



NATURHISTORISCHES MUSEUM BERN
MUSEE D HISTOIRE NATURELLE
NATURAL HISTORY MUSEUM

Bernastrasse 15, 3005 Bern
Telefon 031 350 71 11, Telefax 031 350 74 99

Museumspädagogik
Telefon 031 350 72 70
www.nmbe.ch

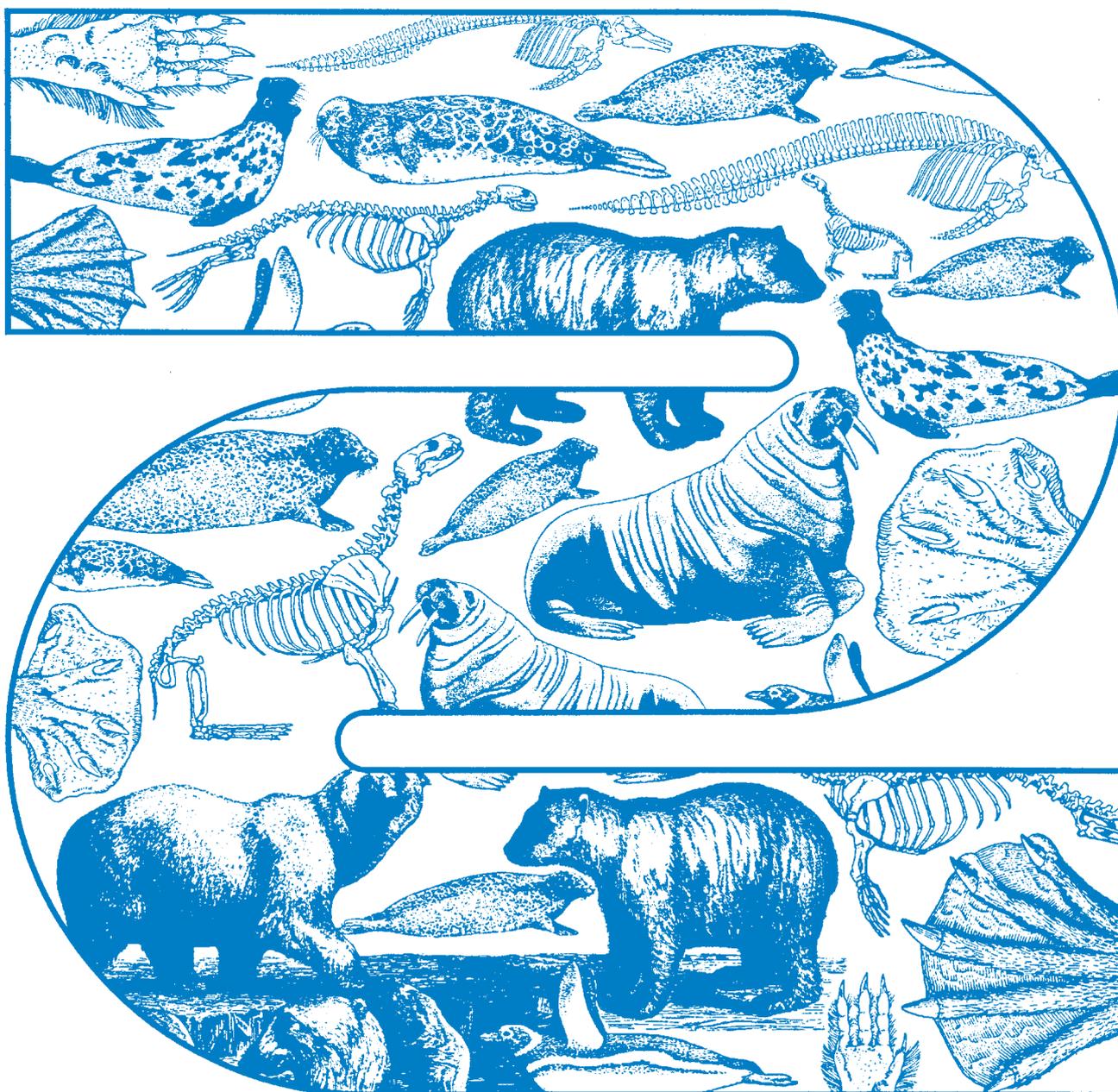
Lernweg

1

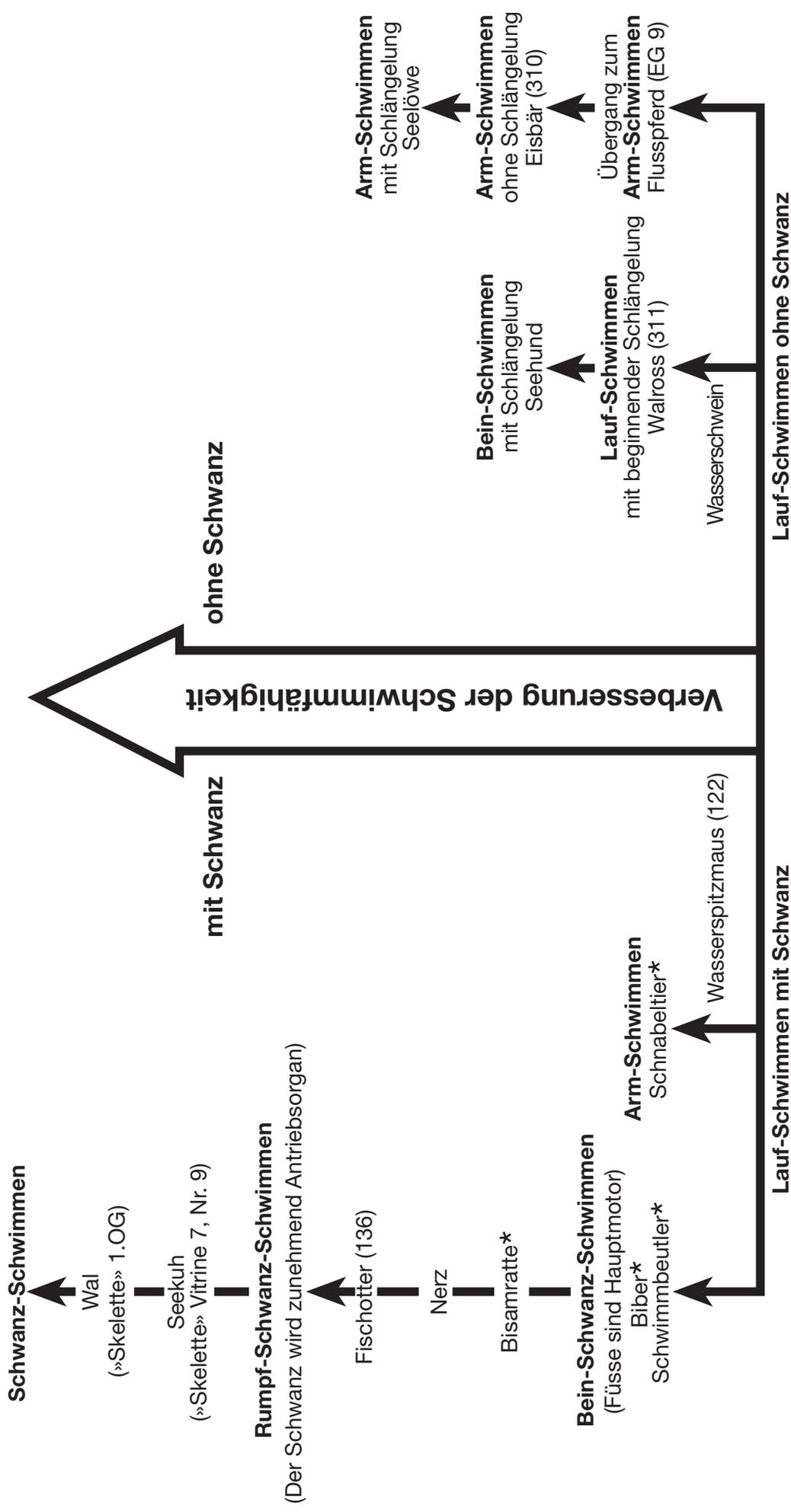
Zielpublikum: ab 16 Jahren
Zeitbedarf: 45 Minuten
Schwierigkeitsgrad: anspruchsvoll

