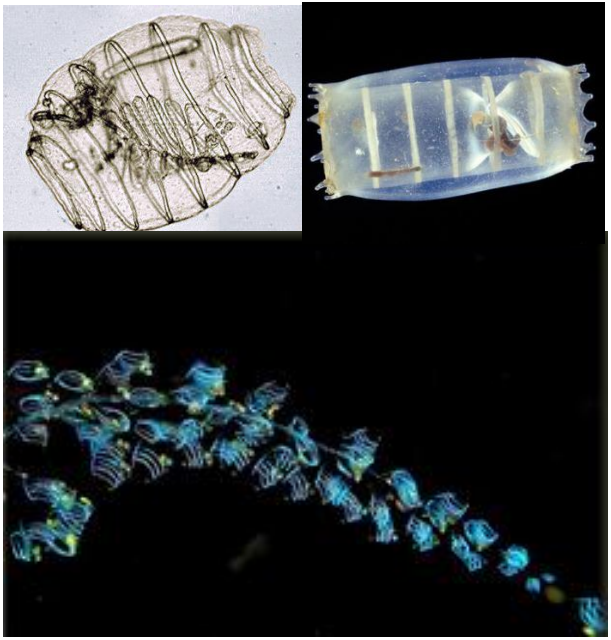


Abb. 288: Cyclomyaria (Doliolida). a. *Doliolum*, Oozoid, Längsschnitt, Pfeil deutet Wasserstrom durch die Kiemenspalten an. b. *Doliolum*, Oozoid, Außenansicht. c. Wanderung der Knospen zum Dorsalfortsatz, V–VIII: Muskelringe. d. Gonozoid *(Doliolum)*. e. Phorozoid mit Geschlechtsknospen. Nach Barrois, Grobben, Grassé

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

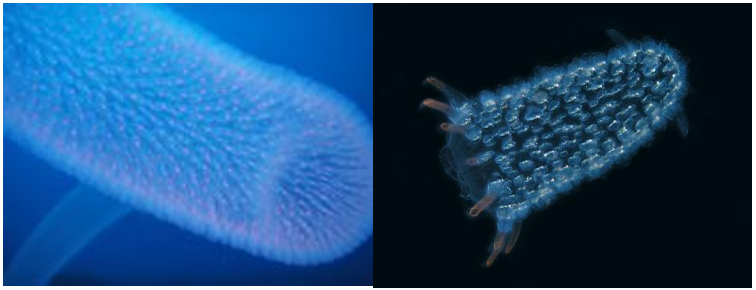
3. Klasse: Thaliacea (Salpen)

1. Ordnung: Doliolida



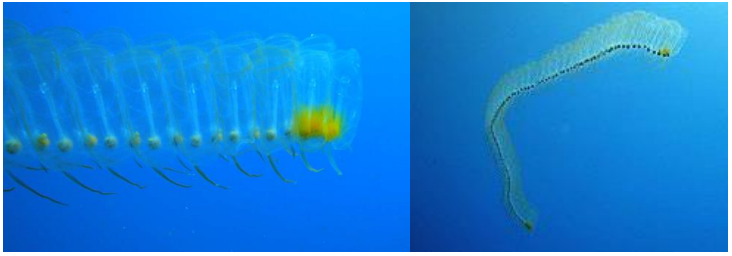
Tonnensalpe (*Doliolum denticulatum*)
- Einzeltier & Kolonie

2. Ordnung: Pyrosomida



Feuerwalze *(Pyrosomida elegans*)
- Kolonie

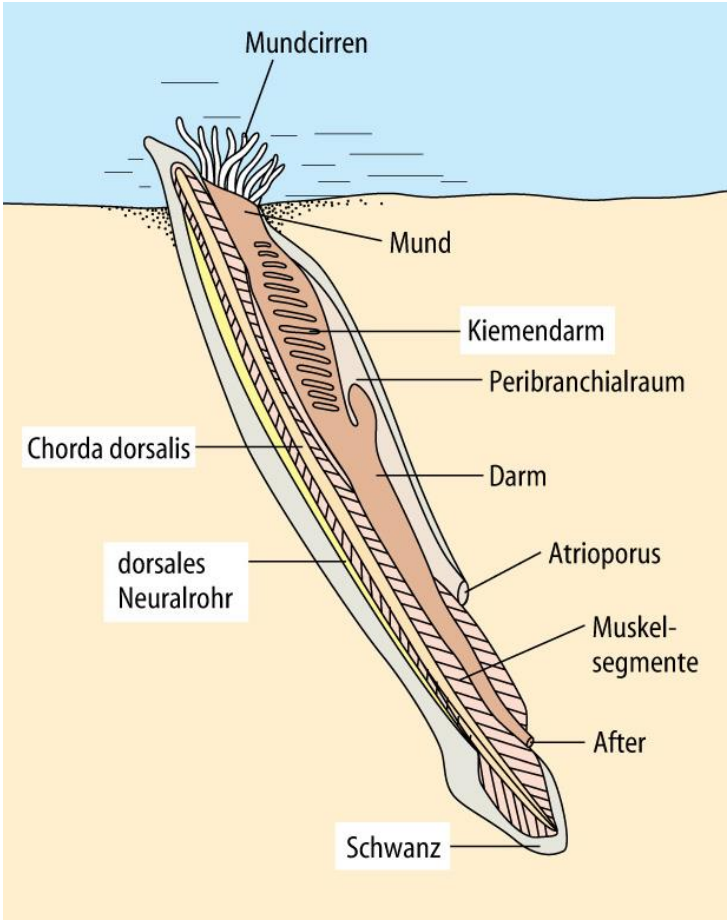
3. Ordnung: Desmomyaria



Kettensalpe (*Thalia democratica*)
- Kolonie

2. Unterstamm: Acrania (Schädellosen)

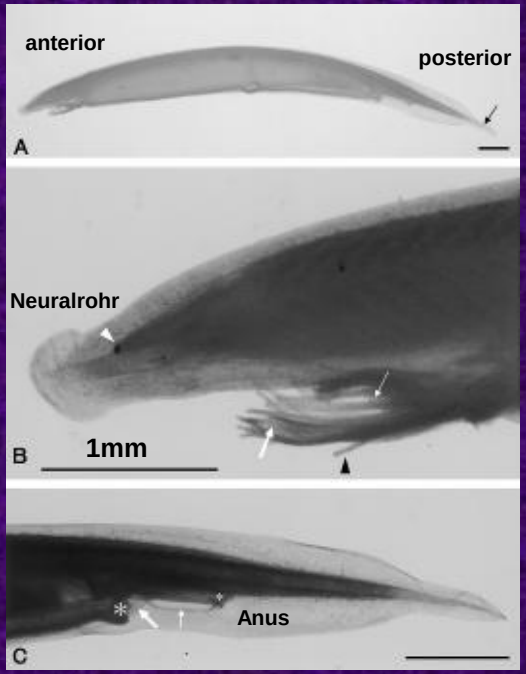
- ca. 30 noch rezente Arten, solitär, Filtrierer
- Alle Chordaten-Merkmale adult vorhanden
- Fossil sehr erfolgreiche Gruppe
- Kambrium vor 530 Mio. Jahren
- Lebensraum Sand bzw. Schlamm
- Schlanke fischartige Gestalt
- Getrenntgeschlechtlich
- Knöcherner “Schädel“, echtes Gehirn, Wirbelsäule & Extremitäten fehlen



Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

2. Unterstamm: Acrania (Schädellosen)

1. Gattung: *Asymmetron*



Asymmetron inferum

2. Gattung: *Branchiostoma*

Auch Amphioxus
(griechisch: “auf beiden Seiten spitz“)

Lanzettfischchen (*Branchiostoma lanceolatum*)

Branchiostoma californiense

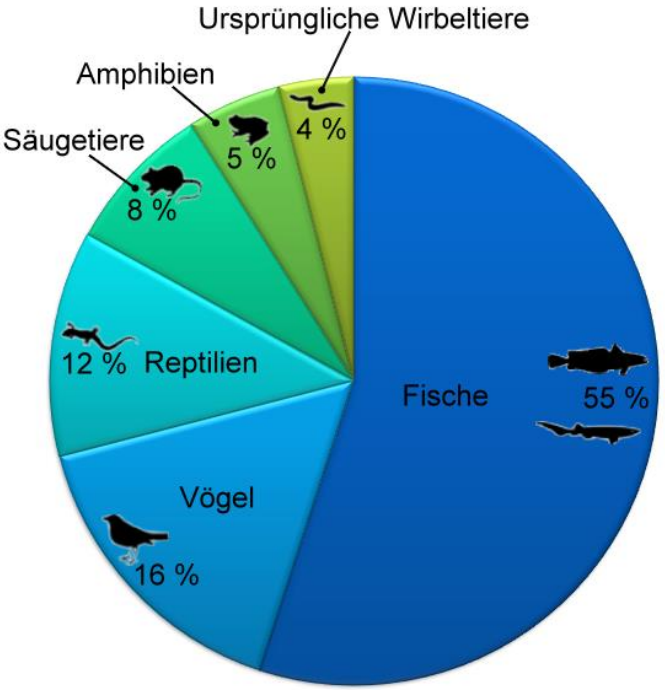
3. Gattung: *Epigonichthys*

Epigonichthys maldivensis

3. Unterstamm: Vertebrata (Schädeltiere oder Wirbeltiere)

1. Ü-Klasse: Myxini (Schleimaale) - ca. 75 Arten
2. Ü-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen) - 43 Arten
3. Ü-Klasse: Gnathostomata (Kiefermäuler) - ca. 57.000 Arten

- Mehr als 57.000 Arten
- Alle Lebensräume
- Mehrschichtige Epidermis
- Ventrales 4-kammriges Herz
- Wirbelsäule ersetzt zunehmend die Chorda
- Der vordere Teil des Neuralrohres ist zu (dreiteiligen) Gehirn ausdifferenziert

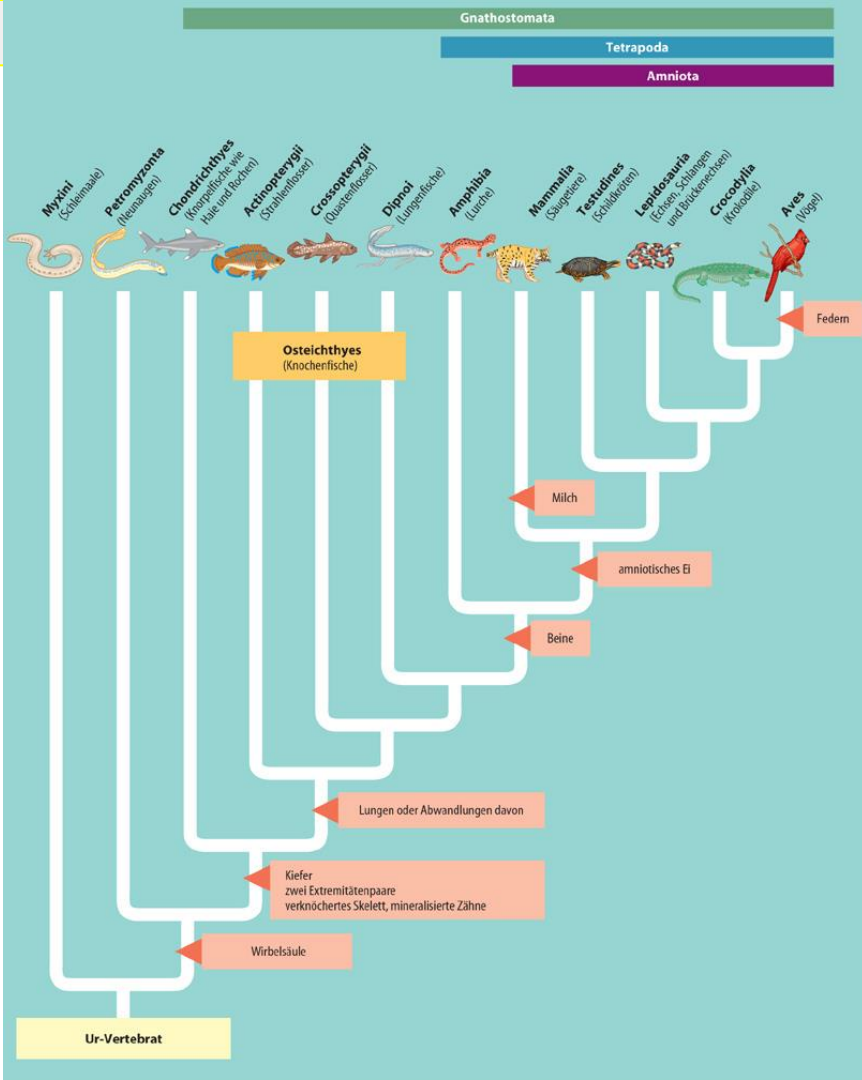


Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

3. Unterstamm:

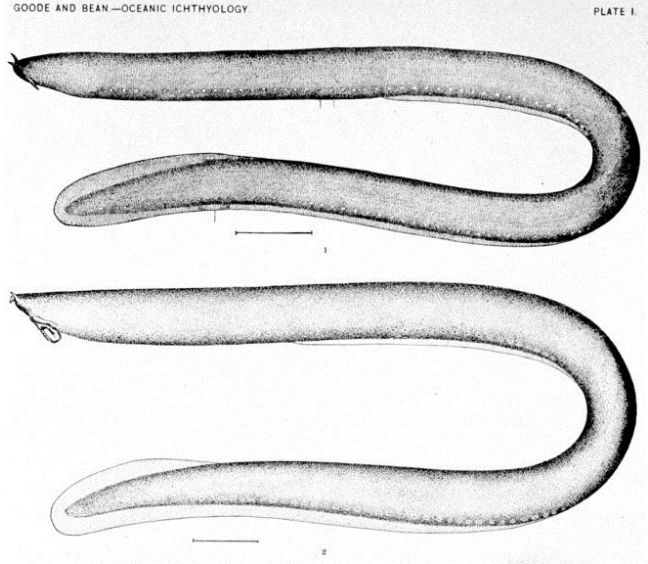
Vertebrata
(Schädel- oder Wirbeltiere)

Innere Systematik →



1. Über-Klasse: Myxini (Schleimaale)

- ca. 75 Arten, marin
- Keine echte Wirbelsäule, deshalb oft nur als Schwestergruppe der Vertebraten gesehen
- Körperlänge von 35 bis 60 cm Länge
- Hautschleim zum Beutefang & Verteidigung
  - enthält Mucin sowie keratinartige Proteine
- Abgabe über laterale Schleimzellen/-Drüsen
- Simultane Zwitter
- Bildung der Keimzellen in einzelner Gonade im hinteren Körperabschnitt zeitlich getrennt



Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

1. Über-Klasse: Myxini (Schleimaale)

Eptatretus goliath

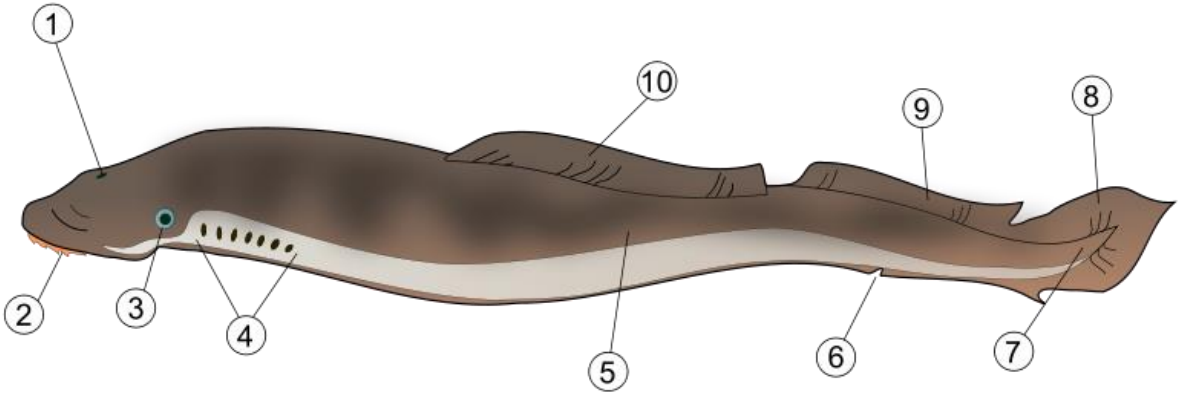
2. Über-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen)

- 43 Arten, marin & limnisch
- Kambrium vor 530 Mio. Jahren
- Körperlänge von 20 bis 120 cm Länge
- Teilweise anadrom
- Teilweise parasitär →
- Kieferloses “Saugmaul“
- Fast alle Arten auf der Roten Liste
- Radikalen Umwandlung (Metamorphose) des Körperbaus zum Adultus nach 5 bis 7 Jahren

“Der Verband Deutscher Sportfischer, das Bundesamt für Naturschutz und der Verband Deutscher Sporttaucher haben die Neunaugen zum Fisch des Jahres 2012 gekürt“

Stamm: Chordata **(*Chordatiere*)**

2. Über-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen)



1 - Nasenöffnung
2 - Mund mit Schlund
3 - Auge
4 - Sieben Kiemenspalten
5 - Lateralseite
6 - After
7 - Postanaler Schwanz
8 - Schwanzflosse
9 - Hintere Rückenflosse
10 - Vordere Rückenflosse

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

2. Ü-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen)

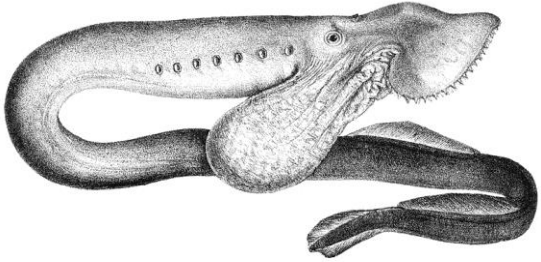
1. Familie: Petromyzontidae 39 Arten

Meerneunauge
(*Petromyzon marinus*)

Flussneunauge
(*Lampetra fluviatilis*)

2. Über-Klasse: Petromyzontida (Neunaugen)

2. Familie: Geotriidae	1 Art
3. Familie: Mordaciidae	3 Arten



- Larve 4 Jahre limnisch, Filtrierer
- Adultus marin, Parasit

↓

anadrom

Stamm: Chordata **(*Chordatiere*)**

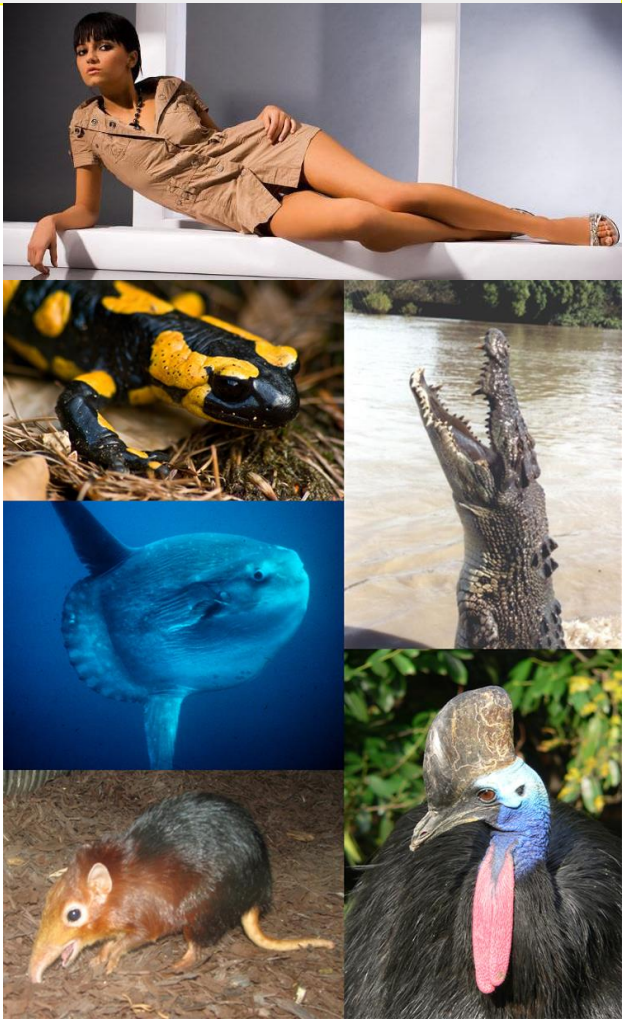
3. Ü-Klasse: Gnathostomata (Kiefermäuler)

Fische, Säugetiere, Amphibien, Reptilien, Vögel

- ca. 57.000 Arten; 99,8% der Vertebraten
- Echte Wirbelsäule
- Frühes Silur vor 440 Mio. Jahren
- Alle Lebensräume
- Dreiteiliges Gehirn (Vorder-, Mittel-, Rautenhirn)
- Festigung der Mundränder durch gelenkig verbundene Knorpel- oder Knochenspangen

