

**ST.0203 Paläontologie**  
**ST.0218 Paläontologie Praktikum**

**3. Biostratigraphie + Cephalopoda**

# Biostratigraphie: Einführung

Die Geschichte des Lebens ist einmalig, da die Evolution andauernd Veränderungen vorantreibt. Somit ist jede Zeit in der Erdgeschichte durch einmalige Fauna und Flora gekennzeichnet, die als **Faunenfolge** bezeichnet wird. Wenn man diese einmalige Abfolge kennt, kann man Gesteine an Hand der in ihnen vorkommenden Organismen datieren. Dieses Forschungsfeld heisst **Biostratigraphie**.

L'histoire de la vie est unique, car l'évolution amène continuellement des changements. Ainsi, chaque période de l'histoire de la Terre est caractérisée par une faune et une flore spécifique, appelée **principe d'identité paléontologique**. Lorsque l'on connaît cette succession unique, on peut dater les roches en fonction des organismes qu'elles contiennent. Ce domaine de recherche s'appelle la **biostratigraphie**.



# Biostratigraphie: Leitfossilien

Obwohl alle Fossilien biostratigraphische Information beinhalten, eignen sich manche besonders. Diese heissen **Leitfossilien**. Gute Leitfossilien besitzen eine Reihe von Merkmalen.

**1. Häufigkeit:** Die Häufigkeit eines Fossils hängt stark mit seiner Grösse zusammen. Im Allgemeinen sind grosse Organismen selten, kleine dagegen sehr häufig. Kleinere Organismen, besonders Mikroorganismen, sind in dieser Hinsicht deshalb die besseren Leitfossilien.

Bien que tous les fossiles contiennent une information biostratigraphique, certains sont meilleurs que d'autres. Ils portent le nom de **fossiles stratigraphiques**. Les bons fossiles stratigraphiques présentent des caractéristiques particulières.

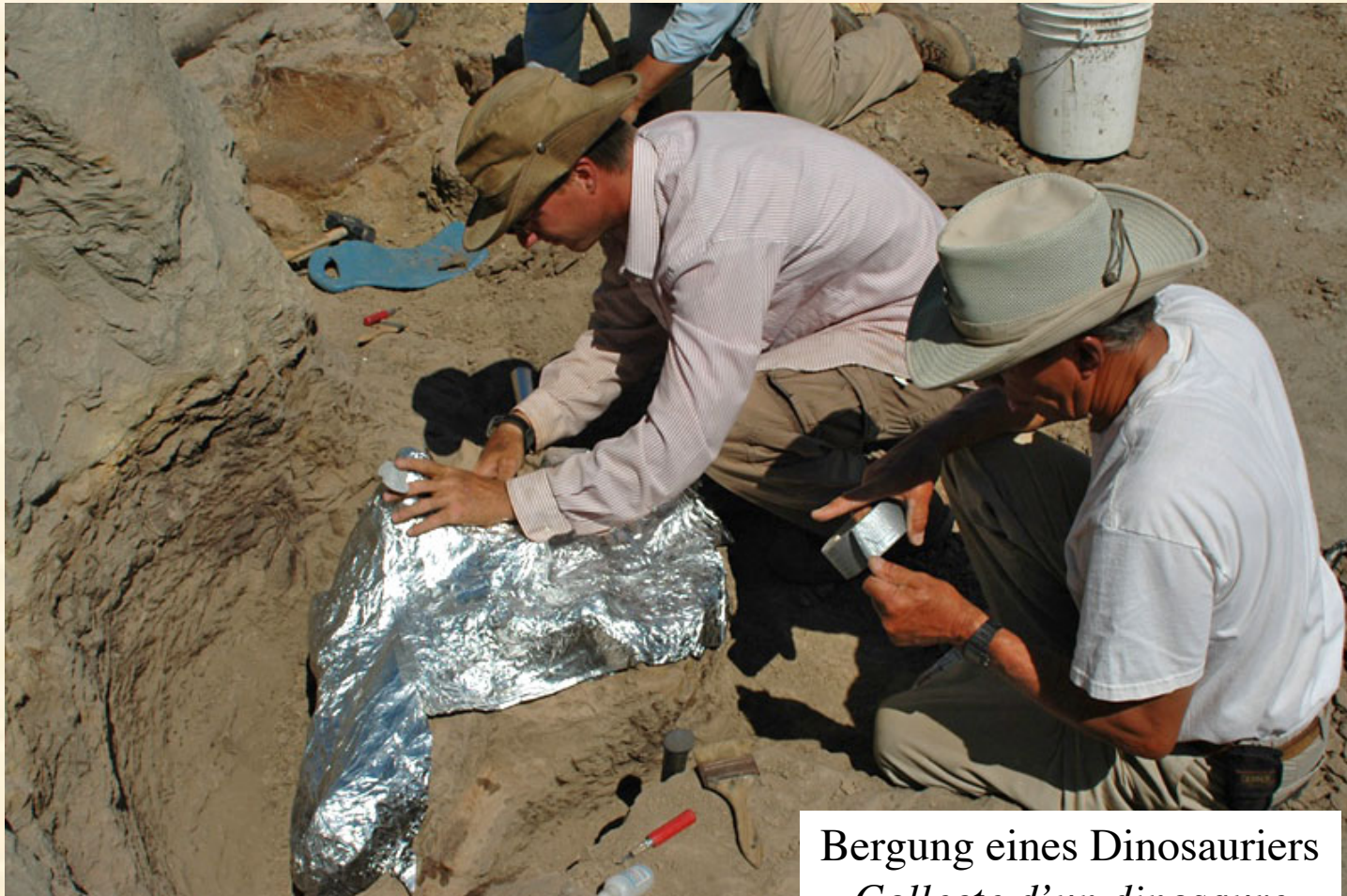
**1. Fréquence :** la fréquence d'un fossile est dépendante de sa taille. En général, les gros organismes sont rares et les petits fréquents. Les petits organismes, en particulier les microorganismes, sont donc en ce sens les meilleurs fossiles stratigraphiques.



# Biostratigraphie: Leitfossilien

**2. Leichte Bergung und Präparation:** Kleinere Fossilien sind leichter zu bergen, da ein Handstück oft schon genügt, um eine Probe zu erhalten. Viele Fossilien können mit Wasser, Seifen, oder Säuren leicht aus dem Stein herausgewaschen werden, andere brauchen dagegen eine aufwendige Aufbereitung im Labor. In schlecht konsolidierten Gesteinen sind Mikrofossilien entsprechend von Vorteil. In gut konsolidierten Gesteinen dagegen eher Mesofossilien.

**2. Préparation et collectes simples :** les petits fossiles sont plus faciles à collecter, du fait qu'une poignée est généralement suffisante pour obtenir un échantillon. Beaucoup de fossiles peuvent facilement être extraits du sédiment à l'aide d'eau, de savons ou d'acides, d'autres nécessitent une préparation plus coûteuse au laboratoire. Dans des sédiments peu consolidés, les microfossiles sont donc avantageux. Dans des sédiments consolidés, on privilégiera les mésofossiles.

