

Station 1: Fossilien

1 **Definiere** den Begriff **Fossil**.

2 **Benne** die verschiedenen Typen von Fossilien.
Erkläre, welche Informationen sie liefern können.



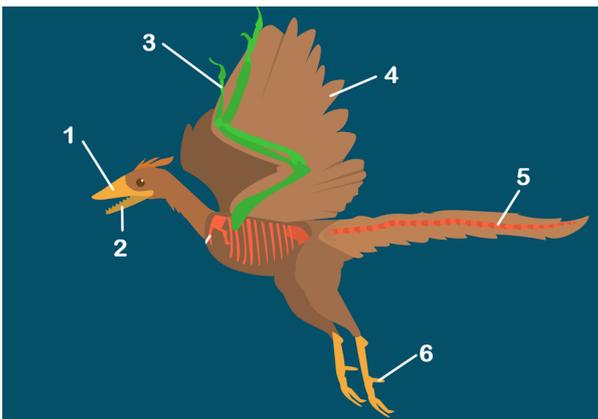
3 **Beschreibe** anhand der Abbildung die Entstehung von Fossilien.



Station 2: Brückentiere

1 Definiere den Begriff **Brückentier**.

2 Benenne die markierten Organe des **Archeopteryx** und ordne zu, ob es sich um ältere Merkmale der **Reptilien** oder neue Merkmale der **Vögel** handelt.



3 Gib an, zwischen welchen **Artgruppen** die folgenden **Brückentiere** den Übergang bilden und welche Merkmale dieser Gruppen sie aufweisen.



Schnabeltier

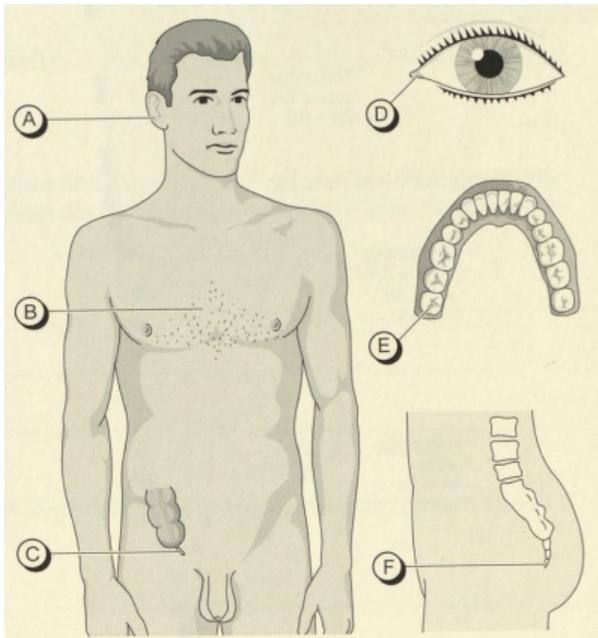


Ichthyostega

Station 3: Rudimente

1 **Definiere** den Begriff **Rudiment**.

2 **Benenne** die sechs rudimentären Organe beim Menschen sowie kurz ihre ursprüngliche Funktion.



3 **Markiere** im Walskelett die rudimentäre Struktur. **Erkläre** ihre Bedeutung.

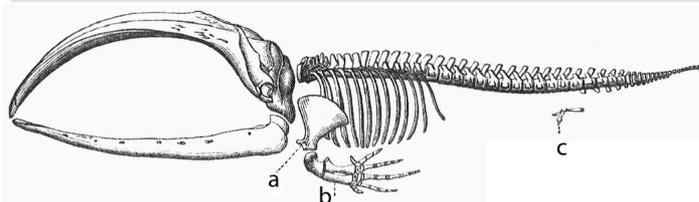
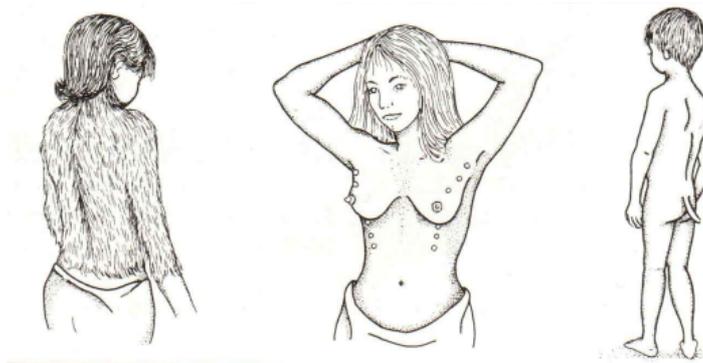


