

FLUSSPFERDE IM ERLEBNIS-ZOO HANNOVER ZOOSCHULE HANNOVER



...echt anders!

erlebnis-zoo.de/zooschule

**ERLEBNIS
ZOO**
HANNOVER 

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
EINLEITUNG	3
SACHINFORMATION	4
Körperbau	4
Skelett.....	5
Lebensweise.....	5
Gefährdung / Rote Liste.....	6
Ernährung.....	6
Haut.....	7
Hautsekret.....	8
Fortpflanzung	8
Feinde und Bedrohung.....	9
Evolution und Systematik.....	9
Haltung im Zoo	10
UNTERRICHTSANREGUNGEN UND MATERIALIEN	13
Flusspferde tauchen.....	14
Körperbehaarung beim Flusspferd	15
Die Zähne der Flusspferde.....	16
Flusspferde sind bedroht	17
Sind Hippos im Zoo happy?.....	18
Tiere dösen oder schwimmen im Wasser.....	19
Das Forschungsprojekt	20
LÖSUNGEN	21
LINKS	24
QUELLEN	25
Abbildungsverzeichnis.....	25
Literaturverzeichnis	25

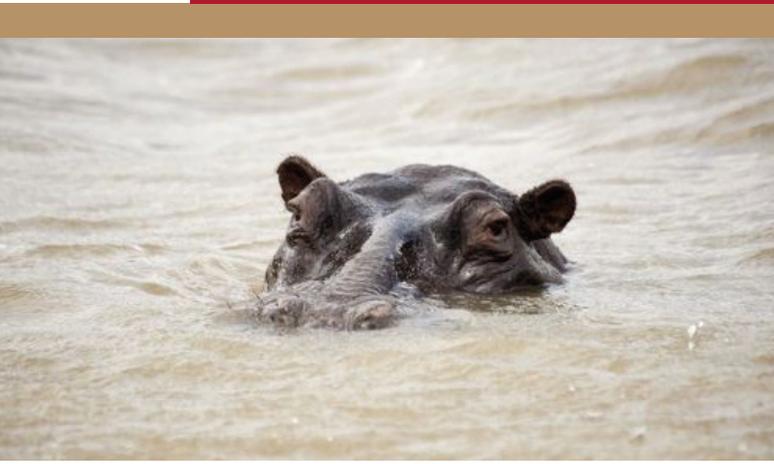


Abb. 1: Flusspferd im Freiland



Abb. 2: Flusspferde im Erlebnis-Zoo Hannover

EINLEITUNG

Flusspferde sind einzigartig und unverwechselbar. Wie der lateinische Name *Hippopotamus amphibius* schon andeutet, ist das Flusspferd auf Wasser als Lebensraum angewiesen. Seine Biologie ist jedoch anders als bei Walen, Wasserraubtieren und Seekühen, die im Laufe der Evolution sekundär ins Wasser zurückkehrten und an dieses Medium perfekt angepasst sind. Die Extremitäten des Flusspferdes sind nicht zu Flossen umgewandelt und die Körperform ist tonnen- und gar nicht stromlinienförmig. Zudem können sie weder lang noch tief tauchen. Ihre Nahrung finden sie vorwiegend auch nicht im Wasser. Das dritt schwerste Tier Afrikas und das größte Süßwassersäugetier überhaupt, lebt semi-aquatisch (amphibisch) in einem für Großsäuger besonderen Rhythmus: nachts fressend an Land und am Tag dösend im Wasser.

Diese Lebensweise erschwert den Forschern*innen das Beobachten der Flusspferde im Freiland, aber auch in Zoologischen Gärten. Vieles an Flusspferden erscheint rätselhaft. Schon beim deutschen Namen ergeben sich die ersten Fehlinformationen für die Schüler*innen. Sind es nun Fluss- oder doch Nilpferde? Der Name Nilpferd ist historisch und bezieht sich auf die ersten Sichtungen der Tiere im Nil. Da die Tiere ursprünglich in Afrika weit verbreitet waren und nicht nur am Nil vorkommen, ist der Begriff irreführend und falsch. Es handelt sich um ein FLUSSPFERD.