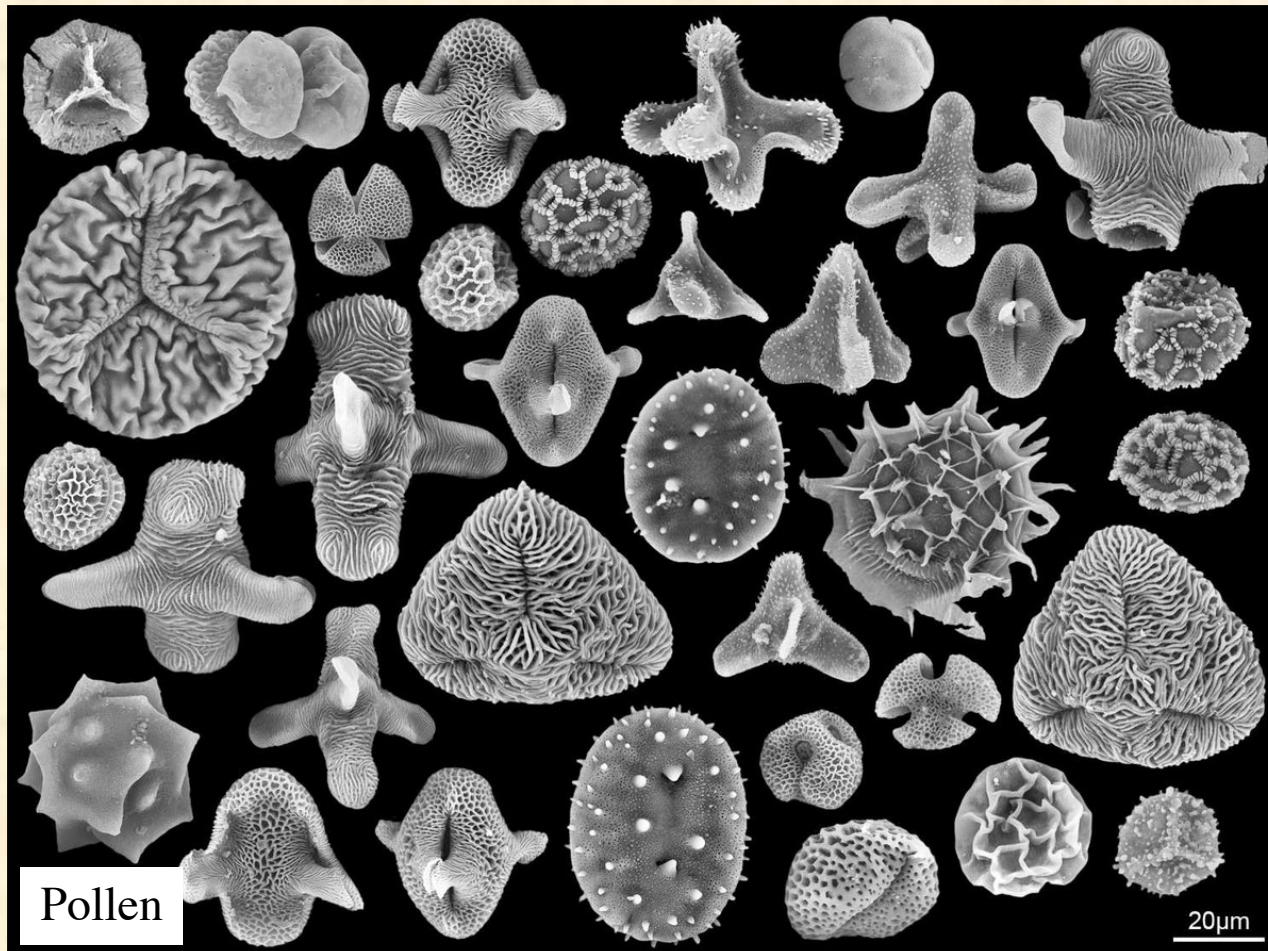


Bergung eines Dinosauriers  
*Collecte d'un dinosaure*

# Biostratigraphie: Leitfossilien

**3. Weite räumliche Verbreitung:** Das wichtigste Instrument der Biostratigraphie ist die **Korrelation**, die zeitliche Gleichstellung von Sedimenten an Hand ihres Fossilinhalts. Je weiter ein Fossil räumlich verbreitet ist, umso wirkungsvoller ist die Korrelation. Die weiteste Verbreitung haben im Meer nektonische und planktonische Organismen. An Land dagegen sind es solche, die leicht vom Wind verweht werden (z.B. Pollen).

**3. Grande répartition spatiale :** l'instrument le plus important de la biostratigraphie est la **corrélacion**, l'équivalence temporelle des sédiments sur la base de leur contenu fossile. Plus un fossile est largement distribué, plus la corrélation est efficace. Dans la mer, les organismes qui ont la plus grande distribution sont les organismes nektoniques et planctoniques. Sur terre, il s'agit des éléments les plus facilement dispersés par le vent (par exemple, les pollens).



# Biostratigraphie: Leitfossilien

**4. Enge zeitliche Verbreitung:** Leitfossilien sind am effektivsten, wenn sie eine möglichst kurze zeitliche Verbreitung haben. Eine präzise Altersdatierung ist nur so möglich. Die zeitlich engste Verbreitung haben Organismen mit einer raschen morphologischen Evolution. Dies trifft besonders auf morphologisch komplexe Makro- und Mesofossilien zu.

**4. Distribution temporelle courte :** les fossiles stratigraphiques sont le plus utile lorsqu'ils ont une distribution temporelle courte. Une datation précise n'est possible que dans ce cas précis. Les organismes avec la distribution temporelle la plus courte sont ceux qui ont une évolution morphologique rapide. Cela concerne particulièrement les macro- et mésofossiles aux morphologies complexes.

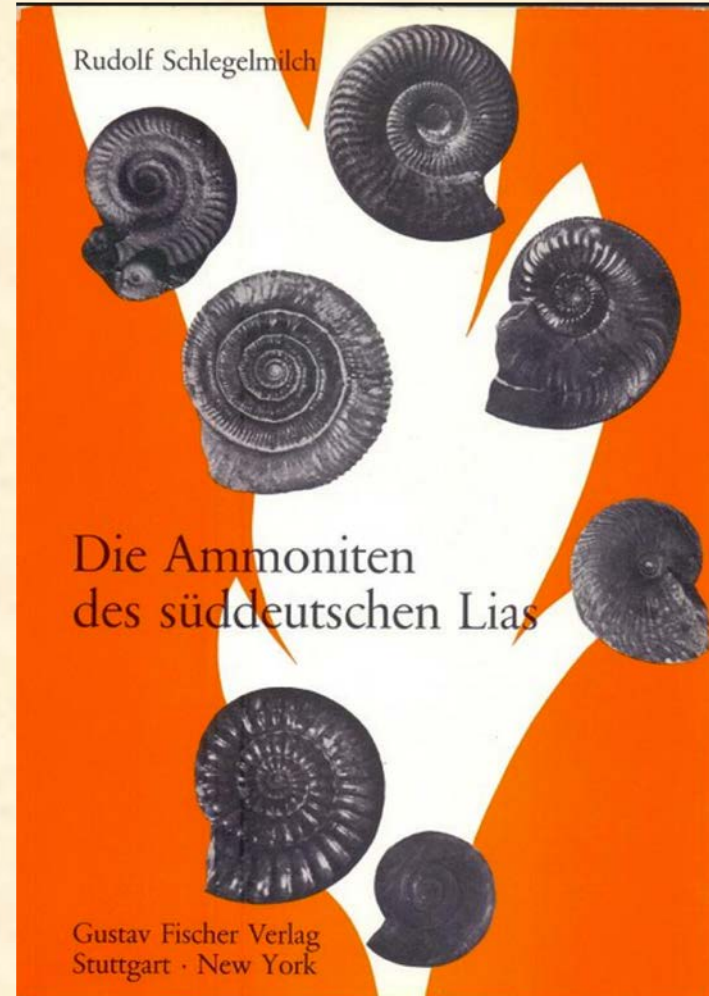


Ammoniten

# Biostratigraphie: Leitfossilien

**5. Leichte Bestimmbarkeit:** Um als Leitfossil eingesetzt zu werden, muss jeder Fund zuerst korrekt bestimmt (=identifiziert) werden. Morphologisch komplexe Organismen sind am einfachsten zu bestimmen, da sie viele Merkmale aufweisen. Makro- und Mesofossilien können häufig schon im Gelände bestimmt werden.

**5. Identification facile :** pour être défini comme fossile stratigraphique, chaque trouvaille doit d'abord être déterminée (=définie) correctement. Les organismes à morphologie complexe sont les plus simples à identifier, car ils présentent beaucoup de caractéristiques. Les macro- et mésofossiles peuvent souvent être déterminés sur le terrain.



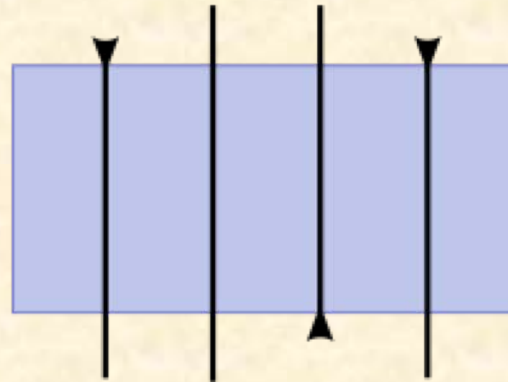




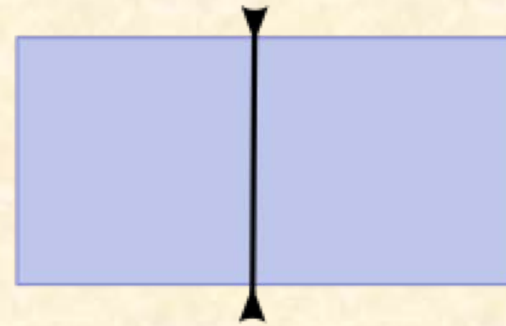
# Biostratigraphie: Leitfossilien

Die kleinste Menge an Zeit, die biostratigraphisch erkannt werden kann, ist die **Biozone**. Man unterscheidet verschiedene Typen von Biozonen. Eine **assemblage biozone** ist definiert durch mehrere auf einmal vorkommende Fossilien. Die **taxon range biozone** nutzt das Vorkommen von nur einer Fossilart, die **concurrent range biozone** dagegen das Vorkommen von zwei Arten. Eine **lineage biozone** ist definiert durch das Vorkommen eines bestimmten Morphotyps innerhalb einer Stammlinie.

