

Unterrichtsmaterialien

Wale sind keine Fische

www.firmm.education

Inhalte: Heike Pahlow, Jörn Selling

Unterrichtskonzept: Céline Frey, Heike Pahlow

Illustrationen und Gestaltung: Heike Pahlow

Copyright © *firmm* – alle Rechte vorbehalten

Letzte Änderung: 7. Dezember 2020

Liebe Lehrkräfte

Tauchen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern in die Evolutionsbiologie ein! Vermitteln Sie anhand der Wale, dass die Welt nicht immer so aussah wie heute.

Im ersten Schritt lernen die Schülerinnen und Schüler die Besonderheiten von Wal und Fisch kennen und vergleichen sie miteinander. Sie sind damit in der Lage, die Unterschiede zwischen den Wirbeltierklassen „Fisch“ und „Säugetier“ zu benennen.

Im zweiten Schritt setzen sich die Lernenden mit der der Entwicklung vom Land- zum Meerestier auseinander. Sie können die Abstammung der Wale und schrittweise Anpassung an den Lebensraum Meer nachvollziehen. Mithilfe des Videos bekommen die Lernenden schließlich Einblick in die Paläontologie und erleben, welche Funde und Erkenntnisse zu unserem heutigen Wissensstand über die Evolution der Wale geführt haben.

Nutzen Sie unsere Arbeitsblätter, Quizbögen, Unterrichtsvorschläge und Hintergrundinformationen sowie die zugehörige Powerpoint, um Ihre Schülerinnen und Schüler unterhaltsam an dieses Thema heranzuführen. Weitere Materialien sowie Online-Lerneinheiten zu verschiedenen Themen rund um Wale und Meer finden Sie unter www.firmm.education.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß mit unseren Materialien.

Ihr Team von *firmm* EDUCATION

firmm Spendenkonto

Wenn Ihnen unsere Inhalte gefallen, können Sie unsere Arbeit gern mit einer Spende unterstützen.

Empfänger/Kontoinhaber: Stiftung firmm

Bank: UBS AG, CH-8098 Zürich

SWIFT/BIC: UBSWCHZH80A

CLEARING: 206

Konto Euro

IBAN: CH17 0020 6206 DP13 4211 2

Konto Schweiz (CHF)

IBAN: CH71 0020 6206 DP13 4211 0

Verwendungszweck: „Spende firmm education“

Unterrichtsablauf

Einstimmung

- Schreiben Sie folgende Frage an die Tafel: **Wal = Fisch?**
- Die Schülerinnen und Schüler bringen ihr Wissen zum Thema ein.
- Überleitung zum Stundenthema: **Wale und Delfine sind keine Fische**

Wal oder Fisch

Vorbereitung

- Arbeitsblätter S. 6 bzw. 7 und 8 für jede Gruppe ausdrucken, S. 6 und 7 ausschneiden.
- Hintergrundinformationen (S. 12-14) lesen.

Erarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Eigenschaften von Walen und Fischen als Quiz (S. 6) oder mithilfe der Arbeitsblätter (S. 7-8), indem die Kärtchen von Seite 7 in die entsprechenden Felder des Arbeitsblattes auf S. 8 gelegt werden.

Sicherung

Gehen Sie mit den Lernenden die einzelnen Punkte der Reihe nach durch. Dafür können Sie aus der Powerpoint ~~Y æ Á ä å Á ^ ä ^ Á ð & @~~ den Punkt ~~Y æ Á ä å Á ð & @~~ benutzen.

Vergleichen Sie die Ergebnisse, bringen Sie die Lösungen und Erklärungen zur richtigen Lösung ein (ab Seite 12).

Vom Landtier zum Meeressäuger

Vorbereitung

Arbeitsblatt S. 9 für jede Gruppe ausdrucken und ausschneiden

Arbeitsblätter S. 10-11 für alle Lernenden ausdrucken

Hintergrundinformationen (S. 15) lesen

Erarbeitung

In Gruppenarbeit versuchen die Schülerinnen und Schüler, die Urwale vom Arbeitsblatt (S. 9) in die richtige Reihenfolge zu bringen.

Sicherung

Die Lernenden erklären, warum sie diese Reihenfolge gewählt haben. Eventuell ergeben sich daraus schon Erkenntnisse in Bezug auf die Evolution der Wale.