Obwohl Flusspferde reine Pflanzenfresser sind, besitzen sie bis zu 50 cm lange, spitze Eckzähne, die gegenüber denen von Löwen (bis 6 cm) geradezu winzig wirken. Und was machen sie eigentlich in der Nacht? Kaum ein*e Schüler*in weiß, dass Flusspferde spezialisierte Grasfresser sind, die in der Nacht im Umkreis ihrer Tagesgewässer auf Futtersuche gehen. Dabei legen sie auch schon mal über 5 km zurück. Um unsere Fische (verschiedene Arten von Karpfenfischen) brauchen sie also keine Angst zu haben.

Die meisten Schüler*innen lieben Flusspferde aufgrund ihres Körperbaus und ihrer Lebensweise am Tag. Doch ist ihnen in den meisten Fällen die Biologie der Tiere recht unbekannt. So halten sich hartnäckig Vorstellungen, die mit der Realität wenig gemein haben. Flusspferde sind weder fette, gemütliche „Happy Hippos“, die nur faul im Wasser „chillen“, noch die gefährlichsten Tiere Afrikas. Da sind Krokodile oder die *Anopheles*-Mücke weitaus gefährlicher.

Dieses Themenheft soll dazu dienen, durch Sachinformationen und Unterrichts Anregungen, Lehrer*innen zu motivieren sich während eines Besuchs im Erlebnis-Zoo Hannover oder im Rahmen ihres Biologie-Unterrichts in der Schule intensiver mit diesen faszinierenden Flusspferden auseinander zu setzen. Die Materialien sind nach Altersstufen angeordnet. Sie beginnen mit einfachen Beobachtungsaufgaben zum Körperbau der Tiere und umfassen ökologische, evolutionsbiologische, ethische und nachhaltige Fragestellungen für ältere Schüler*innen.

Das Flusspferd wurde 1996 das erste Mal in die Rote Liste der IUCN eingestuft. Da die Population in Afrika weit verbreitet und der Bestand stabil war, wurde das Flusspferd als „nicht gefährdet“ eingestuft. Nur 10 Jahre später, also 2006 war es „gefährdet“. Die Hauptgründe sind der Lebensraumverlust und die Zerstörung des Ökosystems. Hinzu kommt die gezielte Jagd. Menschen töten Flusspferde wegen ihres Fleisches und ihrer Eckzähne, die als Elfenbeinersatz dienen. Welche Auswirkungen eine Reduzierung der Population auf das gesamte Ökosystem und dadurch auch auf den Menschen hat, wird in diesem Themenheft ebenfalls erläutert.

Für Rückfragen, Verbesserungsvorschläge und Kritik steht das Team der Zooschule – wie immer – gerne zur Verfügung. Über jede Art eines Feedbacks freuen wir uns.



Abb. 3: Flusspferde im Erlebnis-Zoo Hannover



Abb. 4: Flusspferde im Freiland

SACHINFORMATION

KÖRPERBAU

Der Körperbau der Flusspferde ist tonnenförmig, plump und gedungen. Hals und Beine der Tiere sind kurz. Der Kopf ist groß und wuchtig. Das Maul ist breit und mit über 150° sehr weit zu öffnen. An der Mauloberseite liegen Nase, Augen und Ohren. Die Augen sind recht klein und leicht gestelzt, sodass diese über der Kopf-oberseite hinausragen. Diese ist abgeflacht, sodass die drei Sinnesorgane in einer Linie angeordnet sind. Sie ragen oft selbst dann aus dem Wasser heraus, wenn das Tier ruht und der gesamte Körper untergetaucht ist. Diese Anordnung der Fernsinnesorgane ermöglicht den Flusspferden eine ständige Erkundung und Überprüfung ihrer Umgebung ohne weit aufzutauchen. Die Sinnesorgane, die meist unter der Wasserlinie bleiben, wie Vibrissen um den Mundraum, Druckpunkte der Haut, sind auf die nahe Umgebung ausgerichtet. Dieses Anordnungsprinzip ist bei vielen amphibisch lebenden Wirbeltieren verbreitet. Es ist durch die vergleichbaren Erfordernisse der Umwelt mehrfach kon-

vergent evolviert worden. Die Ohren sind mit 10 cm Länge recht klein. Sie sind sehr beweglich. Die Tiere drehen sie fast immer, nachdem sie auftauchen, um daraus das Wasser wegzuschleudern. Die Nasenlöcher und Ohren sind verschließbar.