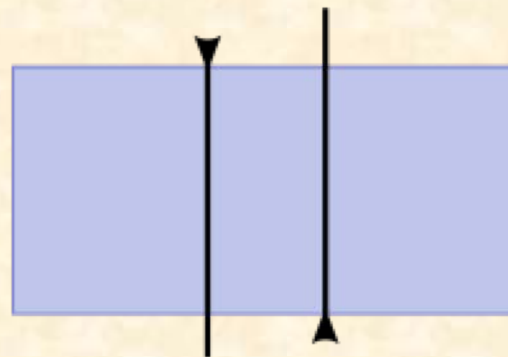
La plus petite unité de temps déterminable biostratigraphiquement est la **biozone**. On distingue plusieurs types de biozones. Une **biozone d'association** est définie par la présence de plusieurs fossiles au même moment. La **biozone de distribution totale d'un taxon** repose sur la présence d'un seul fossile, alors que la **biozone de distribution concomitante** repose sur deux taxons. La **biozone de distribution à zone de lignage** est définie par l'apparition d'un morphotype particulier au sein d'une lignée.



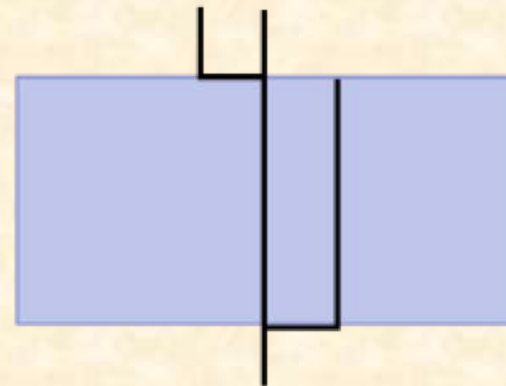
Assemblage biozone



Taxon range biozone



Concurrent range biozone

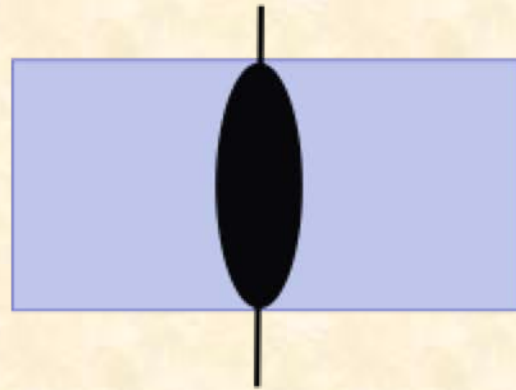


Lineage biozone

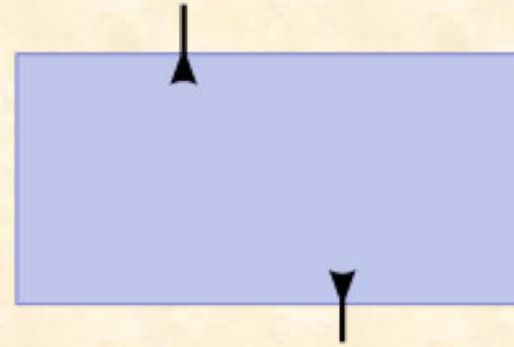
# Biostratigraphie: Leitfossilien

Eine *abundance biozone* wird definiert durch eine Phase der Evolution, während dessen eine bestimmte Fossilart besonders häufig vorkommt. Im Gegensatz wird eine *interval biozone* durch das Fehlen von Arten definiert.

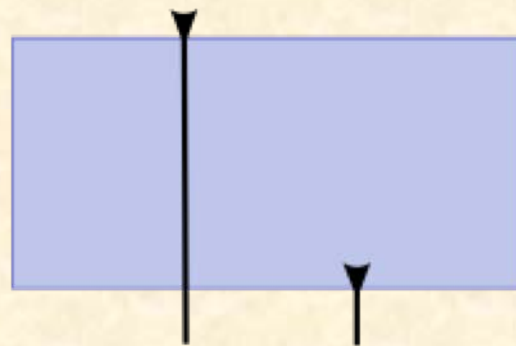
La **biozone d'abondance** est définie par une phase de l'évolution durant laquelle une espèce fossile devient particulièrement abondante. La **biozone d'intervalle** est caractérisée par l'absence de taxons.



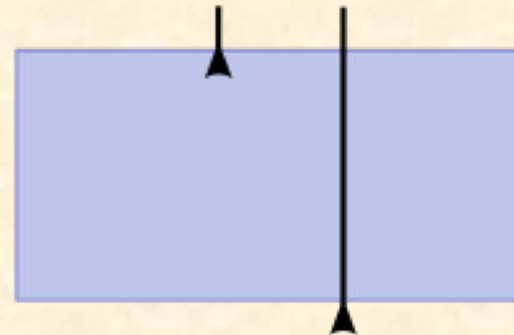
Abundance (acme) biozone



Interval biozone



Interval biozone

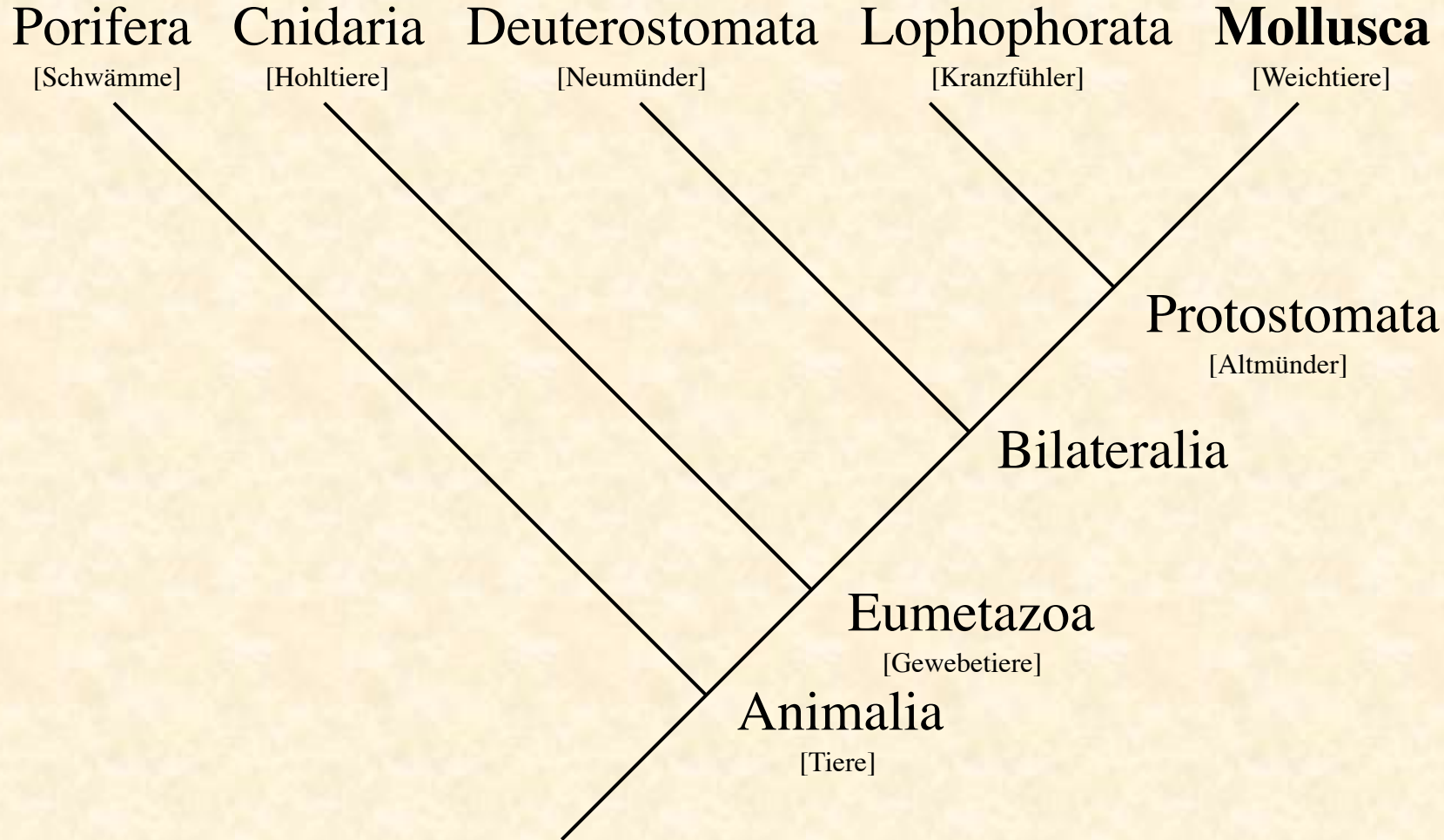


Interval biozone

# Cephalopoda: Phylogenie

**Cephalopoden** (= **Kopffüßer**) sind eine Untergruppe der **Mollusken** und sind somit nahe Verwandte der Gastropoden und Bivalven.

Les **céphalopodes** sont un sous-groupe des **mollusques**, un embranchement particulier des animaux, et sont donc apparentés aux gastéropodes et aux bivalves.



# Cephalopoda: Diversität

Cephalopoda ist mit nur ca. **1'000** rezenten Art nicht besonders divers. Im Gegensatz dazu sind bisher ca. **15'000** fossile Arten beschreiben.

Les céphalopodes comptent environ **1000 espèces** actuellement, ce qui en fait un groupe peu diversifié. **15 000 espèces** fossiles sont également connues.