Anpassung der Säugetiere ans Wasserleben

Spiegel der Stammesgeschichte (Evolution)



Anpassung der Säugetiere ans Wasserleben



Die Nummern hinter den Tiernamen beziehen sich auf die Dioramen im 1. Stock - ausgenommen: Flusspferd (EG)

* Wandvitrine 1. OG neben Infothek

ENTDECKT / Walskelett

Landgänger und Schwimmer

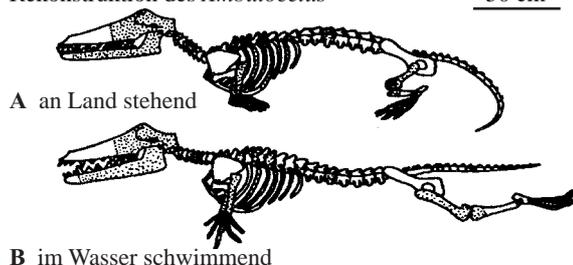
sda. In Pakistan ist das Skelett eines Wals entdeckt worden, der zu Lande genauso zu Hause war wie im Wasser. Das Fossil wurde aus 52 Millionen Jahre altem Gestein der Kuldana-Formation geborgen. Es zeigt Gliedmassen und Füsse, mit denen sich der Wal auf dem Land ähnlich wie ein Seelöwe bewegte. Seine Bewegung im Wasser beschreiben amerikanische und pakistanische Forscher mit «einer Mischung aus Seehund und Otter».

Das Skelett dokumentiert wie kein anderer Fossilfund zuvor, wie Wale sich von vierbeinigen Landgängern zu Schwimmern entwickelten. Zwar war die Familiengeschichte der *Cetacea*, der ausser dem Wal auch Delphine und Tümmler zugeordnet werden, schon längst bekannt. Überrascht aber waren die Forscher vom Fund eines Fossils, das ihren evolutionären Übergang vom Land- zum Wassertier zeigt.

Das Tier hatte etwa die Grösse eines heutigen See-löwen (*Otaria byronia*) und wog rund 300 Kilogramm. Das berichteten die amerikanischen und pakistanischen Wissenschaftler von der Northeastern Ohio University in Rootstown in der am Freitag erschienenen Ausgabe des Wissenschaftsmagazins «Science».

Rekonstruktion des *Ambulocetus*

50 cm



Zeitungsmeldung, erschienen im «Bund» vom 15.1.1994

Sie werden verschiedene «Antriebsarten» und «Antriebsverbesserungen» von heute lebenden Säugern kennenlernen.

GLOSSAR

anatomisch	den Körperbau betreffend	Diorama	Lebensbild / Schaufenster
aquodynamisch	bestens an die Bewegung im Wasser angepasste Form	Fauna	Tierwelt
Arme	Vordergliedmassen	fossil	versteinert
Beine	Hintergliedmassen	rudimentiert	rückgebildet
biologisch	lebenskundlich	spindelförmig	
Cetacea	Ordnung Wale	Tümmler	Delphin (= Zahnwal)
		Wale	Barten- und Zahnwale

Säugetiere, die im Wasser leben (z.B. Wale und Delphine), haben sich im Laufe der Zeit von landlebenden Tieren zu Wassertieren entwickelt und sich ans Leben in diesem Lebensraum angepasst. Das schliessen die Evolutionsforscher aus den Fossilfunden, die sie zu einer möglichen Entwicklungsreihe zusammenfügen.

Der oben beschriebene Fund ist dabei ein wichtiger Teil in diesem Mosaik. Die Veränderungen vom Land- zum Wassertier lassen sich auch modellhaft an heute lebenden Tieren, die unterschiedlich im Wasser aktiv sind, veranschaulichen. So werden Tiere in eine «biologisch - anatomische Reihe» eingeordnet, die in zunehmendem Masse Körperstrukturen aufweisen, welche als Wasseranpassungen gedeutet werden können.