↓ ↓

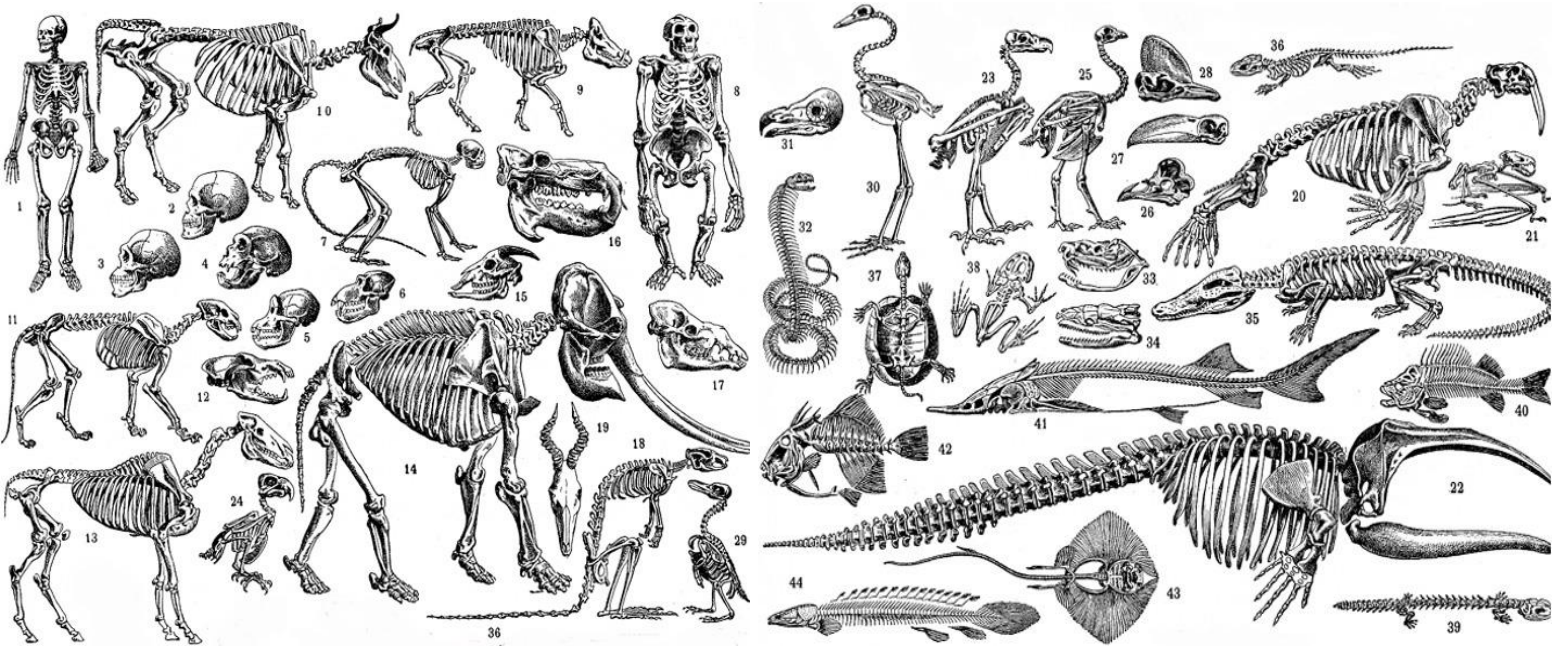
- Meist bezahnter Kiefer zum Ergreifen, Festhalten & Zerkleinern der Nahrung & postcraniales Skelett



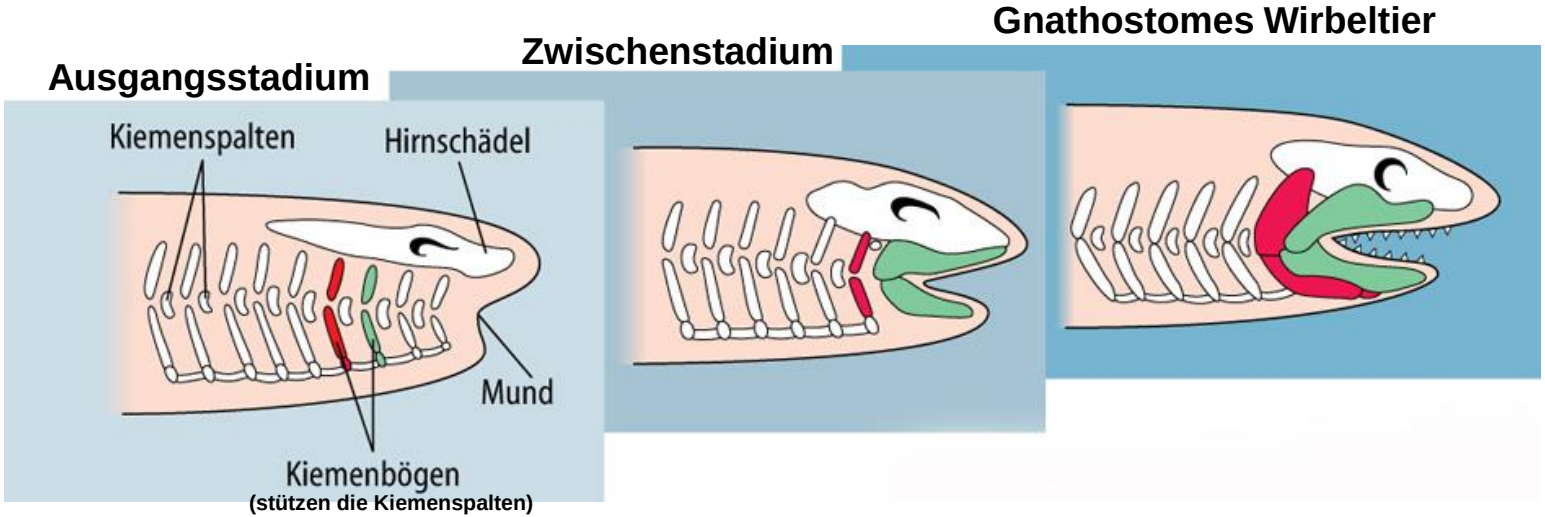
Stamm: Chordata **(*Chordatiere*)**

3. Über-Klasse: Gnathostomata (Kiefermäuler)

Schädel mit Kiefer + Postcraniales Endoskelett



Hypothese zur Evolution des Wirbeltierkiefers



- Der Kieferapparat entwickelte sich aus zwei paarigen Skelettelementen, den Kiemenbögen.
- Die vor den zum Kiefer umgewandelten Kiemenbögen gelegenen Kiemenelemente gingen entweder verloren oder mit in den Kiefer ein.

Zähne

- Modifizierte ektodermale Teile des Hautskeletts
- Schmelz + Dentin + Pulpa
- Milchzähne (*Dentes decidui*) &
  Bleibende Zähne (*Dentes permanentes*)
  nach Zahnwechsel:

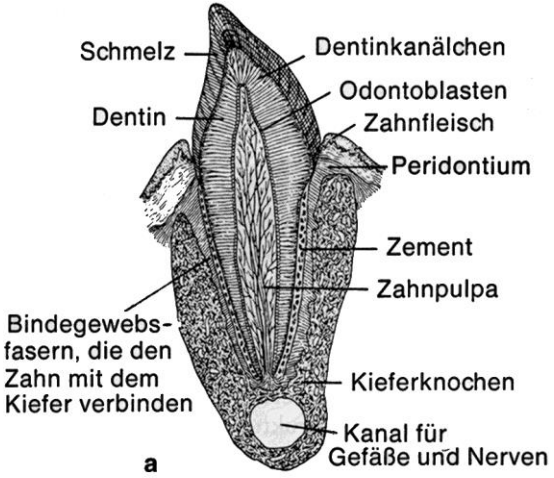
- Schneidezähne (Inzisivi),
- Eckzähne (Canini)
- Vormahlzähne (Prämolaren)
- Mahlzähne (Molaren)