*Argonauta*



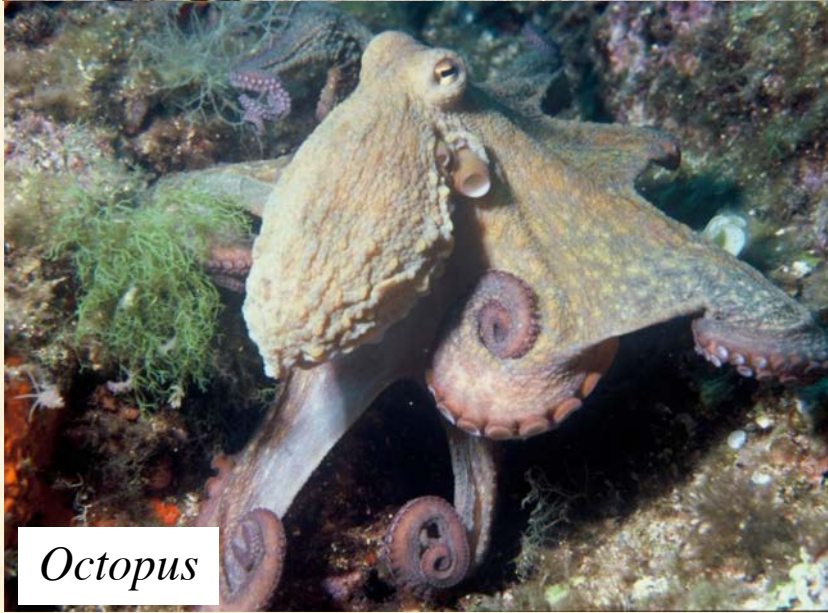
*Sepia*



*Nautilus*



*Octopus*



# Cephalopoda: Morphologie

Cephalopoden haben einen gut entwickelten **Kopf** mit komplex entwickelten **Augen** und einer gehirnähnlichen Ansammlung von **Nervenganglien**. Der **Fuss** ist in ein **Tentakelring** umgebildet. Dieser dient der Ernährung und/oder der Fortbewegung. Der Siphon ist in den muskulären **Trichter** umgebaut und dient der Fortbewegung. Je nach Gruppe produziert der Mantel eine **aragonitische Aussenschale** oder eine **Innenschale**. Tiere mit Aussenschale sind gut geschützt, sind aber langsame Schwimmer. Tiere mit Innenschale sind weniger gut geschützt, sind dafür umso wendiger. Noch dazu können Tiere mit Innenschale zum Schutz Tinte ("Tintenfische") ausstossen und die Form und Farbe ihrer Haut Blitzschnell ändern.

Les céphalopodes ont une **tête** bien développée avec des **yeux** bien développés et un assortiment cérébral de **ganglions nerveux**. Le **pie** est transformé en une **couronne de tentacules**. Cette dernière est destinée à l'alimentation et à la locomotion vers l'avant. Le siphon est transformée en un **hyponome** musculaire et sert à la locomotion vers l'avant. En fonction des groupes, le manteau produit une **coquille externe aragonitique** ou une **coquille interne**. Les organismes possédant une coquille externe sont bien protégés mais sont de plus lents nageurs. Les organismes possédant une coquille interne sont moins bien protégés, mais sont plus rapides. Afin de se protéger, les céphalopodes à coquille interne peuvent expulser une encre et changer rapidement la couleur et la forme de leur peau.

Tentakelring

Aussenschale

Innenschale

Auge / oeil

*couronne de tentacules*

*coquille externe*

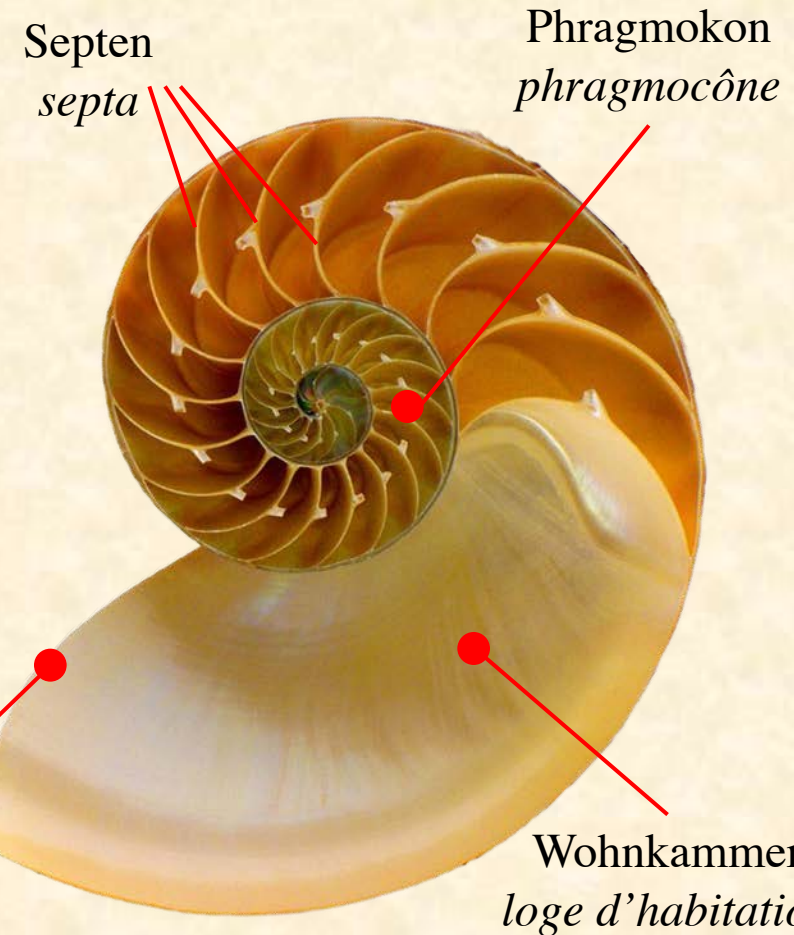
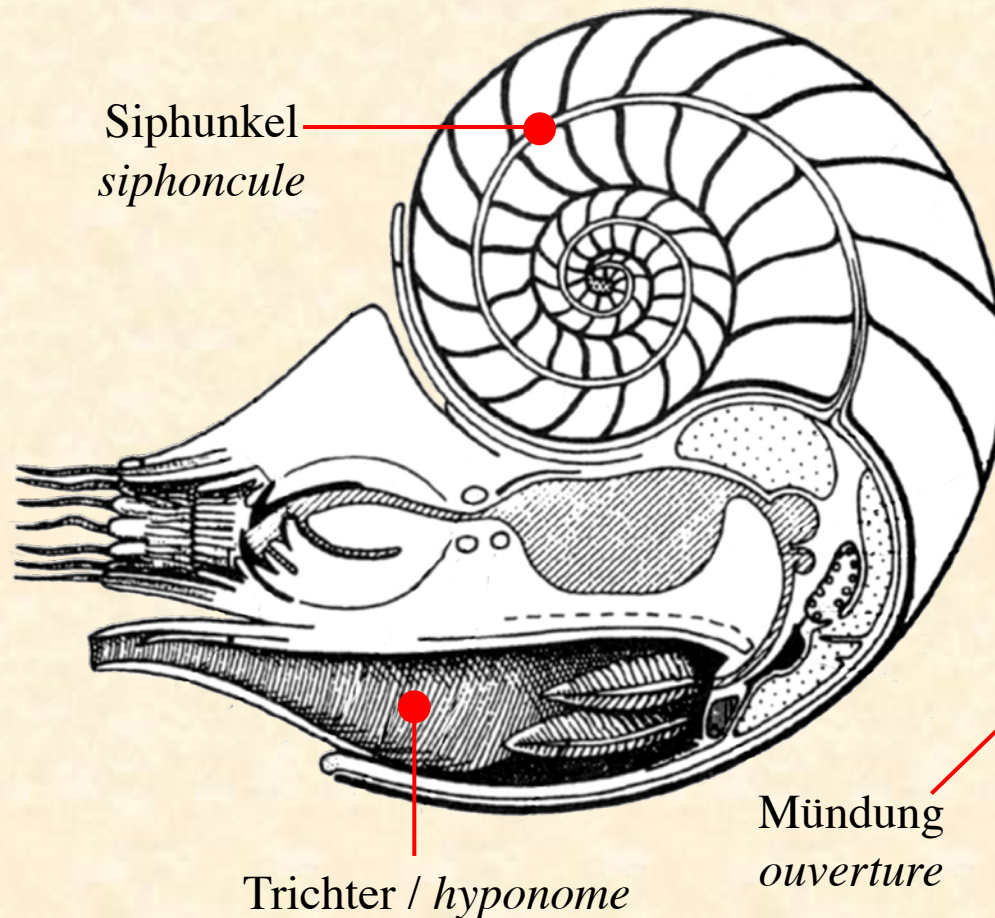
*coquille interne*



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Aussenschale der Cephalopoden ist **gekammert**. Die Kammern sind von einander durch **Septen** (=Scheidewände) getrennt. Das Tier bewohnt die vorderste Kammer (= **Wohnkammer**) und schaut zur **Mündung** heraus. Alle anderen Kammern (= **Phragmokon**) sind mit einer Mischung aus Gasen und Wasser gefüllt und werden von dem **Siphunkel** durchzogen. Die Menge an Gasen im Phragmokon kann durch das Siphunkel gesteuert werden. Das Phragmokon dient daher als **Auftriebsorgan**. Während des Wachstum zieht sich das Tier nach vorne und legt ein neues Septum nach hinten an.