Erklären Sie anschließend mithilfe der Powerpoint „Wale sind keine Fische“ den Übergang vom Landtier zum Meeressäuger. Die Lernenden übertragen die wichtigsten Punkte in ihre Arbeitsblätter. (S. 10-11)

Alternativ können sich die Schülerinnen und Schüler die Informationen auch selbst auf www.firrm.education/evolution zusammensammeln.

Anpassung an den Lebensraum Wasser

Vorbereitung

Hintergrundinformationen (S. 16) lesen.

Erarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler sehen sich noch einmal die Bilder und Stichpunkte auf ihrem eben ausgefüllten Arbeitsblatt an und überlegen, welche äußeren Anpassungen die Urwale durchliefen:

- Beine
- Schwanz
- Fell
- Körperform
- Ohren
- Nase

Sicherung

Mit der nicht ganz ernstesten Herangehensweise in der Powerpoint unter „Anpassungen an den Lebensraum Wasser“ gehen Sie gemeinsam mit den Schülern die einzelnen Punkte durch.

- Klicken Sie zunächst für die Überschrift.
- Die Lernenden bringen ihr Wissen/ihre Ideen ein.
- Klicken Sie für die Erklärungen und erläutern Sie diese ggf.
- Klicken Sie erneut für das zugehörige Bild.
- Klicken Sie für die nächste Überschrift.

Wie die Evolution ablief und woher wir das wissen

Vorbereitung

Hintergrundinformationen (S. 17) lesen.

Dokumentation vorab ansehen unter: <https://www.firrm.education/evolution/>

Doku-Serie "Auf den Spuren der Evolution – Wale Vom Landtier zum Meeresräuber", Teil 2

Erarbeitung

Geben Sie einige Punkte vor, die während des Filmausschnitts besonders beachtet werden sollen (z. B. Von welchen Tieren stammen die Wale ab? Woher weiß man das?). Die Lernenden machen sich während des Films Notizen.

<https://www.firrm.education/evolution/>

Doku-Serie "Auf den Spuren der Evolution – Wale Vom Landtier zum Meeresräuber", Teil 2

Sicherung

Besprechen Sie gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern die Notizen. Der Film ist von 2010, machen Sie auf neuere Erkenntnisse der Wissenschaft aufmerksam. (siehe S. 17)

Hinweis zur Powerpoint-Datei

Die Powerpoint ist interaktiv. Die besten Effekte erzielen Sie, wenn Sie die Datei im Präsentations-Modus nutzen.

Klicken Sie in der Übersicht das gewünschte Thema an und Sie gelangen direkt zu diesem Thema sowie im Anschluss daran wieder zurück zur Übersicht.

Quiz: Wal oder Fisch?

Kreuze die richtigen Lösungen an.

	Wal	Fisch	keiner	beide
Wer ist ein Reptil?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer hat Flossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer kann unter Wasser atmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer bewegt die Schwanzflosse auf/ab?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer hat Schuppen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer säugt seine Jungtiere?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

www.firmm.education

Quiz: Wal oder Fisch?

Kreuze die richtigen Lösungen an.

	Wal	Fisch	keiner	beide
Wer ist ein Reptil?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer hat Flossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer kann unter Wasser atmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer bewegt die Schwanzflosse auf/ab?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer hat Schuppen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wer säugt seine Jungtiere?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ist ein Reptil