Die Männchen sind meist größer als die Weibchen. Die Hautfarbe ist variabel. Grundfarbe ist graubraun, die Oberseite ist dunkler, die Unterseite ist heller und rosa gefärbt. Individuell unterschiedlich können hellere Hautpartien an verschiedenen Körperstellen auftreten.

Der Schwanz ist kurz, am Ende rundlich, und abgeplattet. Wenn die Tiere an Land koten, wird er mit einigen Schwanzdrehungen über weitere Flächen verteilt. Auf diese Weise markieren besonders die territorialen Bullen ihr Revier bzw. zeigen mit deutlichen Duftmarken ihre Anwesenheit und sozialen Rang an.

Klasse	Säugetiere (<i>Mammalia</i>)
Ordnung	Paarhufer (<i>Artiodactyla</i>)
Familie	Flusspferde (<i>Hippopotamidae</i>)
Art	Flusspferd (<i>Hippopotamus amphibius</i>)
Kopf-Rumpf-Länge	290 – 505 cm
Schwanzlänge	40 – 56 cm
Schulterhöhe	150 – 165 cm
Körpergewicht	1.000 – 4.500 kg
Lebenserwartung (max.)	35 Jahre (Freiland), 60 Jahre (Zoo)

nach Wilson & Mittermeier (2011)

SKELETT

Flusspferde haben einen graviportalen Körperbau. Die Wirbelsäule ist kräftig entwickelt. Sie bildet mit 13 Paar mächtigen Rippen den fassähnlichen, tragenden Rahmen für die inneren Organe und sind so maßgeblich verantwortlich für das rundliche Aussehen der Tiere. Schulterblätter und Oberarmknochen bilden eine senkrechte Säule, die darauf ausgerichtet ist, das hohe Körpergewicht von 1.000 bis über 4.500 kg zu tragen. Das Becken weist dagegen einen Winkel von 45° auf. Auch sind die Knochen der Extremitäten nicht so kräftig wie man es bei dem hohen Gewicht der Tiere erwartet würde.

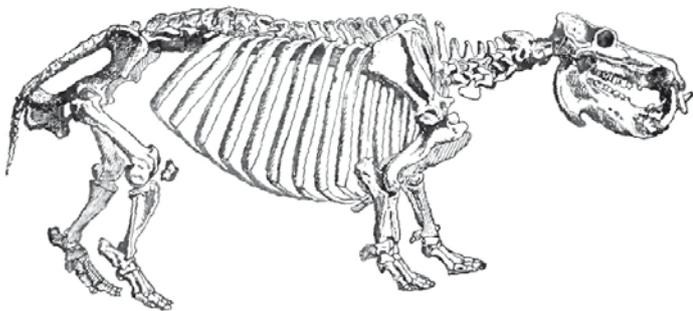


Abb. 5: Skelett eines Flusspferdes

Manche Forscher sehen den Grund hierfür darin, dass sich die Tiere kaum bewegen und sich oft ins Wasser zurückziehen wo sie schwerelos sind.

Flusspferde besitzen 38 – 42 Zähne. Untypisch für ein Pflanzenfressergebiss sind Schneidezähne und Eckzähne ausgebildet. Diese sind dauerwachsend und dienen nicht der Nahrungsaufnahme, sondern in erster Linie dem Kampf gegen Konkurrenten. Die Nahrung wird durch die robusten Lippenränder aufgenommen. Die langen, stangenförmigen Schneidezähne weisen im Oberkiefer schräg nach unten, im Unterkiefer nach vorne. Sie können auch beim Ausgraben von Nahrung und Salzlecken zum Einsatz kommen. Die Eckzähne können Längen von über 50 cm erreichen. Die unteren Eckzähne schleifen mit der hinteren Kante gegen die Vorderseite der oberen Eckzähne, sodass messerscharfe Schneidkanten entstehen.