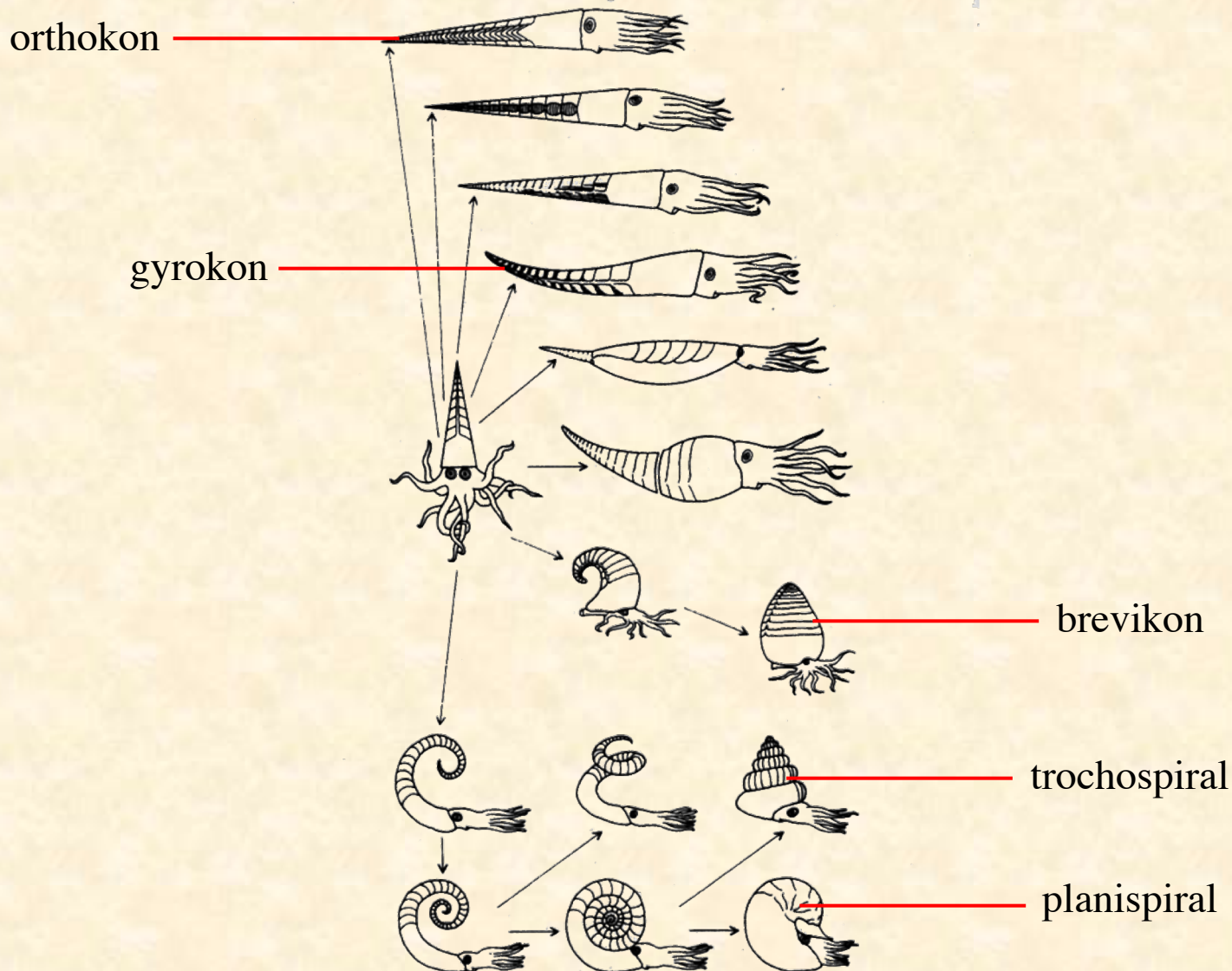
La coquille externe des céphalopodes est **camérale** (plusieurs chambres/loges). Les loges sont séparées les unes des autres par des **septa** (cloisons). L'animal vit dans la première loge (**loge d'habitation**) et regarde à travers **l'ouverture**. Toutes les autres loges (= **phragmocône**) sont remplies d'un mélange de gaz et d'eau et sont traversées par le **siphoncule**. La quantité de gaz dans le phragmocône peut être contrôlée par le siphon. Le phragmocône sert alors **d'organe de flottabilité**. Durant la croissance, l'animal s'étire vers l'avant et dépose un septum supplémentaire vers l'arrière.



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Aussenschale kann leicht gebogen (**gyrokon**), kurz (**brevikon**) oder hochspiral (**trochospiral**) sein. Die meisten Formen sind aber gestreckt (**orthokon**) oder flachspiral (**planispiral**).

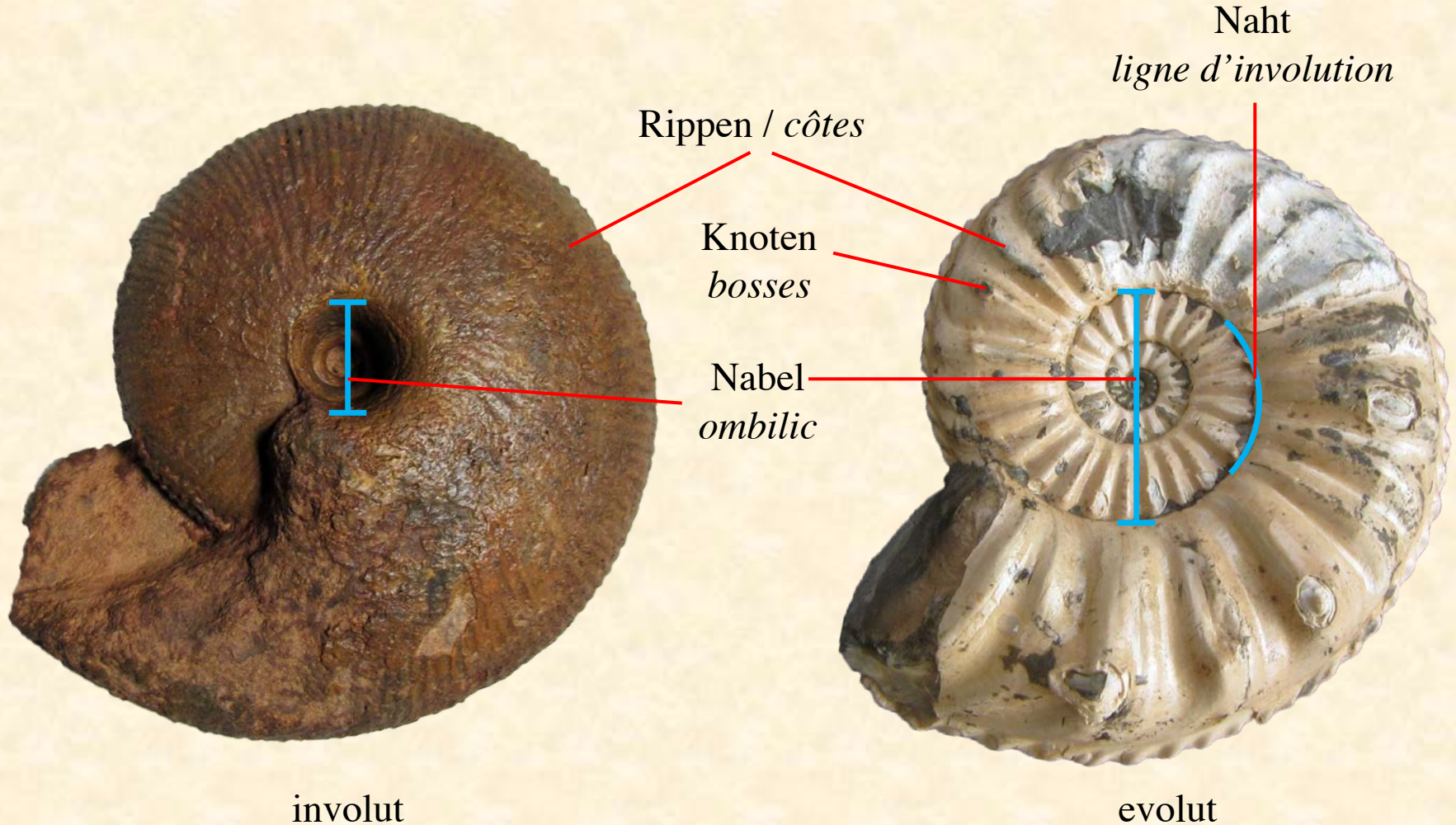
La coquille externe peut être légèrement pliée (**gyrocône**), courte (**brévicône**) ou bien hautement spiralée (**trochospiralée**). La plupart des formes sont étirées (**orthocône**) ou en spirale aplatie (**planispiralé**).