www.firmm.education

hat
Flossen

www.firmm.education

kann unter
Wasser atmen

www.firmm.education

bewegt den
Schwanz auf
und ab

www.firmm.education

säugt seine
Jungtiere

www.firmm.education

ist
wechselwarm

www.firmm.education

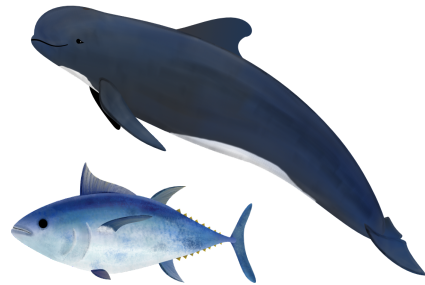
Wal



Fisch



beide



keiner

Ambulocetus



www.firmm.education

Basilosaurus



www.firmm.education

Dorudon



www.firmm.education

Pakicetus



www.firmm.education

Remingtonocetus



www.firmm.education

Rodhocetus



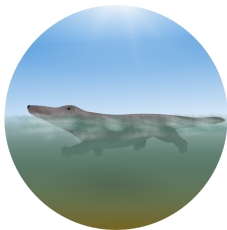
www.firmm.education

Arbeitsblatt Urwale

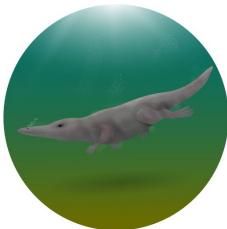
Notiere dir zu jeder Art einige wichtige Merkmale.



Pakicetus



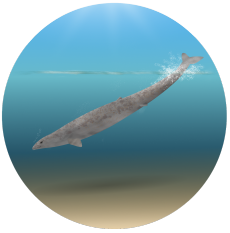
Ambulocetus



Remingtonocetus



Rodhocetus



Basilosaurus



Dorudon

weitere Infos zu den Urwalen findest du unter:

www.firmm.education/evolution-der-wale

Hintergrundinformationen

Wale sind keine Fische

Manchmal ist es verwunderlich, wie ähnlich sich bestimmte Tiere sehen, obwohl sie überhaupt nicht miteinander verwandt sind. Sie haben sich im Laufe der Zeit einfach auf ihre Art und Weise an einen bestimmten Lebensraum angepasst. Ein Beispiel dafür sind Wale: Wale sind keine Fische, auch wenn es viele Gemeinsamkeiten gibt.

Wie kann man einen Wal von einem Fisch unterscheiden?

Körperform

Bei beiden fällt der stromlinienförmige Körper auf. Da der Wasserwiderstand so am geringsten ist, können die Tiere sich schnell fortbewegen.

Flossen

Fische haben in der Regel je zwei Brustflossen, Bauchflossen, Afterflossen, mindestens eine Rückenflosse sowie eine Schwanzflosse.

Wale haben dagegen nur zwei Brustflossen (Flipper), eine Schwanzflosse (Fluke) und meistens eine Rückenflosse (Finne).



Ganz entscheidend ist die Position der Schwanzflosse: Sie ist bei Fischen senkrecht und bewegt sich hin und her.

Wale haben eine waagerechte Schwanzflosse, die sie beim Schwimmen auf und ab bewegen.

An der Wasseroberfläche können wir deshalb allein anhand der Rückenflosse einen Delfin von einem Hai unterscheiden: Ist bei einem schwimmenden Tier die Rückenflosse konstant an der Oberfläche zu sehen, muss es sich um einen Hai handeln; die Finne des Delfins würde immer wieder abtauchen.

Haut – Haben Wale Schuppen?

Schuppen sind ein typisches Merkmal von Fischen – Säugetiere haben normalerweise ein Fell. Doch Wale haben eine glatte Haut; ein Fell würde sie beim Schwimmen eher behindern und als Schutz vor Kälte ist es im Wasser auch nicht sehr effektiv.

5 VYf'k Ufi a 'a ~ggYb'gJW 'K UY~ VYf\ U dhj cf'?' } 'H'gW ~ InYb'i bX': JgW Y'bJW IB'

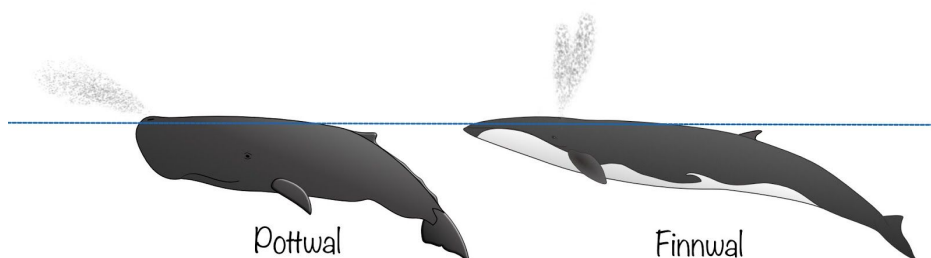
Fische gehören zu den wechselwarmen Tieren, ihre Körpertemperatur entspricht der Umgebungstemperatur. Jede Fischart hat sich an einen bestimmten Lebensraum angepasst, einige leben in wärmeren, andere in kälteren Gewässern. Große Temperaturschwankungen in ihrem Revier überleben Fische nicht. Wale hingegen sind wie wir Menschen gleichwarm – und so von Schwankungen ihrer Umgebungstemperatur relativ unabhängig. Manche Walarten bevorzugen zwar wärmere oder kältere Gewässer. Doch es gibt auch Arten, die zwischen tropischen Paarungsgebieten und arktischen Nahrungsgründen hin- und herwandern.