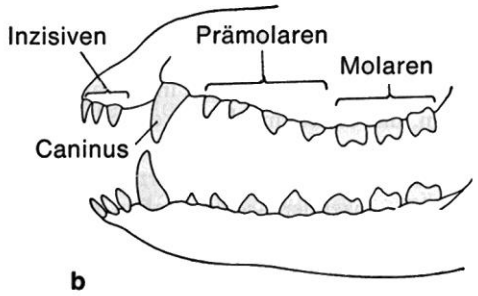
- Zahnformel von Wirbeltieren verschieden:

$$\frac{3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 2}{3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 3} = 42$$ **Hund**

$$\frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} = 32$$ **Mensch**

$$\frac{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 3}{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 3} = 16$$ **Nagetier**



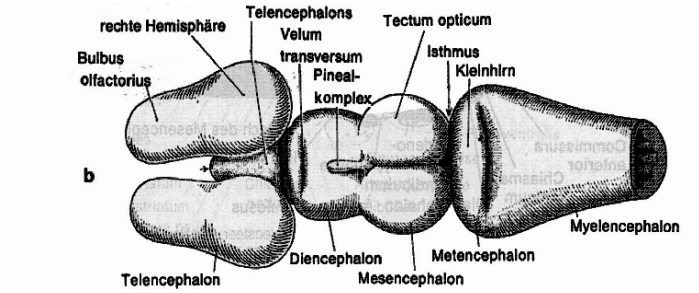


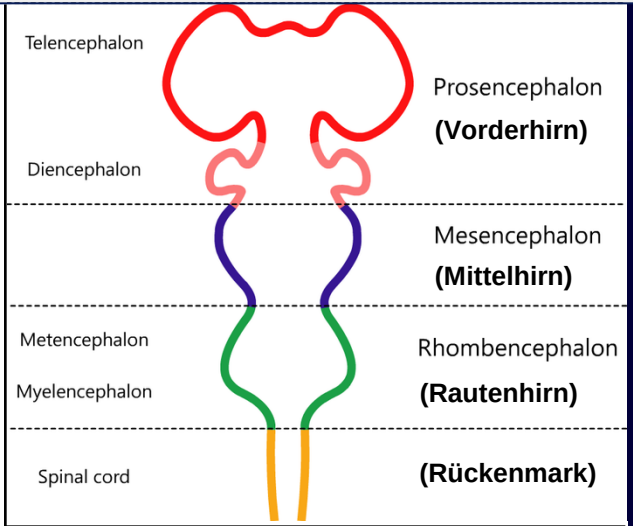
Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

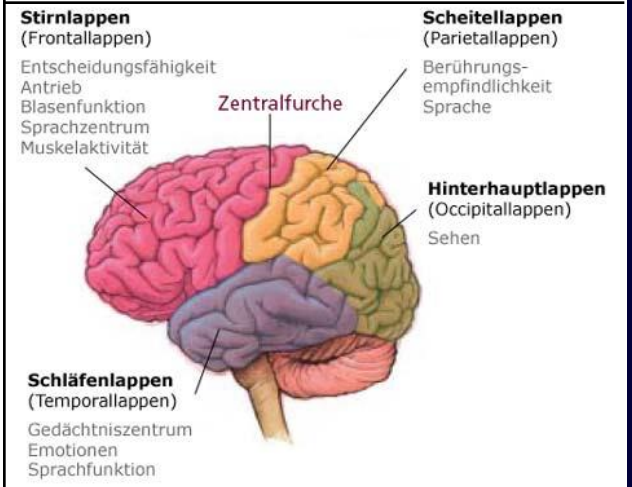
3. Ü-Klasse: Gnathostomata (Kiefermäuler)

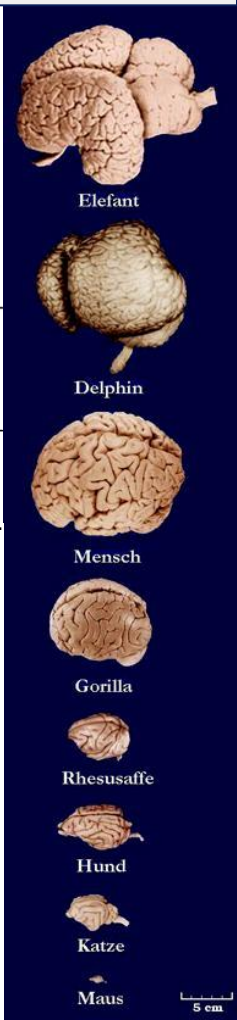
Dreiteiliges Gehirn

- **Prosencephalon** (Vorderhirn)
  - Telencephalon (Endhirn)
  - Diencephalon (Zwischenhirn)
- **Mesencephalon** (Mittelhirn)
- **Rhombencephalon** (Rautenhirn)
  - Metencephalon (Hinterhirn)
  - Myelencephalon (Nachhirn)









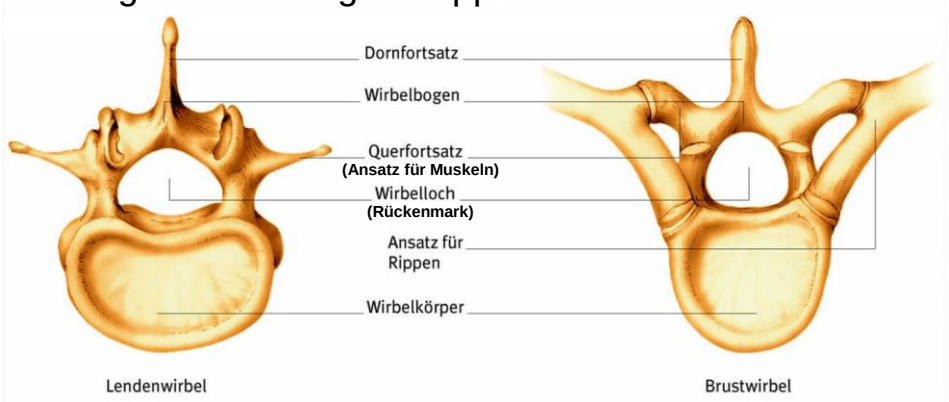
Postcranialskelett

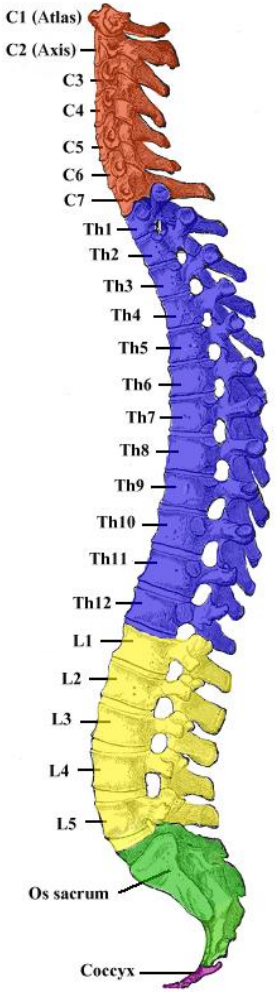
Wirbelsäule

- Insgesamt 33 Wirbel (bzw. 24 freie, präsakrale Wirbeln)
- 5 Abschnitte:

1 - Halswirbelsäule (7 Wirbel, bei allen Säugetieren gleich)
2 - Brustwirbelsäule (12 Wirbel)
3 - Lendenwirbelsäule (5 Wirbel)
4 - Kreuzbein,*Os sacrum* (5 synostotisch verschmolzene Wirbel)
5 - Steißbein, *Coccyx* (4 verschmolzene Wirbelrudimente)