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Schale wächst entlang der Mündung nach vorne. Hierdurch entstehen **Wachstumslinien**. Die Linie an der zwei Windungen bei spiralen Formen aufeinandertreffen heisst **Naht**. Die letzte Windung umschliesst den **Nabel**. Dieser reicht von **involut** (=engnablig) bis **evolut** (=weitnablig). Die Schale kann mit **Rippen** und **Knoten** dekoriert sein.

La coquille s'accroît le long de l'ouverture vers l'avant. De par ces processus se forment des **lignes de croissance**. La ligne entre deux tours de coquilles chez les formes spiralées s'appelle la **ligne d'involution**. Le dernier tour renferme l'**ombilic**. Ce dernier peut être **involute** (étroit) à **évolute** (large). La coquille peut être ornée de **côtes** et de **bosses**.





# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Entlang der Mittellinie bilden viele Formen mit Aussenschale einen **Kiel**.

Chez beaucoup de formes à coquille externe, on trouve le long de la ligne médiane une **carène**.

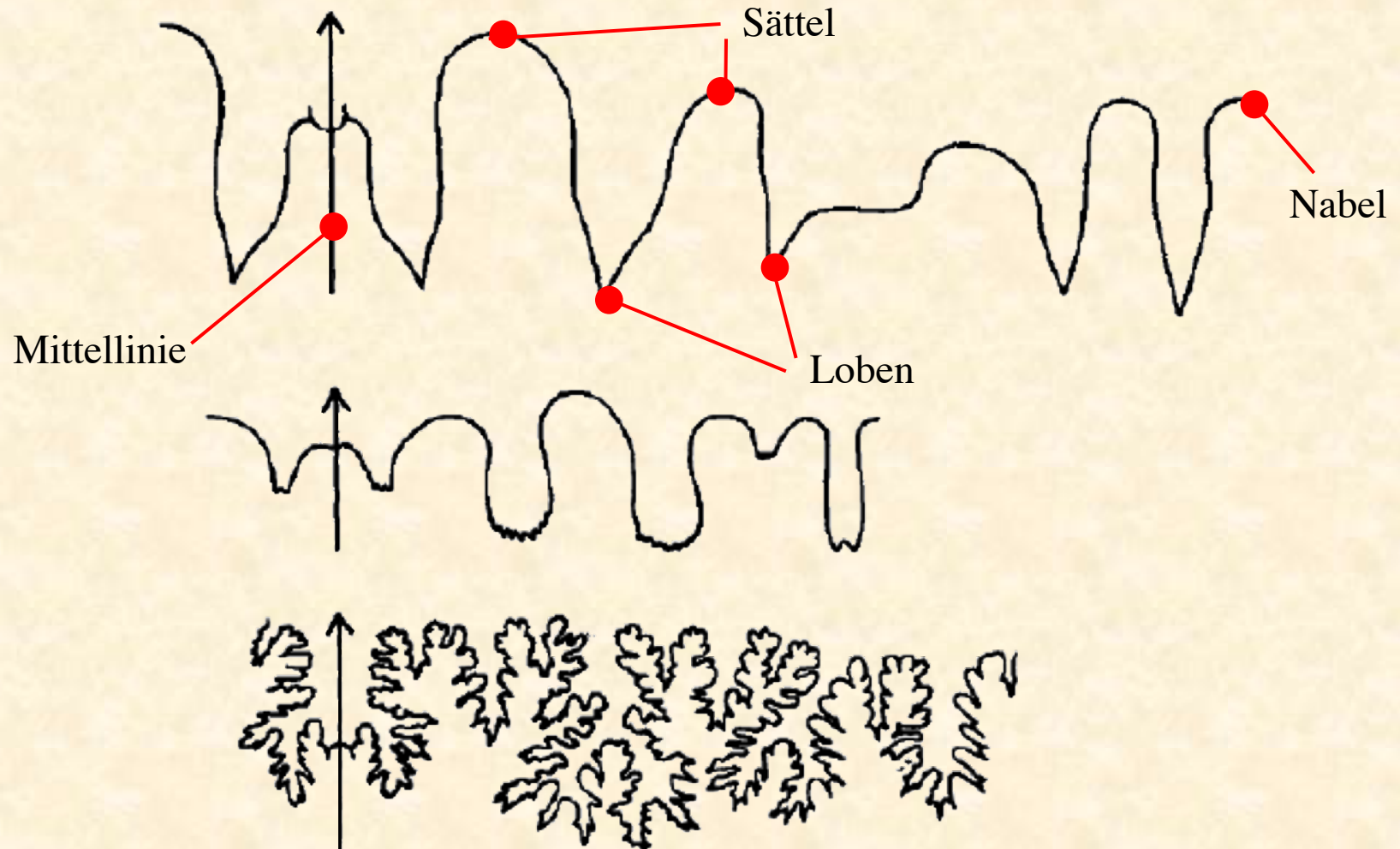


Kiel  
*carène*

# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Wenn die Schale intakt ist, kann man von aussen die Septen *nicht sehen*. Die Septen sind bei Steinkernen aber als Linien erkennbar, welche **Lobenlinien** genannt werden. Die Linien werden von der Mittellinie bis zum Nabel in Diagrammen graphisch dargestellt. Ausbuchtungen nach vorne und hinten heissen **Sättel** und **Loben**. Man unterscheidet vier Lobenlinien-Typen: **orthoceratitisch**, **goniatitisch**, **ceratitisch**, und **ammonitisch**.

Lorsque la coquille est intacte, les septa **ne sont pas visibles** depuis l'extérieur. Pour les moules internes, les septa sont reconnaissables au travers de lignes appelées **lignes de suture**. Ces lignes forment des ornements particuliers de la ligne médiane jusqu'à l'ombilic. Les renflements vers l'avant et l'arrière s'appellent des « **selles** » et **lobes**. On distingue 4 types de lignes de suture : **orthocératique**, **goniatitique**, **cératitique** et **ammonitique**.



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Lobenlinie von **orthoceratitischen** Cephalopoden ist gerade bis gebogen.

Les lignes de suture des céphalopodes **orthocératitiques** vont d'une forme droite à enroulée.



orthoceratitische Lobenlinien



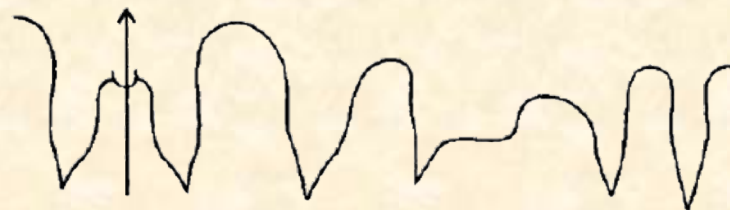
# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Lobenlinie von **goniatitischen** Cephalopoden ist ausgezeichnet durch klar geformte Loben und Sättel.

Les lignes de suture des céphalopodes **goniatitiques** sont ornementées de « selles » et lobes bien marqués.



goniatitische Lobenlinien



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

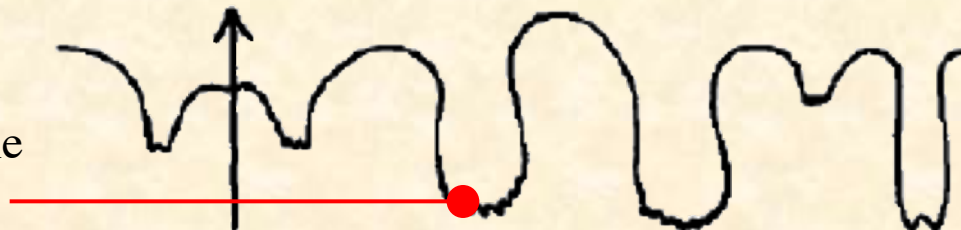
**Ceratitische** Lobenlinien sind charakterisiert durch gerundete Sättel und "zerschlissene" Loben.

Les lignes de suture des céphalopodes **cératitiques** sont caractérisées par des selles arrondies et des lobes refermés.



goniatitische Lobenlinien

zerschlissene  
Loben



# Cephalopoda: Morphologie: Aussenschale

Die Lobenlinie von **ammonitischen** Cephalopoden besitzt sowohl stark zerschlissene Loben als auch Sättel.

Les lignes de suture de céphalopodes **ammonitiques** comporte des lobes et selles en lambeaux.



ammonitische Lobenlinien



# Cephalopoda: Morphologie: Aptychen

Eine Gruppe von Cephalopoden mit Aussenschale (Ammonitida) besitzt **kalzitische Aptychen**. Die genaue Funktion von Aptychen ist nicht klar, aber sie dienten wahrscheinlich entweder als Gehäusedeckel oder als Kieferelemente. Aptychen werden meistens isoliert gefunden, können aber auch mit der Schale gefunden werden.