Sie durchstoßen auch die dicke Haut anderer Flusspferde. Wie bei vielen Paarhufern sind je vier Zehen an den Füßen deutlich ausgebildet. Sie enden in breiten Nägeln. Die Afterzehen sind gut entwickelt und berühren beim Laufen den Boden. Die Tiere sind Zehengänger. Die wenig spreizbaren Zehen sind durch Schwimmhäu-



Abb. 6: Schädel eines Flusspferdes

te miteinander verbunden, die jedoch weitgehend ohne Funktion sind. An Land sind Flusspferde erstaunlich schnell und wendig. Im Galopp erreichen sie auf kurzer Strecke Geschwindigkeiten von über 30 km/h.

LEBENSWEISE

Die natürliche Verbreitung der Flusspferde ist gebunden an Gewässer jeglicher Form. Sie leben am Ufer von afrikanischen Seen, Flüssen, zumeist im Flachwasserbereichen ohne starke Strömungen und Überflutungsgebiete. Die Wassertiefe muss ausreichen, um die Tiere zu bedecken. Zudem müssen Nahrungsressourcen in Form von Weideflächen in der Nähe sein. Flusspferde sind außerhalb von Gewässern auf Dauer nicht überlebensfähig. Wenn ihre Gewässer in der Trockenzeit anfangen auszutrocknen, gibt es Kämpfe um einen Platz im Gewässer. Diese Kämpfe enden oft mit starken Verletzungen der unterlegenen Tiere. Auch ein Abwandern aus dem Gewässer kommt vor. Auf der Wanderung und Suche nach einem neuen Gewässer sterben ebenfalls einige Tiere. Obwohl die Tiere tagsüber im Wasser gesellig in Gruppen von mehr als 50 Tieren leben und oft Körperkontakt haben, bestehen keine sozialen Bindungen zwischen ihnen. Eine Ausnahme bildet die Mutter-Kind-Beziehung. Die Gruppen bestehen hauptsächlich aus einem dominanten Männchen und vielen Weibchen, Jungtieren und Halbwüchsigen. Die anderen Männchen finden sich in „Junggesellengruppen“ ein. Die Männchen, die in den Uferregionen Territorien besetzen konnten, haben das alleinige Paarungsrecht. Sie verteidigen diese Reviere gegen andere Bullen oft in Form von Beschädigungskämpfen. Auch Rivalenkämpfe während der Paarungszeit führen oft zu schweren Verletzungen. Sie enden für einen der Kontrahenten manchmal tödlich, da die langen Eckzähne durch die dicke Haut durchdringen. Obwohl die Tiere den Tag im Gewässer verbringen, können sie nicht schwimmen. Durch ihre plumpe Gestalt bieten die Tiere dem Wasser viel Widerstand. Sie benötigen zur Fortbewegung den

Bodenkontakt, was ihr Vorkommen in sehr tiefen Gewässern ausschließt. Nach Art von Astronauten auf dem Mond laufen sie mit geöffneten Augen nahezu schweelos auf dem Grund des Gewässers. Dabei werden fast nur die Vorderextremitäten eingesetzt. In tieferen Gewässern stoßen sich die Tiere zusätzlich mit den Hinterbeinen ab und erreichen so die Wasseroberfläche. Diese einmalige Art der Fortbewegung wird als „Schwimmlaufen“ bezeichnet. Das Tauchvermögen ist verhältnismäßig gut ausgebildet. Erwachsene Tiere tauchen im Durchschnitt 1 – 2, im Höchstfall 15 Minuten lang, Jungtiere müssen in kürzeren Abständen auftauchen. Wenn Flusspferde am Abend an Land gehen, werden sie teilweise unverträglich, sie besetzen jedoch keine Weideteritorien. An den Gewässereintrittsstellen, aber auch auf den Weideflächen setzen die Tiere Kot ab. Dabei entstehen Kothaufen von teilweise beträchtlicher Größe. Durch schnelles Wedeln mit dem Schwanz wird der Kot weiträumig verteilt. Die Bedeutung dieses Verhaltens wird teilweise darin gesehen, dass es den Rang eines Männchens deutlich macht, überwiegend dient es wohl zur Verstärkung der olfaktorischen Orientierung, d.h. der Erzeugung von Wegemarken. Flusspferde kommunizieren an Land wie im Wasser akustisch miteinander. Ihr dumpfes Grollen ist über eine weite Strecke hörbar, doch die Funktion der Rufe ist noch nicht genau untersucht. Im Erlebnis-Zoo Hannover kann man sie als Protest interpretieren, den sie oft dann lautstark äußern, wenn eine Schulklasse die Empore über dem Innenbecken verlassen hat, ohne zu füttern. Unter Wasser geben die Tiere ähnliche Klickgeräusche wie Wale ab. Die Tiere machen so vielleicht auf ihre Gegenwart im schlammigen Wasser aufmerksam. Sie empfangen die Geräusche über die Unterkieferknochen. Wenn sie tagsüber in charakteristischer Weise im Wasser ruhen, können Flusspferde so gleichzeitig mit den Ohren über Wasser und mit den Unterkiefern unter Wasser hören. Nach heutigem Erkenntnisstand sind sie nicht zu einer Echoortung in der Lage.