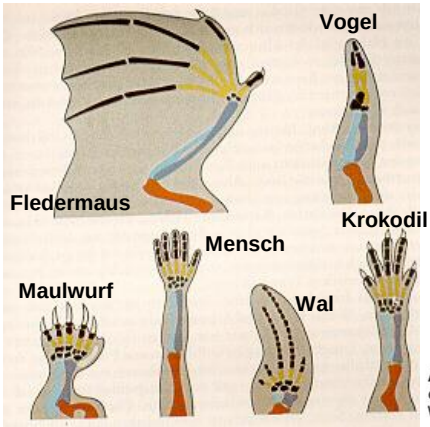
- Umhüllt das im Wirbelkanal liegende Rückenmark
- Gelenkige Verbindung zu Rippen & Extremitäten





Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

- Stylopodium (1 Element)
  Oberarm / Oberschenkel
- Zeugopodium (2 Elemente)
  Unterarm / Unterschenkel
- Autopodium
  Basipodium: Handwurzel / Fußwurzel (12 Elemente)
  Metapodium: Mittelhand / Mittelfuß (5 Elemente)
  Akropodium: Finger / Zehen (1-5) (x Phalangen)



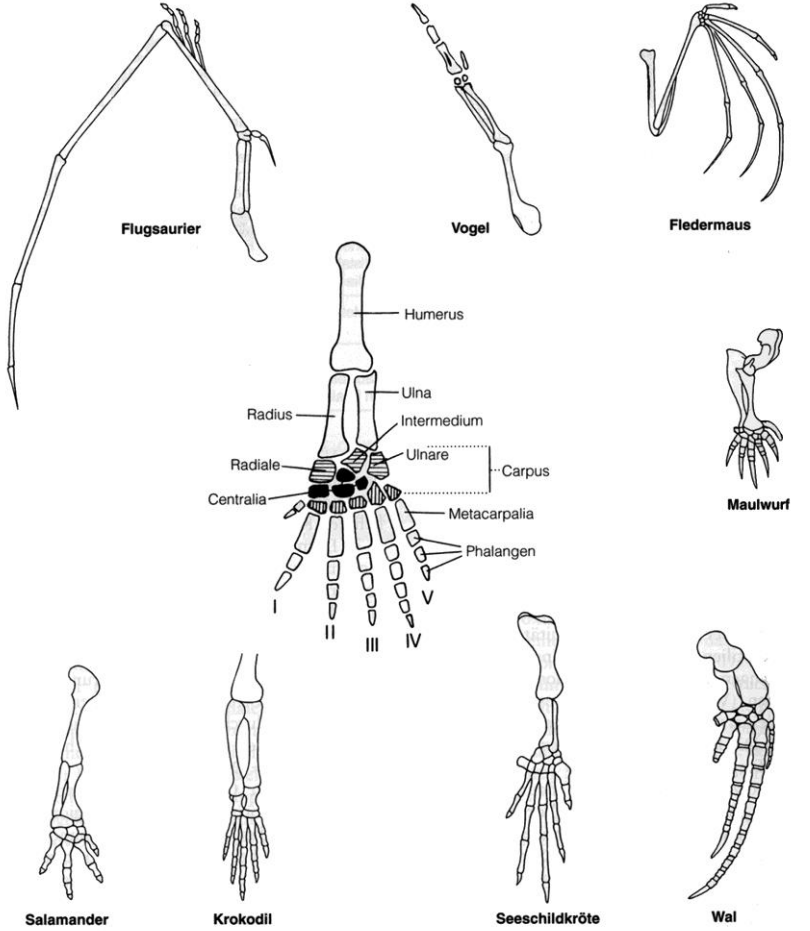


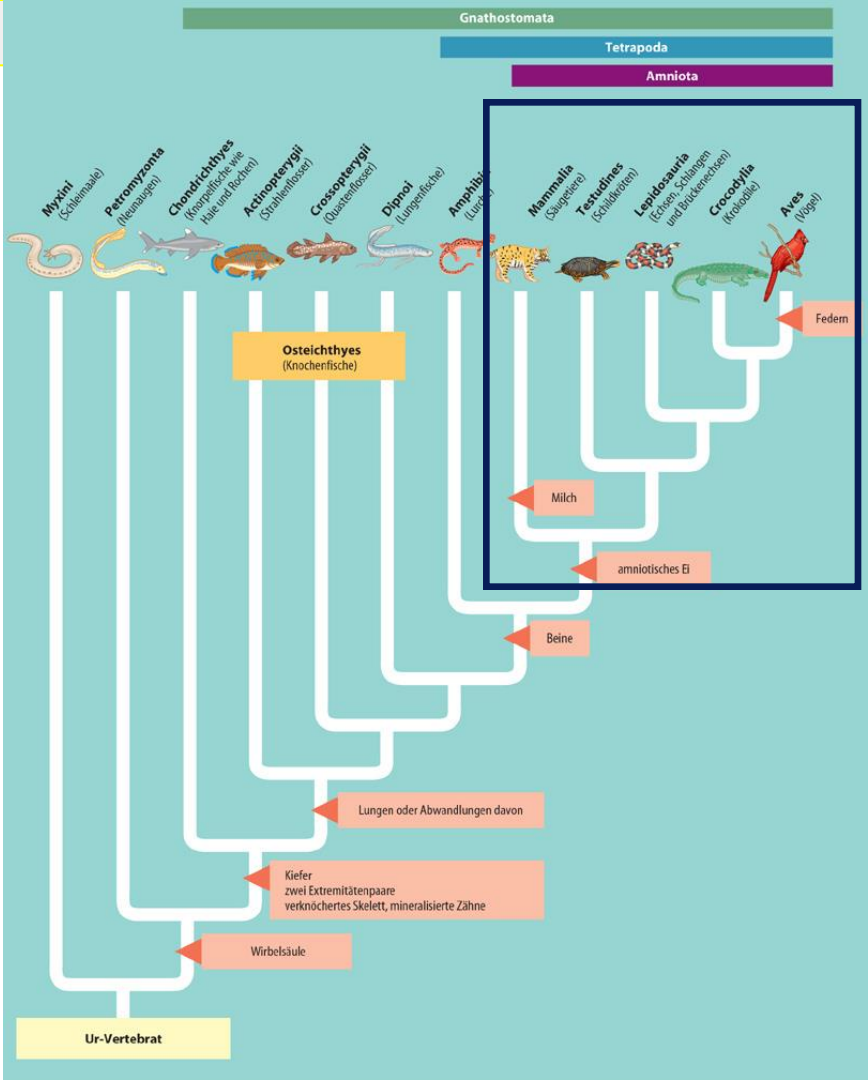
Abb. 300: Tetrapoden-Extremität. Im Zentrum Schema einer Vorderextremität. I–V. Digiti (Finger). Hinterextremität ist nach dem gleichen Plan gebaut. Peripher: Beispiele für verschieden abgewandelte Vorderextremitäten. Nach Remane, Storch, Welsch

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

3. Unterstamm:

Vertebrata
(Schädel- oder Wirbeltiere)