Abb.: Skelett eines Wals

Station 4: Atavismen

1 **Definiere** den Begriff **Atavismus**.

2 **Beschreibe** die abgebildeten Atavismen beim Menschen.
Erkläre kurz, wozu die Merkmale ursprünglich dienten.



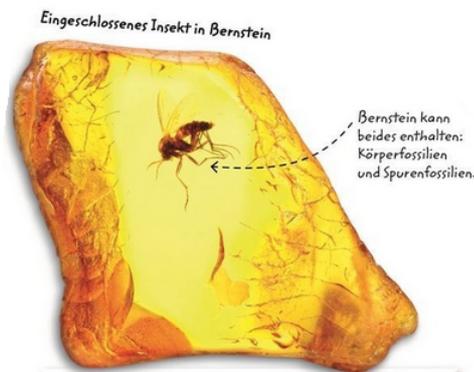
3 Es gibt auch sogenannte Verhaltens-Atavismen.
Erkläre, warum das **fight-or-flight**-Verhalten des Menschen vermutlich atavistisch ist.

Station 1: Fossilien

1

Fossilien

Der Begriff Fossil stammt aus dem Lateinischen (fodere = ausgraben). Er bezeichnet die Reste und Spuren vorzeitlicher Lebewesen. Durch sie wird die Entwicklung des Lebens auf der Erde durch konkrete Nachweise belegt. Von besonderer Bedeutung sind die Leitfossilien. Das sind Reste von Organismen, die nur in bestimmten geologischen Schichten vorkommen. Kennt man das Alter dieser Schichten, kann man eine relative Altersbestimmung der Fossilien und damit die Zeit ihres Vorkommens bestimmen.



Nicht nur Gestein

Nicht alle Fossilien entstehen in Gesteinen. Manchmal werden Lebewesen in Bernstein (klebriges Baumharz, das erhärtet) gefangen oder im Eis eingefroren. Bei diesen Arten der Versteinerung bleiben auch feinere Körperteile wie Haut und Fell erhalten.



Inkohlungen entstehen hauptsächlich aus Pflanzen. Wenn diese unter hohem Druck eingeschlossen werden, bleibt nur der enthaltene Kohlenstoff übrig. Es entsteht ein Abdruck, der ein Bild von der Gestalt der Pflanze liefert.

2

Entstehung von Fossilien

Damit ein Fossil entstehen kann, muss zunächst ein Lebewesen sterben. Normalerweise wird der Körper dann zersetzt und seine Bestandteile gehen wieder in den Stoffkreislauf über. Wenn der tote Organismus aber sehr schnell vom Sauerstoff abgeschnitten wird, z.B. weil er im Wasser versinkt oder unter Schlamm begraben wird, kann die Fossilierung einsetzen. In diesem Fall verrottet die weiche organische Substanz extrem langsam und harte Teile - Knochen und Panzer - bleiben erhalten. Immer mehr Erd- und Gesteinsschichten lagern sich über dem Fossil ab. Dadurch entsteht ein hoher Druck. Über sehr lange Zeiträume wird die Knochensubstanz durch Mineralien ersetzt. Das bezeichnet man als Versteinerung. Häufig wird ein Fossil nur durch Zufall wieder freigelegt, wenn durch Erosion die Gesteinsschichten wieder abgetragen werden.