Die Körpertemperatur von Walen liegt zwischen 36 und 37°C. Durch die höhere Wärmeleitfähigkeit von Wasser wird die Körperwärme aber schneller abtransportiert als an Land. Um sich vor Kälte zu schützen, haben Wale eine Speckschicht unter der Haut, den sogenannten Blubber. Der kann bei Walen in kalten Gewässern über 50 cm dick sein.

Können Wale unter Wasser atmen?

Fische können dank Kiemen unter Wasser atmen und müssen theoretisch nie an die Oberfläche kommen. Wale hingegen haben Lungen und können Sauerstoff nur aus der Luft aufnehmen. Das heißt: Sie müssen in regelmäßigen Abständen zum Atmen an die Wasseroberfläche kommen. Einige Wale haben aber Techniken entwickelt, um möglichst lange unter Wasser zu bleiben. Der Pottwal kann z.B. über eine Stunde lang die Luft anhalten.

Wale atmen nicht durch den Mund, sondern durch das Blasloch, das sich an der höchsten Stelle des Kopfes befindet. Dabei wird die Luft mit großem Druck ausgestoßen. Die Geschwindigkeit kann bis zu 350 km/h betragen (beim Menschen max. 200 km/h beim Niesen). Die Luft kondensiert, wodurch eine Nebelfontäne entsteht: der Blas. Dieser ist bei großen Walen mehrere Meter hoch und sehr markant, sodass wir die Tiere oft schon von Weitem erkennen.



Bei uns in der Straße von Gibraltar gibt es zwei große Wale, nach deren Blas wir Ausschau halten: Pottwale und Finnwale. Beim Pottwal liegt das Blasloch normalerweise auf der linken

Kopfseite und der Blas wird nach vorne links ausgestoßen. Finnwale haben als Bartenwale sogar zwei Blaslöcher; ihr bis zu 5 Meter hoher Blas ist v-förmig.

Wie bringen Wale ihre Jungen zur Welt?

Die meisten Fische legen Eier. Bis zum Schlüpfen wächst und entwickelt sich die Fischlarve dank der Nährstoffe im Ei. Auch bei lebendgebärenden Fischen wachsen die Jungtiere im Ei heran und schlüpfen erst kurz vor der Geburt. Es gibt allerdings einige wenige Knorpelfische, die ebenfalls eine Art Gebärmutter haben. Das ist aber die Ausnahme.

Wale haben als Säugetiere eine Gebärmutter. Die Embryonen sind über die Nabelschnur mit dem Blutkreislauf der Mutter verbunden und werden darüber mit Nährstoffen versorgt.

Damit das Jungtier bei der Geburt nicht ertrinkt, werden Wale mit dem Schwanz voran geboren; danach wird das Neugeborene sofort zum Atmen an die Wasseroberfläche gestupst.

Während Fische von Anfang an selbstständig sind, werden Wale in den ersten Monaten gesäugt. Aufgrund ihrer fehlenden Lippen können die Tiere jedoch nicht aktiv saugen – die Milch wird dem Kalb daher von der Mutter ins Maul gespritzt.

Wale wachsen im Familienverband auf. Hier lernen die Jungtiere alles, was sie fürs Überleben wissen müssen: Sozialkompetenz, Jagdstrategien usw. Weibliche Wale bleiben oft ein Leben lang zusammen. Die männlichen Tiere trennen sich in einem bestimmten Alter von ihrer Familie und suchen sich eine neue Gruppe.

Warum spricht man manchmal von Walfisch?

Wale sind keine Fische. Und trotzdem hört man gelegentlich das Wort „Walfisch“. Warum eigentlich?