L'un des groupes de céphalopodes à coquille externe (Ammonitida) possède des **aptychii en calcite**. La fonction exacte des aptychii n'est pas claire, mais ils servaient probablement d'opercule ou bien de mandibules. Les aptychii sont souvent trouvés isolés, mais sont parfois retrouvés avec la coquille.

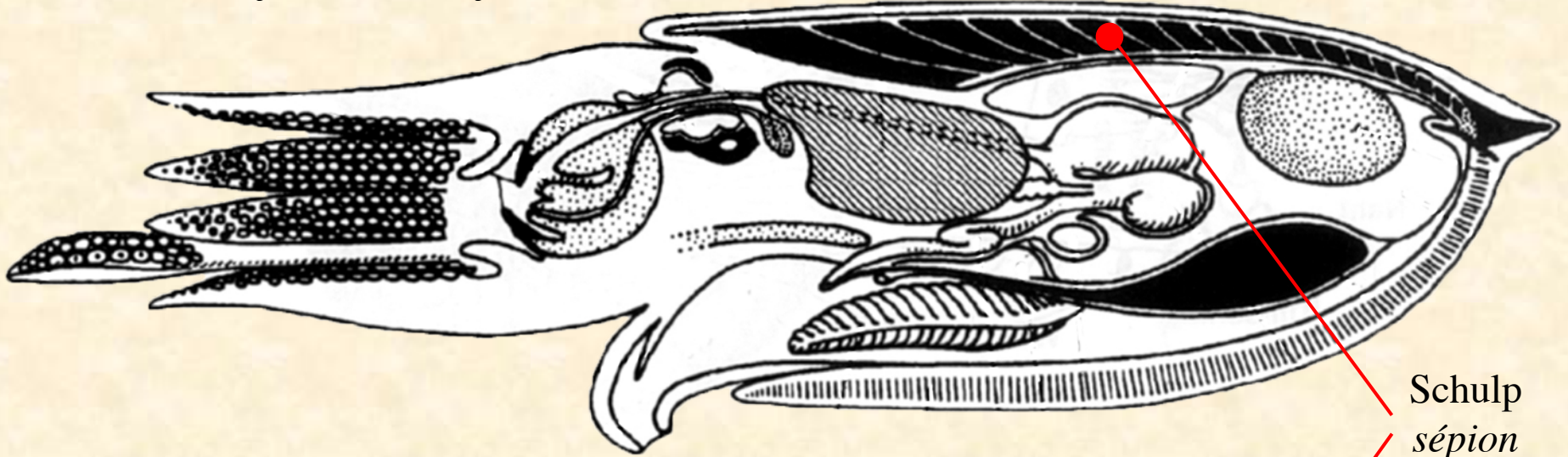


Aptychen / *aptychii*

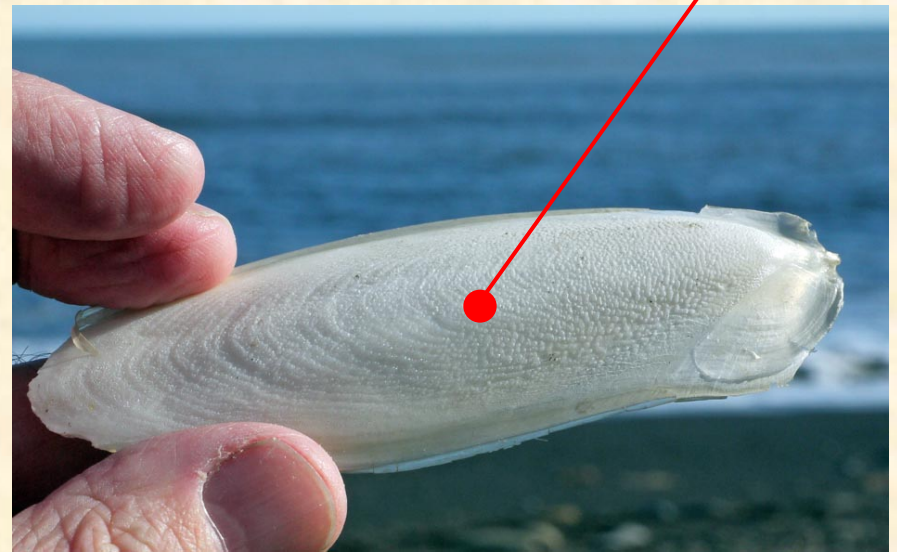
# Cephalopoda: Morphologie: Innenschale

Eine Gruppen von Cephalopoden (Coleoidea) hat die Aussenschale in eine teilweise bis komplett reduzierte **Innenschale** umgewandelt. Dieses besteht weiterhin aus **Aragonit**. Bei rezenten Coloeoideen ist das Innenskelett am besten erhalten bei *Sepia* und heisst *Schulp*.

Un des groupes de céphalopodes (Coléoïdes) a partiellement ou totalement transformé sa coquille externe en une **coquille interne** réduite. Celle-ci est composée d'aragonite. Chez les coléoïdes actuels, la coquille interne est la mieux préservée chez *Sepia* et s'appelle le **sépion**.



Schulp  
sépion



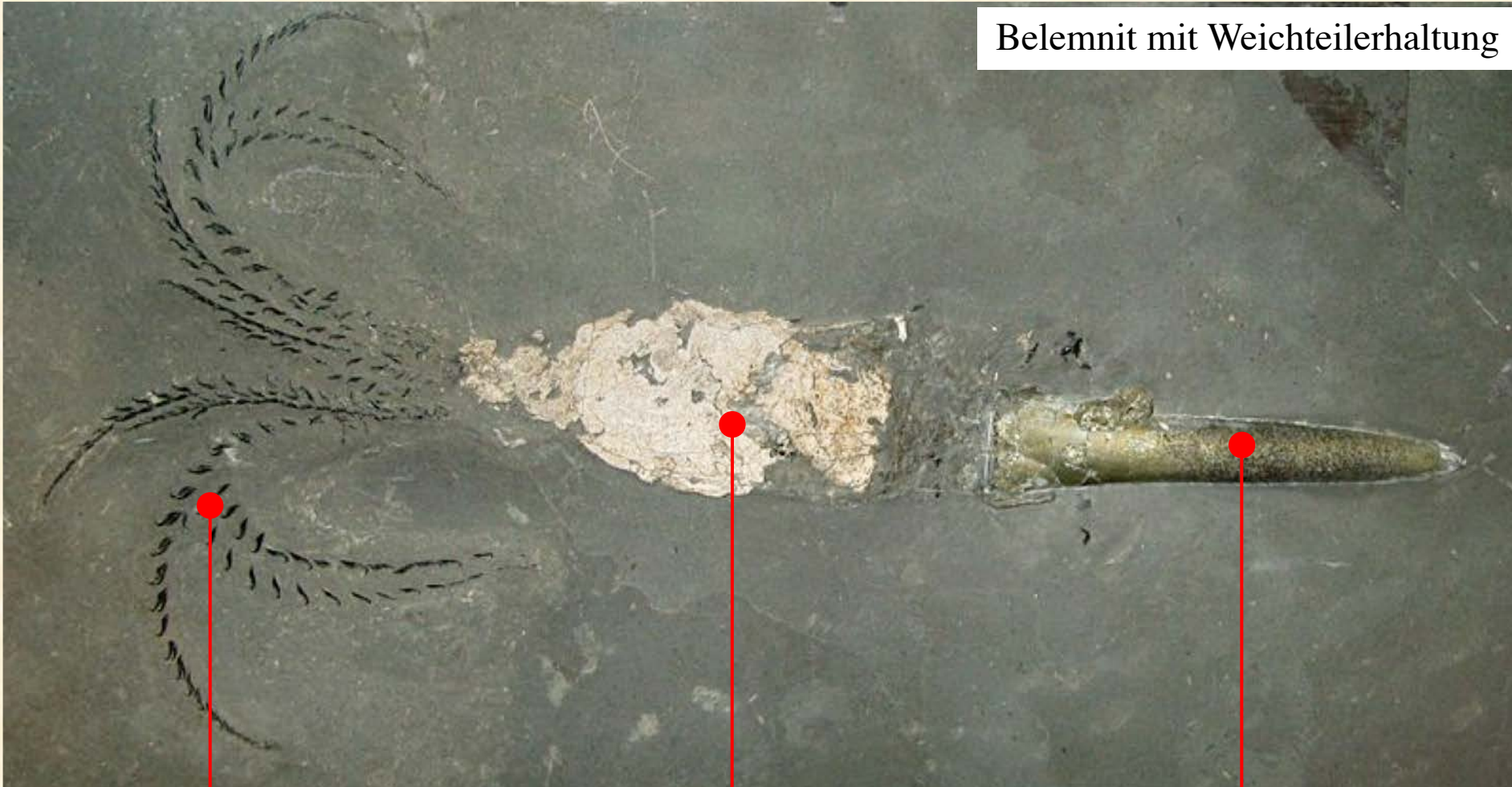


# Cephalopoda: Morphologie: Innenschale

Eine fossile Gruppe von Cephalopoden mit Innenschale, die Belemniten, besitzt ein schulpartige Innenschale, welches posterior von einem **Rostrum** umgeben wird.