Station 2: Brückentiere

1

Brückentiere

Unter einem Brückentier versteht man ein Tier, das Merkmale zweier unterschiedlicher Tiergruppen (Säugetiere, Fische, Amphibien, Vögel) in sich vereinigt.

Für die Evolutionstheorie ist die Existenz von Brückentieren ein wichtiger Beweis; man kann davon ausgehen, dass Arten sich nicht nebeneinander, sondern auseinander entwickelt haben (= Evolution). Man unterscheidet zwischen fossilen, also bereits ausgestorbenen Brückentieren (z.B. dem Archaeopteryx) und rezenten, also heute noch lebenden Brückentieren (z.B. dem Schnabeltier).

2

Archaeopteryx - Reptil oder Vogel?



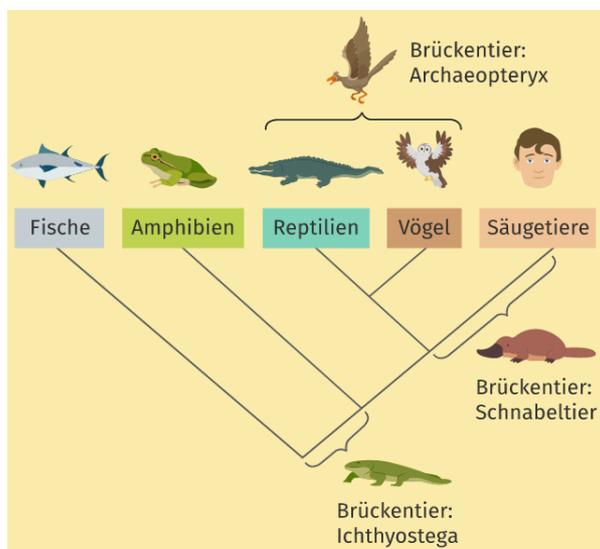
Fossil (Naturkundemuseum Berlin)

Der Archaeopteryx (Urvogel) lebte vor etwa 150 Millionen Jahren in der Region des heutigen Bayern. Er weist sowohl Merkmale der modernen Vögel, als auch der Reptilien auf und gilt daher als Brückentier zwischen diesen beiden Gruppen.

Der Archaeopteryx teilt ganz wesentliche Merkmale der Vögel. Zum Beispiel sind die Vorderextremitäten zu Flügeln umgebildet. Es gibt Federn mit verschiedenen Funktionen, die wichtig fürs Fliegen sind. Das Schlüsselbein ist bereits zum Gabelbein verschmolzen. Eine Zehe zeigt genau wie bei den meisten Vogelkrallen nach hinten. Dies alles sind Anpassungen des Vogels ans Fliegen. Wie gut der Archaeopteryx darin war, ist bis heute schwer zu sagen. Fossilfunde zeigen allerdings, dass der Archaeopteryx einen bezahnten Kieferknochen hatte, im Gegensatz zu Vögeln, die einen Schnabel besitzen. Die Schwanzwirbelsäule war noch immer lang, wie bei den meisten Landwirbeltieren. Sie hatten drei Fingerklauen, wie es für Reptilien üblich ist.

3

Schnabeltiere sind sogenannte Kloakentiere. Ihre Jungtiere schlüpfen aus Eiern, werden allerdings aus Milchdrüsen gesäugt. Die Tiere besitzen ein dichtes Fell, das mit einer Wachsschicht bedeckt und damit wasserabweisend ist. Ihrem Namen entsprechend besitzen sie einen verhornten Schnabel.



Der **Ichthyostega** lebte vor 400 Millionen Jahren. Er lebte im Wasser und besaß fischähnliche Schuppen. Allerdings hatte er schon Extremitäten, die Beinen ähnlich waren und konnte sich damit an Land einigermaßen erfolgreich fortbewegen. Der Ichthyostega war auf eine feuchte Umgebung angewiesen, musste aber nahe der Oberfläche bleiben, da er Lungen statt Kiemen besaß.