Zu Zeiten, als man Tiere wegen der Fastenregeln noch hauptsächlich nach Fleisch und Fisch unterschied, war das Wort „Fisch“ einfach ein Oberbegriff für alle unter Wasser lebenden Tiere. So steckt das Wort auch heute noch im *Vāc* (der ja ebenfalls kein Fisch ist (und noch nicht einmal zu den Wirbeltieren gehört). Übrigens heißt der Wal im Niederländischen ganz offiziell *Walvis* (also: Walfisch).

Vom Landtier zum Meeressäuger

Die Urahnen der Wale waren Paarhufer, somit sind Wale eher mit Schweinen oder Kühen verwandt. Als Bindeglied zwischen Landbewohnern und Walen gilt heute der etwa katzen große Indohyus, der wahrscheinlich schon im seichten Wasser nach Nahrung suchte.

Warum kehrten die Tiere wieder ins Wasser zurück?

Widrige Lebensumstände könnten der Grund gewesen sein, neue Lebensräume zu erobern. Viele Urwal-Fossilien wurden in Pakistan und Indien gefunden – die Evolution der Wale hat also um Indien herum begonnen. Dort war es vor 50 Millionen Jahren sehr warm und trocken. Der indische Subkontinent begann um diese Zeit, mit der Eurasischen Platte zu kollidieren, die Gegend muss also sehr erdbebenreich gewesen sein.

Die Urwale

Die Urwale zeigen deutlich die allmähliche Anpassung an die Körperform der modernen Wale, auch wenn bestimmte Entwicklungsstufen eventuell parallel zueinander existierten oder sich einige Arten sogar früher weiterentwickelt hatten als andere.

Die *Urocyon* waren noch Landbewohner und erinnerten vom Aussehen her ein wenig an einen Wolf. Ihre Beute fanden sie im flachen Wasser.

Bei den *Urocyon* ist sich die Wissenschaft nicht einig, ob sie sich noch an Land fortbewegen konnten oder schon ständig im Wasser lebten. Vermutlich lauerten die Tiere ähnlich wie heutige Krokodile im flachen Wasser auf Beutetiere.

Noch besser an das Leben im Wasser angepasst waren die *Urocyon*. Mit ihren langen Schnauzen jagten sie vermutlich schon aktiv nach Fisch, ähnlich wie heutige Otter.

Die *Urocyon* hatten einen stromlinienförmigeren Körper entwickelt. Sie waren gute Schwimmer und hatten einen kürzeren Hals, der sich besser zum Tauchen eignete. Am Schwanz hatten sich Muskeln gebildet.

Die *Urocyon* besaßen nur noch winzige Hinterbeine. Die Nasenlöcher waren schon weiter nach hinten gewandert, aber zum Atmen streckten sie wahrscheinlich noch den Kopf heraus. Der lange, schlanke Körper eignete sich sehr gut zum Jagen in flachen Buchten.

Deutlich kleiner waren die *Urocyon*. Sie lebten zur selben Zeit wie die Basilosauridae und hatten ebenfalls winzige Hinterbeine. Aus den *Urocyon* sind vermutlich die heutigen Wale und Delfine hervorgegangen. (Die Endung *Urocyon* gibt an, dass es sich bei *Urocyon* nur um eine Unterfamilie handelt. Lange wurden sie zur Familie der *Urocyon* gezählt, das wird aber heute angezweifelt.)

Die Endung *Urocyon* steht für eine Familie mit verschiedenen Arten. In den für die Lernenden gedachten Materialien ist der Einfachheit halber als Beispiel immer nur eine bestimmte Art angegeben.

Anpassungen an den Lebensraum Wasser

Beine → Flossen

Die Vorderbeine wurden zu Brustflossen. Bei Skeletten von heutigen Walen sehen die Knochen der Brustflossen aus wie bei einer Hand. Die Hinterbeine haben sich zurückgebildet. Die Basilosauridae und *Ö[i ~ â[} æ æ* hatten noch winzige Hintergliedmaßen.

Schwanz

Wie man bei den Urwalen erkennen kann, wurde der Schwanz immer kräftiger und bildete irgendwann eine Fluke. Die Rückenflosse ist eine Neubildung.