Les bélemnites, un groupe de céphalopodes fossiles à coquille interne, possèdent une coquille interne de type sépion, qui est entourée postérieurement par un **rostre**.

Belemnit mit Weichteilerhaltung



Tentakel

Phragmokon

Rostrum

# Cephalopoda: Ökologie

Cephalopoden sind meist **nektonisch** und **marine**. Die meisten Formen sind aktive Räuber (**karnivor**), die ihre Beute mit ihren flexiblen Fangarmen überwältigen. Einige Gruppen sind aber auch Filtrierer, unter anderem wahrscheinlich auch die Ammoniten.

Les céphalopodes sont majoritairement **nectoniques** et **marins**. La plupart des formes sont des chasseurs actifs (**carnivores**), qui attrapent leurs proies à l'aide de leurs tentacules flexibles. Certains groupes sont aussi filtreurs, notamment comme les ammonites.



# Cephalopoda: Erhaltung

Nach dem Tod verwesen die Weichteile meist sehr schnell. Sie sind deshalb nur extrem selten fossil erhalten (siehe Belemniten). Die verbleibende Aussenschale kann weit verdriftet werden, falls sie noch immer Luft beinhaltet. Je nach Umstand, können die Kammern nach der Einbettung leer bleiben, oder mit Sediment oder Mineralien verfüllt werden. Hiervon hängt wiederum ab, ob die Kammern während der weiteren Diagenese kompaktiert werden.

Après la mort, les tissus mous disparaissent rapidement. Ils ne sont donc que rarement préservés dans le registre fossile (cf. bélemnites). La coquille externe restante peut être transportée dans le cas où elle contient encore de l'air. Selon les circonstances, les loges peuvent rester vides après l'enfouissement, ou être remplies de sédiments ou minéraux. De cela découle le fait que les loges seront compactées ou non durant la diagenèse.



Ostrakum gelöst, Periostrakum pyritisiert,  
Schale kompaktiert



Kammern mit Sediment oder Zement verfüllt,  
Ostrakum Umkristallisiert

# Cephalopoda: Erhaltung

Das Rostrum hat ein sehr gutes Erhaltungspotenzial, da es aus **solidem Kalzit** aufgebaut ist. Grosse Ansammlungen von Rostren heissen umgangssprachlich "Belimniten-Schlachtfelder".

Le rostre a un potentiel de préservation élevé, notamment du fait qu'il est composé de **calcite**. Les grosses accumulations de rostres portent le nom familier de « champs de bataille de bélemnites ».



Tentakel

Phragmokoll

Rostrum

# Cephalopoda: Systematik

## 1: Nautiloidea

- \* Aussenschale, orthoceratitisch, gestreckt bis gerollt, Siphunkel zentral
- \* wahrscheinlich paraphyletisch
- \* Kambrium bis Rezent (*Nautilus*)

## 2: Ammonoidea

- \* Aussenschale, gerollt, Siphunkel marginal

### 2.1. Goniatitida

- \* goniatitisch
- \* Devon – Perm, **Leitfossilien**

### 2.2. Ceratitida

- \* ceratitisch
- \* Trias, **Leitfossilien**

### 2.3. Ammonitida

- \* ammonitisch
- \* Jura–Kreide, **Leitfossilien**

## 3: Coleoidea

- \* Innenschale
- \* Devon bis Rezent

## 1: Nautiloidea

- \* coquille externe, orthocératitique, étirée à enroulée, siphoncule central
- \* probablement paraphylétique
- \* Cambrien à actuel (*Nautilus*)

## 2: Ammonoidea

- \* coquille externe, enroulée, siphoncule marginal

### 2.1. Goniatitida

- \* coquille goniatitique
- \* Dévonien au Permien, **fossile stratigr.**

### 2.2. Ceratitida

- \* coquille cératitique
- \* Trias, **fossile stratigraphique**

### 2.3. Ammonitida

- \* coquille ammonitique
- \* Jurassique–Crétacé, **fossile stratigr.**

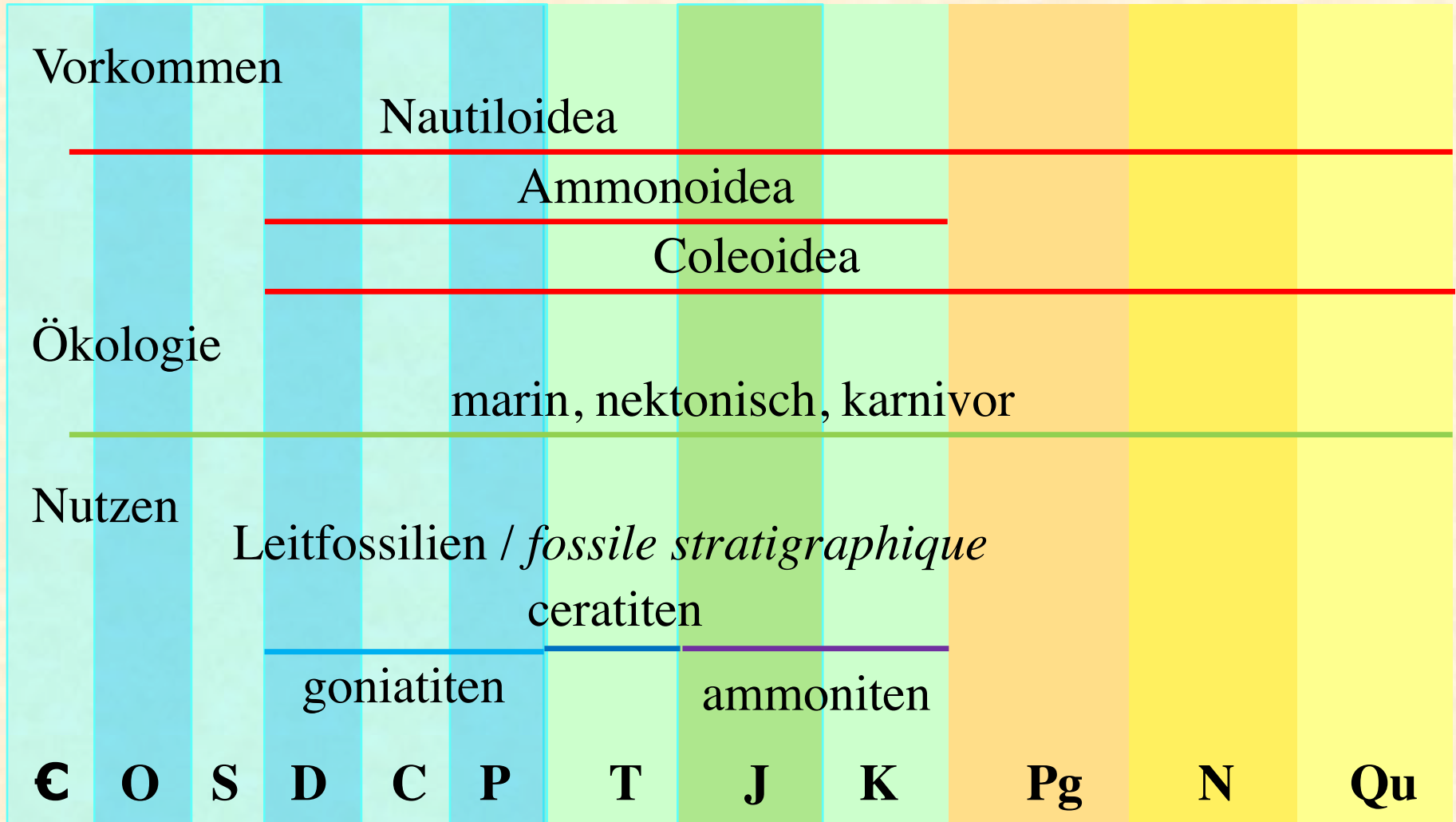
## 3: Coleoidea

- \* coquille interne
- \* Dévonien à actuel

# Cephalopoda: Evolution

Es gibt Cephalopoden seit dem Spätkambrium. Die drei wichtigsten Untergruppen der Ammonoidea, Goniatita, Ceratitida, und Ammonitida, sind wichtige Leitfossilien vom Devon bis zur Kreide.

Les céphalopodes existent depuis la fin du Cambrien. Les 3 plus importants sous-groupes des Ammonoidea, les Goniatitida, Ceratitida et Ammonitidam sont des fossiles stratigraphiques importants du Dévonien jusqu'au Crétacé.



# Cephalopoda: Videos

Tentakel: <https://www.youtube.com/watch?v=AG6JebW63f4>

Tinte: [https://www.youtube.com/watch?v=aq0nt\\_iBOKI](https://www.youtube.com/watch?v=aq0nt_iBOKI)

Haut: <https://www.youtube.com/watch?v=0wtLrIIKvJE>

Nautilus: <https://www.youtube.com/watch?v=EeOW19mXFSI>

Jagd: <https://www.youtube.com/watch?v=K5CZ74ybnbE>

Evolution: <https://www.youtube.com/watch?v=S4vxop-IF2M&t=3s>