Station 3: Rudimente

1

Rudimente

Als rudimentäre Organe bezeichnet man Organe oder Organbestandteile, die bei einem Lebewesen zwar noch vorhanden, allerdings rückgebildet und funktionslos geworden sind. Die Rudimente sind grundsätzlich bei allen Individuen einer Art vorhanden. Sie leiten sich aus einem ehemals notwendigen Organ ab, das im Laufe der Evolution seine Nützlichkeit verloren hat. Rudimente gelten als klassischer Beweis für die Evolution, weil sie aufzeigen, dass Organismen sich verändern.

2

Die Rudimente des Menschen

Der Mensch besitzt eine ganze Reihe von Organen, die während seiner Entwicklung funktionslos geworden sind.

Im Skelettbau des Menschen ist das **Steißbein** noch vorhanden. Dabei handelt es sich um die untersten Wirbel der Wirbelsäule, die inzwischen zu einem Knochen verwachsen sind. Sie sind der letzte Rest eines Schwanz-Skelettes, wie es bei vielen Affenarten noch vorhanden ist.

Die **Weisheitszähne** sind zusätzliche Backenzähne, ganz hinten im Kiefer. Heute sorgen sie eher für Probleme, wenn der Kiefer zu klein für die zusätzlichen Zähne ist - dann müssen sie in einer unangenehmen Operation entfernt werden. Früher dienten sie dem Zermahlen von Samen und Nüssen. Bei unserer heutigen Ernährung ist das nicht mehr nötig.

Der **Blinddarm** mit dem Wurmfortsatz war ursprünglich wesentlich größer. Es handelte sich um eine zusätzliche Darmschlinge, die zur Verdauung von schwer verdaulicher Nahrung (z.B. Gras und Beeren) diente.

Die **Körperbehaarung** ist ein letzter Rest des Fells, das die Vorfahren des Menschen noch besaßen. Durch die Entdeckung von Kleidung und Feuer wurden das Fell funktionslos und bildete sich immer weiter zurück.

Unsere Vorfahren konnten ihre Ohren bewegen, um Geräusche aus verschiedenen Richtungen zu hören. Das war wichtig, um Feinde zu bemerken. Heute können wir unsere Ohren höchstens noch wackeln lassen - dafür sind einige verkümmerte **Ohrmuskeln** zuständig.

Im Auge findet sich noch ein Überrest der sogenannten **Nickhaut**. Das war eine Art drittes Augenlid, das dem zusätzlichen Schutz des Auges diente. Sie ist bei vielen Raubtieren noch vorhanden, etwa bei Hunden und Raubvögeln.

3

Wale kommen vom Lande

Lange Zeit konnte man sich nicht erklären, warum Wale Lungen besitzen, obwohl sie im Wasser leben. Heute weiß man, dass die Wale sich aus landlebenden Vorfahren entwickelt haben, die schrittweise ins Wasser zurückgekehrt sind - ihre nächsten Verwandten sind die Flusspferde. Ein Beweis für diese Theorie sind die rudimentären Beckenknochen der Wale: obwohl sie überhaupt keine Funktion mehr haben, bilden viele Wale noch Reste des Skelettes ihrer Hinterbeine aus. Ihre Vorfahren - an Land lebend - brauchten natürlich noch Hinterbeine. Mit dem Übergang ins Wasser wurden diese zunehmend überflüssig und sind nach und nach reduziert worden.

Station 4: Atavismen

1

Atavismen

Atavismen stellen gewissermaßen einen Gegensatz zu den Rudimenten dar. Es handelt sich um Merkmale einer Gruppe von Lebewesen, die im Laufe der Evolution verloren gegangen sind und die plötzlich bei einem einzelnen Individuum wieder auftreten.

Im Gegensatz zu den Rudimenten treten die Atavismen nur sehr vereinzelt auf. Sie werden ebenfalls als klassischer Beleg für die Evolution verwendet, weil sie aufzeigen, dass Individuen genetische Informationen ihrer Vorfahren in sich tragen.