Fell

Die Vorfahren der Wale haben im Laufe der Evolution das Fell verloren. Fell würde im Wasser zu viel Widerstand erzeugen, die Wale wären dann nicht so schnelle Schwimmer. Vor Kälte schützt ein Fell im Wasser sowieso nicht. Stattdessen haben Wale den sogenannten Blubber entwickelt, eine schützende Fettschicht unter der Haut.

Körperform

Wie Fische haben Wale einen spindelförmigen Körper, was man auch als stromlinienförmig bezeichnet. Diese Form sorgt für weniger Verwirbelungen und geringeren Widerstand im Wasser und macht Wale zu schnellen Schwimmern.

Ohren

Auch Ohren würden im Wasser Widerstand erzeugen, die Evolution hat sie also wegrationalisiert. Trotzdem können Wale sehr gut hören. Geräusche werden über eine Fettschicht im Unterkiefer aufgenommen und zum Innenohr geleitet.

Nase

Die Nasenlöcher der Wale wanderten im Laufe der Evolution immer höher. Beim Auftauchen müssen Wale nun nicht immer mühselig den Kopf herausstrecken, das spart Energie.

Die Nasenlöcher dienen aber nur noch zum Atmen, riechen können die Tiere damit nicht mehr. Beim Abtauchen sind die Nasenlöcher nämlich verschlossen, damit kein Wasser hineinläuft.

Wie die Evolution ablief und woher wir das wissen

Die Entwicklung der Wale leiten Wissenschaftler aus Fossilien ab. Dabei müssen sie sich gut mit Erdgeschichte sowie mit Anatomie und der Lebensweise von Tieren auskennen.

Vieles ist immer noch Spekulation, denn oft werden nur Bruchstücke von Skeletten gefunden. Morphologen versuchen dann, über gemeinsame Merkmale zwischen Fossilien und heute lebenden Tieren, eine Verwandtschaftsbeziehung abzuleiten. Molekularbiologen nähern sich den Fragen der Evolution durch Entschlüsselung der DNA und können dadurch bestehende Theorien stützen oder entkräften.

Ohr und Sprunggelenk

Die Urahnen der Wale hat man hauptsächlich aufgrund eines verdickten Ohrknochens bestimmt. Diesen Knochen findet man heute ausschließlich bei Walen.

Lange Zeit wusste man zwar schon, dass Wale von Huftieren abstammen, aber man sah keine direkte Verwandtschaft zu den Paarhufern. Erst neuere Fossilienfunde belegten, dass die *Uda & c.* ein Sprunggelenk mit einer doppelt gerollten Gelenkfläche hatten – ein exklusives Merkmal von Paarhufern.

Knochendichte

Dass *Uda & c.* schon im Wasser nach Nahrung suchte, leiten Wissenschaftler von einer verdickten äußeren Knochenschicht ab, die auch den heutigen Flusspferden zu einer kraftschonenden Fortbewegung im Wasser verhilft. Die Dichte der Knochen verrät, ab wann sich Tiere häufig im Wasser aufgehalten haben.

Nierenbefund am Zahn

Mithilfe von Zahnuntersuchungen konnte man erkennen, dass die *Uda & c.* noch Süßwasser tranken. Daher geht man davon aus, dass sie sich in der Nähe von Flüssen aufhielten. Die *Uda & c.*, zu denen *Uda & c.* gehört, tranken schon Salzwasser. Also müssen sich auch ihre Nieren angepasst haben, denn für Landsäugetiere ist Salzwasser tödlich. *Uda & c.* wird deshalb heute als der erste hochseetüchtige Wal angesehen, denn er musste sich nicht mehr in der Nähe von Süßwasser aufhalten.

Der *gW k ja a YbXY*; *Yl k U* konnte wahrscheinlich gar nicht gehen

Erst 2016 widerlegten Wissenschaftler die bis dahin geltende Meinung, dass *Uda & c.* (= schwimmender Gehwal) sich im Wasser und an Land fortbewegen konnte. Ihre Untersuchungen zeigten, dass der Brustkorb des Tieres für eine Fortbewegung an Land viel zu schwach war und *Uda & c.* wohl schon ausschließlich im Wasser lebte. Diese Stelle im Doku-Film ist also schon veraltet, machen Sie die Lernenden bitte darauf aufmerksam.