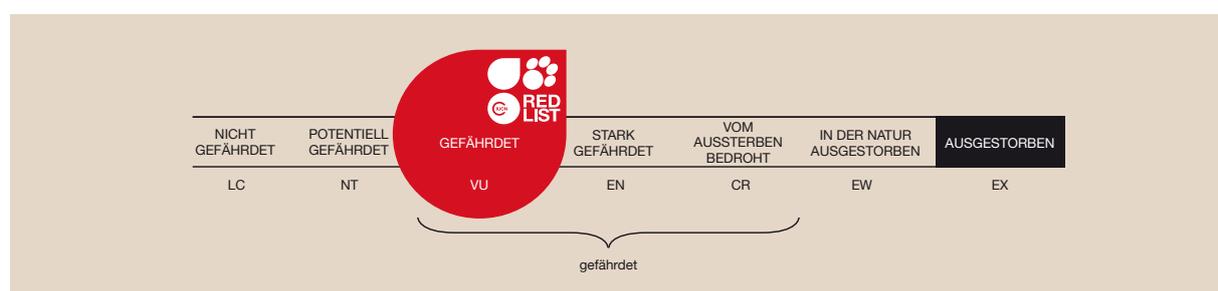
GEFÄHRDUNG / ROTE LISTE

Das Flusspferd wurde 1996 das erste Mal in die Rote Liste der International Union for Conservation of Na-

ture (IUCN) eingestuft. Da die Population in Afrika weit verbreitet und der Bestand stabil war, wurde das Flusspferd als „nicht gefährdet“ eingestuft. Nur 10 Jahre später, also 2006 gilt es als „gefährdet“. Der Bestand in Afrika wird auf nur noch 115.000 – 130.000 Individuen geschätzt (IUCN: 2017). Neben der Zerstörung ihres Lebensraumes erfolgt die Reduzierung der Population vor allem durch Bejagung. Das Fleisch der Tiere ist sehr schmackhaft und die langen Vorderzähne werden nach dem Handelsverbot mit Elfenbein gerne als Ersatz genommen. Die Tiere gelten zudem als Ernteschädlinge und als potentielle Bedrohung für die einheimische Bevölkerung (Mensch-Tier-Konflikt). Ursprünglich in nahezu ganz Afrika verbreitet, ist die Art heute in viele kleine isolierte Restpopulationen zersplittert, die sich genetisch unterscheiden. Es sind 3 Unterarten bekannt: Zentralafrikanisches Flusspferd (*Hippopotamus amphibius amphibius*), Südafrikanisches Flusspferd (*H. a. capensis*) und Ostafrikanisches Flusspferd (*H. a. kiboko*).

ERNÄHRUNG

Flusspferde sind reine Vegetarier. Selten wurde beobachtet, dass Aas genommen wurde bzw. sogar andere Tiere angegriffen und verzehrt wurden. Bei Sonnenuntergang verlassen sie das Wasser und gehen auf ausgedehnten Wechsell bis zu 10 km weit an Land um mehrere Stunden in der Nacht zu weiden. Sie sind spezialisierte Grasfresser sog. „Grazer“. Bei Sonnenaufgang kehren sie wieder in ihr Tagesgewässer zurück. Sie fressen Wasserpflanzen nur im geringen Umfang. Flusspferde nehmen mit rund 1% ihres Körpergewichtes pro Tag deutlich weniger Futter auf als vergleichbare Großherbivoren, deren täglichen Nahrungsmenge bezogen auf ihr Körpergewicht doppelt so hoch ist. Das liegt zum einen an der Lebensweise, die am Tag kaum energiezehrend ist, zum anderen an einer guten Verwertung der recht energiereichen Grasnahrung. Die Tiere sind sogenannte Vormagenfermentierer, d.h. sie fermentieren die Grasnahrung nicht in Blindsäcken hinter dem eigentlichen Magen. Es sind jedoch keine Wiederkäuer. Sie besitzen einen zu Wiederkäuern konvergent evolvierten Magen, der sehr komplex gebaut ist (s. Abb. 7) Dieser Magen besteht aus 4 Teilmägen,