2

Atavismen des Menschen

Beim Menschen können eine Reihe von Atavismen auftreten. Einige davon bleiben fast unbemerkt, wie kleine Höcker am Ohr, die als Darwin-Höcker bezeichnet werden. Andere sind wesentlich auffälliger.

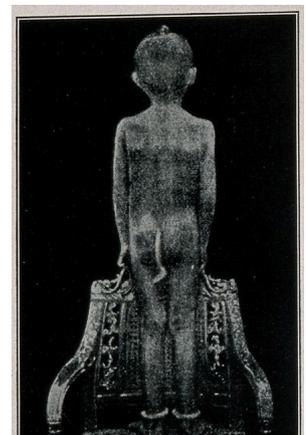
So bilden manche Menschen eine extreme Form der **Körperbehaarung** aus. Die Haare sind dabei sehr dicht und wollig - teilweise auch im gesamten Gesicht. Das hier ausgeprägte Merkmal diente ursprünglich zur Ausbildung eines Fells. In früheren Zeiten wurden Menschen mit diesem Merkmal als "Wolfsmenschen" bezeichnet.

Manche Menschen bilden ein verlängertes Steißbein aus. Dieses kann aussehen, wie ein kleiner **Schwanz** am Ende des Rückens. Hier werden Merkmale ausgeprägt, die schon lange unterdrückt werden - ursprünglich diente dies zur Ausbildung eines vollständigen Schwanzes.

Einige Menschen besitzen mehr als zwei **Brustwarzen**. Manchmal handelt es sich nur um eine zusätzliche, verkümmerte Brustwarze. In seltenen Fällen zeigten sich aber zwei ganze Reihen zusätzlicher Brustwarzen. Hier werden die ursprünglichen Milchleisten der frühen Säugetiere wieder ausgeprägt, die dazu dienen, eine Vielzahl von Jungen zu säugen.



Mädchen mit starker
Gesichtsbehaarung



Junge mit „Schwanz“

3

Stress mich nicht!

Bei Verhaltens-Atavismen handelt es sich um angeborene Verhaltensweisen, die im Verlauf der Stammesgeschichte abgelegt wurden. Beim Menschen ist das **fight-or-flight**-Verhalten (Kampf-oder-Flucht) bekannt. Dabei handelt es sich um ein Verhaltensmuster in Stress-Situationen, bei dem der Blutdruck erhöht und der Körper in die Lage versetzt wird, schnell und impulsiv zu handeln, ohne über das Vorgehen nachzudenken. Ursprünglich diente dieses Verhalten dazu, sich gegen Feinde zu wehren. Heutige Stress-Situationen sind meist ganz anderer Art...

Station 1: Fossilien - LÖSUNG

1 Definiere den Begriff **Fossil**.

- = Überreste oder Spuren urzeitlicher Lebewesen
- = Belege für die Existenz längst ausgestorbener Arten

2 Benenne die verschiedenen Typen von Fossilien. Erkläre, welche Informationen sie liefern können.



Steinkern: Informationen über die (innere) Gestalt des Lebewesens



Abdruck: Informationen über die (äußere) Gestalt des Lebewesens

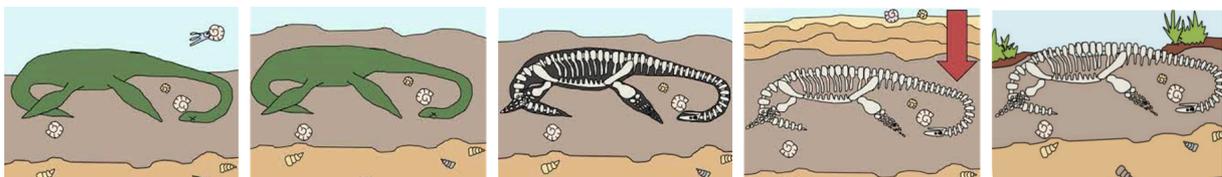


Inkohlung: Informationen über die Form von urzeitlichen **Pflanzen**



Einschluss: vollständig konservierte Lebewesen

3 Beschreibe anhand der Abbildung die Entstehung von Fossilien.



Organismus stirbt und sinkt z.B. auf den Meeresgrund

durch Wasser / Schlamm gelangt kein Sauerstoff an den Organismus
= keine schnelle Verwesung