Innere Systematik →



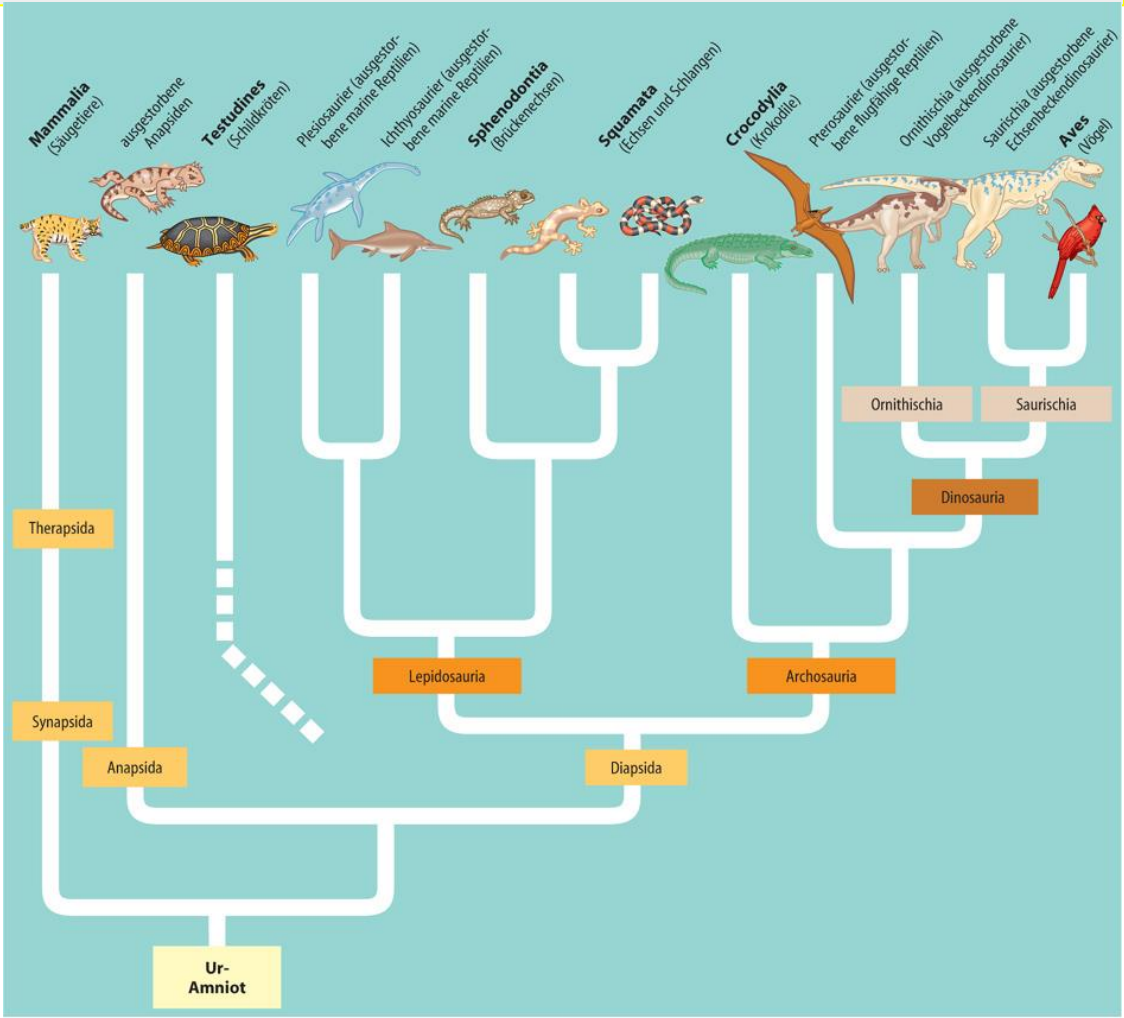
Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Amniota:

(Nabeltiere)

Rezent:

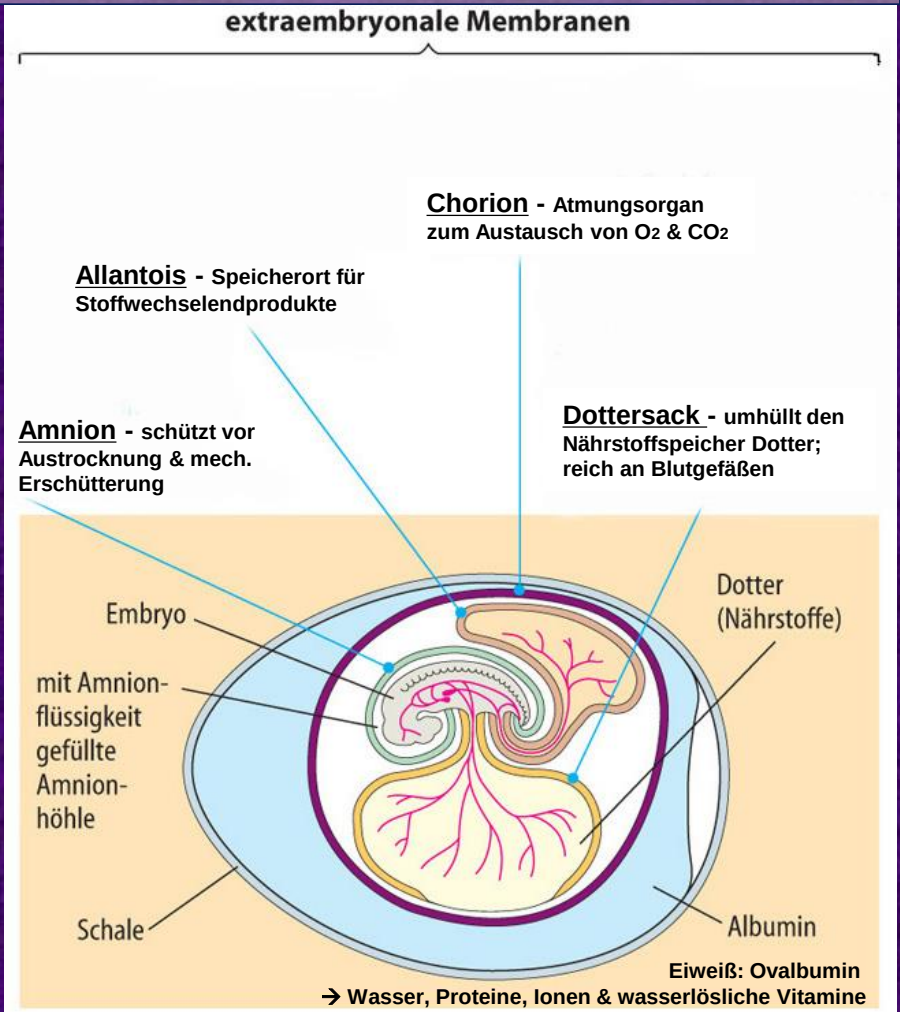
- Säugetiere
- Schildkröten
- Brückenechsen
- Echsen + Schlangen
- Krokodile
- Vögel



Amniota:

(Nabeltiere)

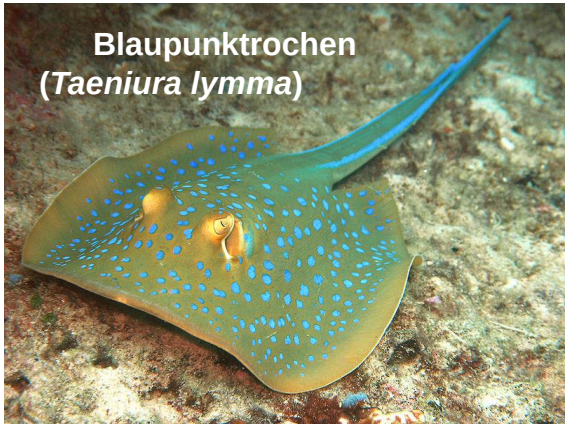
- Embryonen entwickeln sich in mit Fruchtwasser (Amnionflüssigkeit) gefüllten Amnionhöhle
- Ist von einer Embryonalhülle (lat. Amnion) umgeben
- Dadurch Entwicklung vom Wasser unabhängig.