Die Museumspädagogik lädt Sie ein, anhand einzelner Gestaltsmerkmale ausgestellter Tiere einem möglichen Entwicklungsweg zu folgen und begleitet Sie mit dieser Weg-Leitung. Betrachten Sie der Reihe nach die beschriebenen Tiere in den entsprechenden Dioramen und Vitrinen. Diese sind nach folgendem Muster bezeichnet:

Ort im Museum	Nummer des Dioramas stets am linken Rand	Tierart/Name des Tieres (<i>wissenschaftlicher Name</i>)
Hinweise und Zeichnungen		

Die in Stichworten gehaltenen Hinweise, ergänzt durch Zeichnungen, ermöglichen Ihnen, wesentliche Anpassungsmerkmale zu erkennen. Im Glossar weiter oben sind schwierige Begriffe erklärt.

Bevor Sie sich nun zum ersten Diorama begeben, bitten wir Sie folgendes nochmals zu bedenken: Alle die vorgestellten, heute noch lebenden Tiere sind keine Vorfahren der Wale. Sie haben eine eigene stammesgeschichtliche Entwicklung durchlaufen und sind optimal an ihren Lebensraum angepasst. Sie zeigen uns aber modellhaft, wie die Entwicklung vom Landleben zum Wasserleben verlaufen sein könnte.

Wir beginnen in der **Ausstellung «Tiere der Schweiz»**, 1. Stock ganz hinten rechts, und verfolgen die Zunahme der Schwimmfähigkeit mit dem Schwanz. Dabei steht am Anfang der Fortbewegung im Wasser ein **Laufschwimmen**, das der Fortbewegung auf dem Land sehr ähnlich ist.

1. Stock, Tiere der Schweiz	122	Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Die Füße sind durch Verlängerung und borstenartige Versteifung der Haare an den Seiten der Zehen zu Rudern geworden (Wassertreten). ● Die zwei seitlich am Schwanz vorhandenen Haarreihen bewirken eine Vergrößerung der Ruderfläche des Schwanzes, der nicht länger ist als der Schwanz anderer Spitzmäuse. 		

Ausgehend vom Laufschwimmen können sich die Füße zum Hauptmotor entwickeln. Das führt letztlich zum **Bein-Schwanz-Schwimmen**. Auf diesem Weg finden wir als nächsten Anpassungsschritt den **Schwimmbeutler**, ein amerikanisches Beuteltier. Sie finden ihn auf dem gleichen Stock, in der Wandvitrine neben der Infothek.

1. Stock	Vitrine 1 neben Infothek (Glasraum)	Schwimmbeutler (<i>Chironectes minimus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Die Proportionen der Hinterbeine sind gegenüber verwandten, baumlebenden Beutelratten verändert: Oberschenkel und Unterschenkel sind verkürzt, der Fuss ist verlängert. ● Die Hinterfüsse bilden durch weit nach vorne reichende Schwimmhäute eine kräftige Ruderfläche. ● An der Handbasis finden sich lange Schwimmborsten (die hier leider nicht sichtbar sind) 		

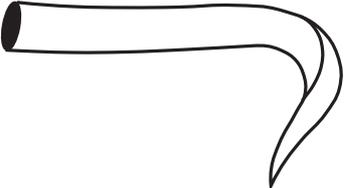
In der gleichen Vitrine entdecken Sie ein weiteres merkwürdiges Tier, nämlich das **Schnabeltier**, einen Vertreter der australischen Fauna. Es ist eines der drei einzigen eierlegenden Säugetiere der Welt. Zum Schwimmen gebraucht es allerdings nicht die Hinterbeine sondern die Vorderbeine, die ihm ein **Arm-Schwimmen** ermöglichen.

1. Stock	Vitrine 1 neben Infothek (Glasraum)	Schnabeltier (<i>Ornithorhynchus anatinus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Der Körper ist walzenförmig. Der kurze Schwanz wird als Steuer genutzt. ● Die Gliedmassen sind sehr kurz. ● Die Vorderfüsse sind mit einer vorklappbaren, grossen Schwimmhaut ausgerüstet. Diese wird bei Grabarbeiten zurückgelegt und gibt damit die langen Krallen frei. 		