- weiche organische Substanz wird langsam zersetzt
- Knochen bleiben erhalten

- Gesteinsschichten lagern sich über den Organismus = hoher Druck
- Knochen werden durch Minerale ersetzt

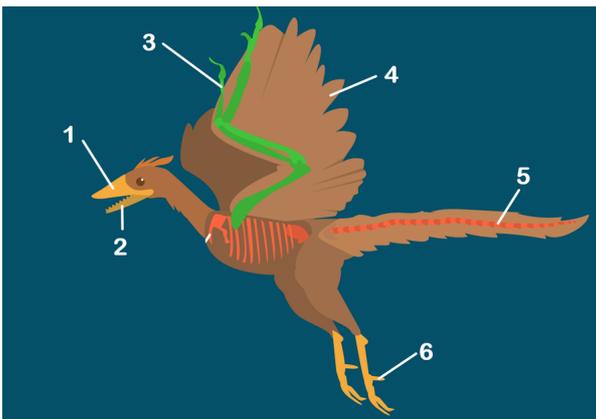
- Abtragung der Gesteinsschichten
- Fossil wird freigelegt

Station 2: Brückentiere - LÖSUNG

1 Definiere den Begriff **Brückentier**.

=Tier, das Merkmale von zwei Tiergruppen trägt
= belegt, dass Arten sich auseinander entwickeln

2 Benenne die markierten Organe des **Archeopteryx** und ordne zu, ob es sich um ältere Merkmale der **Reptilien** oder neue Merkmale der **Vögel** handelt.



- 1) Hornschnabel (Vogelmerkmal)
- 2) Kiefer mit Zähnen (Reptilienmerkmal)
- 3) drei Finger (Reptilien)
- 4) Flügel mit Federn (Vögel)
- 5) knöcherner Schwanz (Reptilien)
- 6) eine Zehe zeigt nach hinten (Vögel)

3 Gib an, zwischen welchen **Artgruppen** die folgenden **Brückentiere** den Übergang bilden und welche Merkmale dieser Gruppen sie aufweisen.



Schnabeltier

Reptilien: Schnabel + legt Eier
Säugetiere: Fell + Milchdrüsen



Ichthyostega

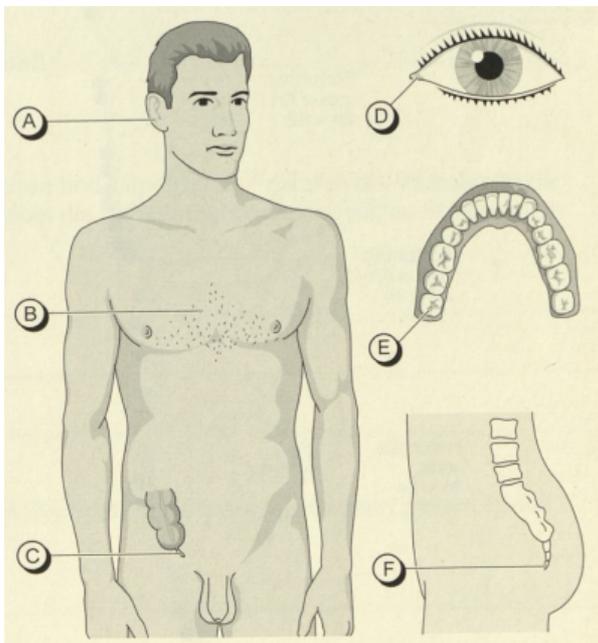
Fische: Schuppen +
Amphibien: vier Beine + Lungen