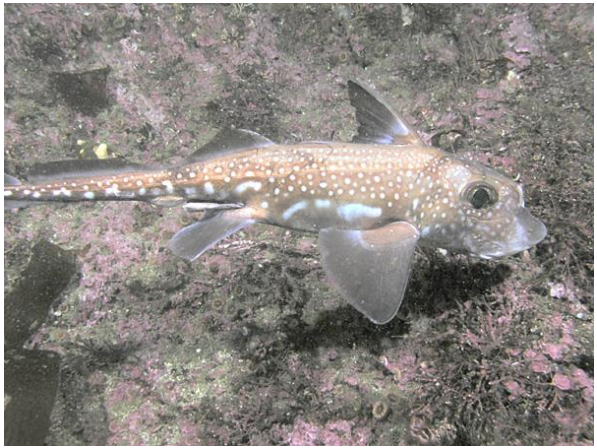


Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Chondrichthyes (Knorpelfische)

- 180 marine Arten
- 3 Ordnungen: Haie, Rochen, Seekatzen





Gefleckte Seeratte
(Hydrolagus colliei)

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Osteichthyes (Knochenfische)

- > 30.000 aquatische Arten
- 2 Ordnungen: Strahlenflosser

Knochenhecht (*Lepisosteus sp.*)

Störartige (Acipenseriformes)

Atlantischer Stör (*Acipenser oxyrinchus*)

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Osteichthyes (Knochenfische)

- > 30.000 aquatische Arten
- 2 Ordnungen: Fleischflosser

Australischer Lungenfisch
(*Neoceratodus forsteri*)

Quastenflosser
(*Latimeria chalumnae*)

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Amphibia (Lurche)

- > 6.600 Arten
- 3 Ordnungen: Schwanzlurche (Salamander & Molche)
  Froschlurche (Frösche, Kröten & Unken)
  Schleichenlurche (Blindwühlen)

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Reptilia (Kriechtiere)

- > 8.000 Arten
- 4 Ordnungen: Schildkröten
  Brückenechsen
  Krokodile

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Reptilia (Kriechtiere)

- > 8.000 Arten
- 4 Ordnungen: Schuppenkriechtiere

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Mammalia (Säugetiere)

- > 6.000 Arten
- 3 Unterklassen:
  - Ursäuger (Protheria)
  - Beutelsäuger (Metatheria)
  - Höhere Säugetiere (Eutheria)

- Säugen mit Milch aus speziellen Drüsen
- Fell aus Haaren
- Alle Lebensräume
- Gleichwarme Körpertemperatur
- Fast alle lebendgebärend
- Heterodontes Gebiss
- Zwerchfell, trennt Brust- & Bauchhöhle

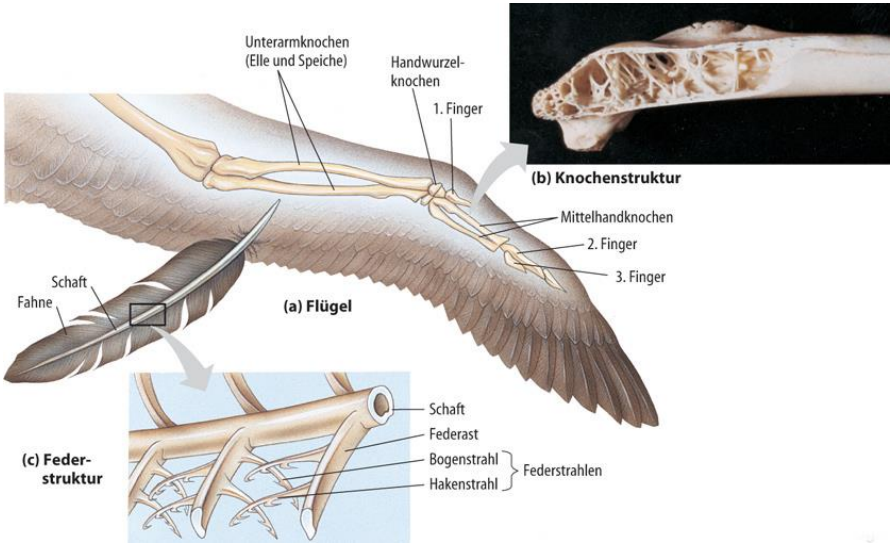
Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Aves (Vögel)

= 10.365 Arten

• 2 Ordnungen: Nonpasseriformes, Passeriformes

- Federn aus Keratin
- Schnabel ohne echte Zähne
- Hohle (pneumatisierte) Knochen
- Konstante Körpertemperatur (Endothermie) von ca. 42 ° C
- Sehr hohe Herzfrequenz (bsp. Strauß 180 B/M; Kolibri 1.200 B/M)
- Kloake für (Eier, Guanin & Harnsäure)
- Bürzel- (Fett) & Nasendrüse (Salz)



Federn: - Trag- & Steuerfläche beim Fliegen
- Isolation (Temperatur-Regulation)
- Werbung bei sexueller Werbung
- Wasserabweisend

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

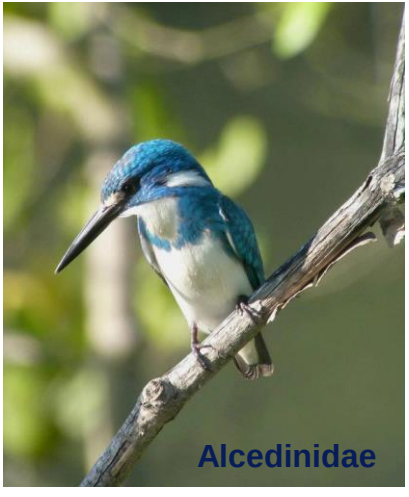
Klasse: Aves (Vögel)

- Ordnung: Nonpasseriformes

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Aves (Vögel)

- Ordnung: Nonpasseriformes



Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

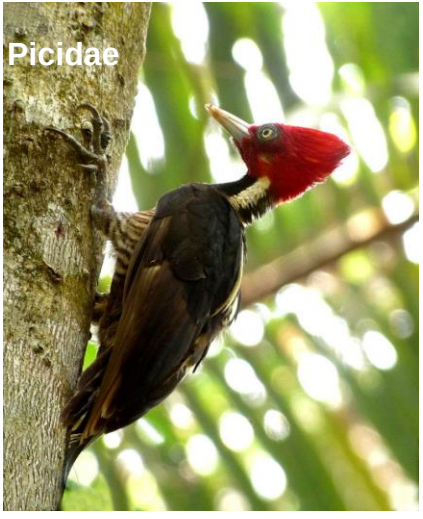
Klasse: Aves (Vögel)

- Ordnung: Nonpasseriformes

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Aves (Vögel)

• Ordnung: Nonpasseriformes



Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Aves (Vögel)

- Ordnung: Passeriformes

Stamm: Chordata (***Chordatiere***)

Klasse: Aves (Vögel)

• Ordnung: Passeriformes

Thank you!