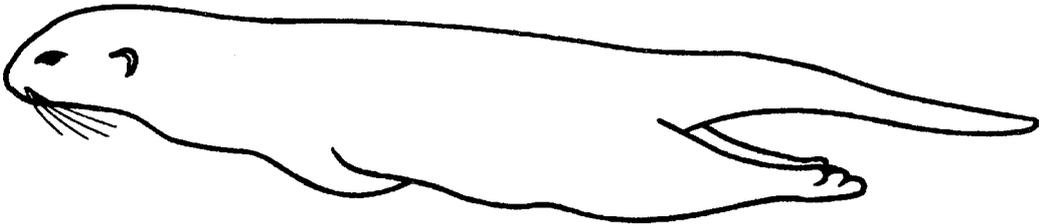
Wir verlassen die Reihe der Arm-Schwimmer und wenden uns wieder den Tieren zu, die die Hinterbeine als Vortriebsorgan beim Schwimmen nutzen. Ein weiteres wichtiges Beispiel ist dabei der **Biber**.

1. Stock	Vitrine 2 neben Infothek (Glasraum)	Europäischer Biber (<i>Castor fiber</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Biber weisen kräftige, ebenfalls stark verkürzte Hinterbeine auf. (Hebelverhältnisse der grossen Dichte des Wassers angepasst) ● Die breiten Hinterfüsse sind mit Schwimmhäuten ausgerüstet, die Arme werden während des Schwimmens stark gebeugt unter Brust und Hals gehalten. ● Der flache, abgeplattete Schwanz dient dem Biber in der Regel als Steuer und nur ausnahmsweise als Einzelruder. 		

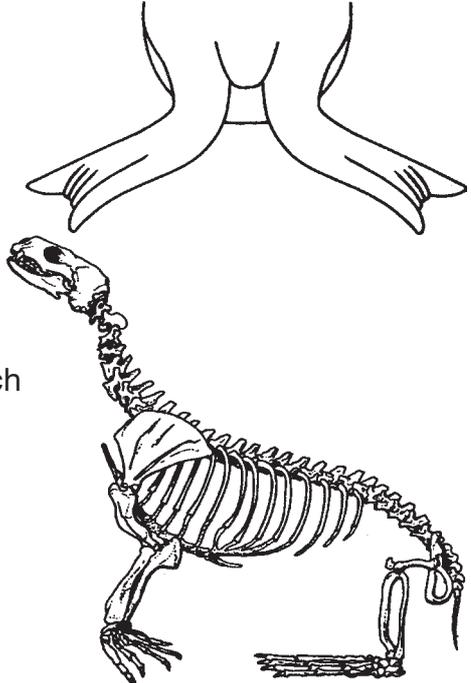
Die Entwicklungsreihe von Tieren, bei denen der Schwanz, zusammen mit der ganzen Rumpfmuskulatur, in zunehmendem Masse als Antriebsorgan dient, wird durch die **Bisamratte** fortgesetzt.

1. Stock	Vitrine 1 neben Infothek (Glasraum)	Bisamratte (<i>Ondatra zibethicus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Der Ruderschwanz ist nackt, lang und seitlich abgeplattet. 		

In der Ausstellung «Tiere der Schweiz» ist der **Fischotter** zu sehen, bei dem die Tendenz zum **Rumpf-Schwanz-Schwimmen** noch ausgeprägter zum Vorschein kommt.

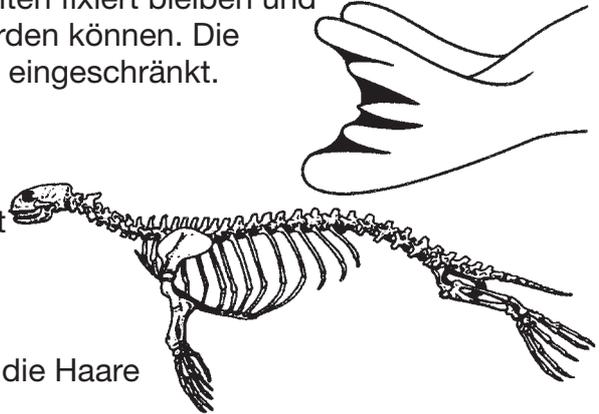
1. Stock, Tiere der Schweiz	136	Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Der Körper ist langgestreckt, was eine schlängelnde Bewegung im Wasser zulässt. ● Ein kräftiger, muskulöser Ruderschwanz hat die Beine als Antriebsorgan abgelöst. ● Arme und Beine sind stark verkürzt. ● Das Fell besteht aus sehr dichtem Wollhaar und eng am Körper anliegenden Grannenhaaren. 		