Station 3: Rudimente - LÖSUNG

1 Definiere den Begriff Rudiment.

= Überreste von funktionslos gewordenen Organen
 = belegen, dass Organismen sich verändern (= Evolution)

2 Benenne die sechs rudimentären Organe beim Menschen sowie kurz ihre ursprüngliche Funktion.



A) Ohrmuskeln: bewegen der Ohren um Feinde zu hören

B) Körperbehaarung: Schutz vor Kälte

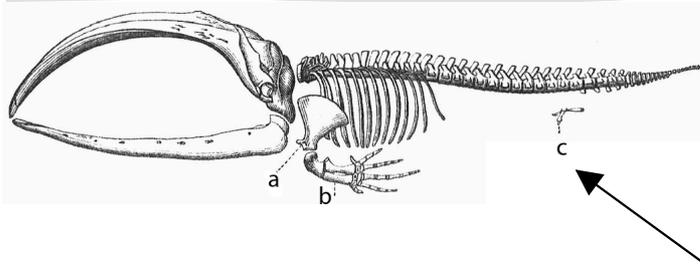
C) Blinddarm + Wurmfortsatz: Verdauung schwer verdaulicher Nahrung

D) Nickhaut: Schutz der Augen bei der Jagd

E) Weisheitszähne: Zermahlen von Samen und Nüssen

F) Steißbein: Überrest des knöchernen Schwanzes

3 Markiere im Walskelett die rudimentäre Struktur. Erkläre ihre Bedeutung.



Die rudimentären Beckenknochen der Wale sind die Überreste der Hintergliedmaßen ihrer Vorfahren. Durch den Fund dieser Strukturen konnte nachgewiesen werden, dass sich Wale aus landlebenden Vorgängern entwickelt haben.

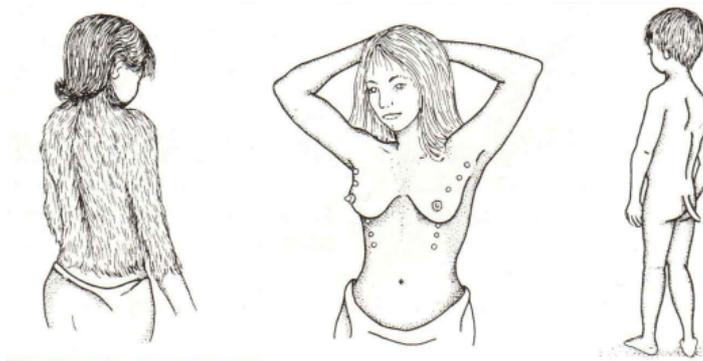
Abb.: Skelett eines Wals

Station 4: Atavismen - LÖSUNG

1 Definiere den Begriff **Atavismus**.

= Merkmale, die im Laufe der Entwicklung einer Gruppe von Lebewesen verloren gegangen sind und vereinzelt wieder auftreten

2 Beschreibe die abgebildeten Atavismen beim Menschen. Erkläre kurz, wozu die Merkmale ursprünglich dienten.



starke Körperbehaarung

= Reste des ursprünglich vorhandenen Fells

zusätzliche Brustwarzen

= ursprünglich waren mehr Brustwarzen vorhanden, um viele Nachkommen säugen zu können

verlängertes Steißbein

= wieder auftreten des ursprünglich vorhandenen Schwanzes

3 Es gibt auch sogenannte Verhaltens-Atavismen. Erkläre, warum das **fight-or-flight**-Verhalten des Menschen vermutlich atavistisch ist.

= Das Verhalten diente ursprünglich dazu, in Stress-Situationen schnell zu handeln, um zu überleben. In der frühen Entwicklungszeit des Menschen waren solche Situationen bevorzugt bei der Jagd oder auf der Fluch gegeben. Heute wird Stress teilweise in ganz anderen Situationen ausgelöst. Bei z.B. Vorträgen oder Klausuren ist Flucht- oder-Kampf aber kein nützliches Verhalten. Einige Forscher stufen es deshalb als Atavismus ein.