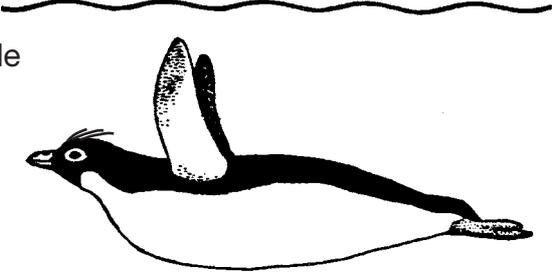
Sie können sich nun vorstellen, dass die Entwicklungslinie der Rumpf-Schwanz-Schwimmer von der Bismarckratte über den Fischotter zu den **Seekühen** und den **Walen** verläuft. Dabei wird der Körper spindelförmig und der «Antriebsmotor» immer weiter gegen das Rumpfende verschoben. Beide Veränderungen sind aquadynamisch günstig. Dies sehen wir bei den **Robben** sehr gut, obschon diese Tiere mit ihrem Stummelschwanz diesen nicht als Bewegungsorgan verwenden, sondern die Füße als Vortriebsorgan gebrauchen. Machen Sie nun den Abstecher zu diesen Tieren. Sie finden sie auf diesem Stock.

1. Stock, Nische «Vögel und Säugetiere des Nordens»	311	Walross (<i>Odobenus rosmarus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Der Körper zeigt eine typische Spindelform. ● Die Hintergliedmassen sind sehr kurz. Die Füße sind durch die verlängerten äussersten Zehen flossenartig vergrößert. ● Das Becken ist so gestaltet, dass die Beine noch nach vorne unter den Körper geschwenkt werden können. ● Die Vorderextremitäten sind ebenfalls als Flossen ausgebildet. ● Das Fell ist dicht, aber die Haare sind sehr kurz. Als Isolation dient das Körperfett. 		

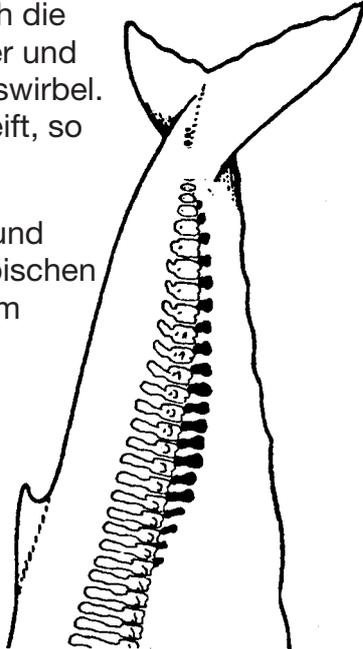
Übrigens! Sie kennen sicher den **Eisbären** (*Ursus maritimus* auch *Thalarctos*) als ausgezeichneten Schwimmer; gleich rechts im Diorama Nr. 310. Er ist mit seinen kräftigen Vordergliedmassen ein typischer Armschwimmer. Die Beine werden beim Schwimmen nach hinten gestreckt und dienen dem Tier als Steuer.

Doch gehen wir weiter zu den Robben links nebenan:

1. Stock, Nische «Vögel und Säugetiere des Nordens»	312	Bartrobbe (<i>Erignatus barbatus</i>) Sattelrobbe (<i>Phoca groenlandica</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Die Spindelform ist sehr ausgeprägt. Das Becken ist stark verkleinert, so dass die Hinterbeine nach hinten fixiert bleiben und nicht mehr unter den Körper geschoben werden können. Die Fortbewegung auf dem Land ist daher stark eingeschränkt. Sie robben. ● Die Nasenöffnung ist geschlossen und muss durch spezielle Muskeln aktiv geöffnet werden. ● Nur die Jungtiere weisen noch ein dichtes, langhaariges Fell aus, bei den Alttieren sind die Haare sehr kurz. 		

1. Stock	Vitrine 1 neben Infothek (Glasraum)	Felsenpinguin (<i>Eudyptes crestatus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Wasseranpassungen, wie sie im Laufe der Stammesgeschichte bei den Säugern entstanden, lassen sich analog auch bei Vögeln z.B. (Pinguine) beobachten - walzenförmiger bis spindelförmiger Körper - Verlagerung der Füße zum hinteren Körperende - Verkürzung der Beine - Ausbildung von flossenähnlichen Flügel - Veränderung des Federkleides <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>		

Wenden wir uns nun den **Wal**en zu, die am Ende der Entwicklungsreihe stehen. Bei den Walen stellen wir eine optimale Wasseranpassung fest.

1. Stock, Skelette	Spiegelwand	Finnwal (<i>Balaenoptera physalus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> ● Der Körper ist spindelförmig mit einem starren Vorderteil und einem beweglichen Schwanz. ● Der Kopf ist mächtig und stark umgestaltet. So ist unter anderem das Nasenloch nach oben verschoben, damit bei normaler Wasserlage die Atemöffnung an der Wasseroberfläche liegt. Der Gesichtsschädel ist allerdings nicht nur im Zusammenhang mit der Fortbewegung im Wasser, sondern auch wegen des besonderen Nahrungserwerbs wesentlich verändert. ● Wale weisen wie fast alle Säugetiere (erstaunlicherweise auch die Giraffen!) 7 Halswirbel auf. Ausnahmen: das Zweifingerfaultier und die Seekühe haben nur 6, das Dreifingerfaultier jedoch 9 Halswirbel. Diese sind allerdings bei den Walen stark verkürzt und versteift, so dass der Kopf nicht mehr gedreht werden kann. ● Die vorderen Gliedmassen sind durch Verkürzung der Arme und Verlängerung und Verbreiterung der Hände und Finger zu typischen Flossen geworden. Ihr knöchernes Gerüst entspricht trotzdem demjenigen unserer Arme. ● Die Hintergliedmassen und das Becken sind verschwunden. (Bei einigen anderen Walarten ist das Becken stark rudimentiert.) ● Eine am Ende der Wirbelsäule als waagrechte Muskel-Sehnen-Platte ausgebildete Schwanzflosse (beim ausgestellten Skelett fehlend) dient als Antriebsorgan. Damit diese in der Körperachse bewegt werden kann, sind auch auf der Bauchseite der Wirbelsäule Fortsätze als Muskelansatzstellen entstanden. <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>		

Damit geht unser **Weg vom Landtier zum Wassertier** zu Ende.

Haben Sie nun die folgenden verschiedene «Antriebsarten» und «Antriebsverbesserungen» alle kennengelernt? - Dann können Sie bestimmt Beispiele benennen!

«Antriebsarten»

- Arme

- Beine

- Schwanz

- Beine + Schwanz

- Rumpf + Schwanz

«Antriebsverbesserungen»

- Haare oder Borsten an Händen und Füßen
zur Vergrößerung der Ruderfläche

- Haare oder Borsten am Schwanz
zur Vergrößerung der Ruderfläche

- Schwimnhäute zwischen Fingern und / oder Zehen

- Umformung oder Verlust der Beine

- Umformung bzw. Vergrößerung des Schwanzes

- Körperform walzen- oder spindelförmig
verringert den Widerstand

LITERATUR:

- Böker H.: Vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere, G. Fischer, Jena 1935
(Nachdruck 1967 bei Asher+Co., Amsterdam)
- Slijper E.J.: Riesen des Meeres, Verständliche Wissenschaft Nr. 80, Springer-Verlag, Berlin, 1962
- Scheiba B.: Die Bewegung der Tiere - schwimmen-fliegen-laufen, Harri Deutsch, Thun, 1990
- Sedlag U.: Wie leben Säugetiere, Harri Deutsch, Thun, 1988

IMPRESSUM

4. Auflage 400 Ex. / Oktober 2008
- Autor Dr. Franz Sury, Zoologe / Gymnasiallehrer, Steffisburg
- Herausgeber Museumspädagogik des Naturhistorischen Museums Bern
- Redaktion Max-Peter Kleefeld
- Gestaltung Stefan Keller, 3052 Zollikofen
- Druck Peter Gaffuri AG, 3011 Bern