bei dem man die ersten beiden Blindsäcke, die über ein Verbindungsstück mit dem eigentlichen Hauptmagen verbunden sind, als Teilmägen bezeichnet.

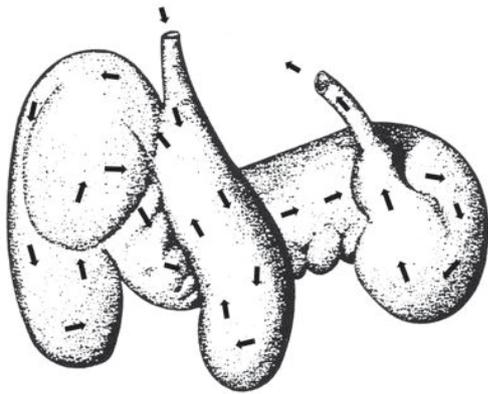


Abb. 7: Magen eines Flusspferdes

Darin findet die bakterielle Fermentierung der cellulose-reichen Nahrung statt. Der Hauptmagen selbst ist weiter gekammert, so dass der Nahrungsdurchfluss entsprechend langsam erfolgt. Man bezeichnet diese Art der Verdauung als pseudo-wiederkauend, da eine ähnlich hohe Effektivität erzielt wird. Die Länge des Magens beträgt über 2 m, die Gesamtlänge des Verdauungssystems beträgt über 40 m. Der extrem lange Magen-Darm-Trakt bewirkt eine sehr langsame und intensive Verdauung und eine entsprechend gute Futterverwertung. Die Verdauung erfolgt überwiegend tagsüber im Wasser. Die Tiere geben so große Mengen an Kot in die Gewässer ab. Der Kot wird im Freiland rasch mikrobiell umgesetzt und dient als wesentliche Grundlage für die Eutrophierung des Gewässers und den daraus resultierenden reichen Pflanzenwuchs von deren sich andere Tierarten ernähren. Entgegen des Eindrucks der Körperform besitzen Flusspferde nur sehr wenig Fett in der Unterhaut, können jedoch lange Perioden ohne Nahrungsaufnahme in einem Schlammloch überdauern.

HAUT

Die Haut ist das größte und interessanteste Organ eines Flusspferdes, da sie einige Besonderheiten aufweist, die im Zusammenhang mit der amphibischen Lebensweise der Tiere gesehen wird. Sie ist bis zu 3 cm dick. Ein Tier von 1.500 kg besitzt so ein Hautgewicht von rund 270 kg mit einer Oberfläche von rund 10 m². Die Haut eines Säugetieres hat Sinnes-, Kommunikations- und Schutzfunktion, dient der Thermoregulation,



Abb. 8: Haut eines Flusspferdes

der Immunabwehr und reguliert den Wasserhaushalt. Anatomisch-histologisch wird sie in drei Schichten unterteilt: 1. die Oberhaut „Epidermis“, 2. die Lederhaut „Corium“ und 3. die Unterhaut „Subcutis“. Mit maximal 20 – 30 feinen Härchen pro Quadratmeter ist die Haut eines Flusspferdes praktisch haarlos. Nur an den Ohren und am Schwanzende befinden sich gut sichtbare Haare, dazu kommen dicke Borsten über dem Maul. Diese Haarlosigkeit ist eine Anpassung an die amphibische Lebensweise der Tiere. Die nackte Hautoberfläche ist sehr empfindlich. Schweiß- und Talgdrüsen, die an das Vorhandensein von Haarfollikeln gebunden sind, fehlen entsprechend. Flusspferde können folglich nicht schwitzen, sodass ein wichtiges Element für die Thermoregulation und der Keimabwehr durch den Säureschutzanteil des Schweißes fehlen. Da auch der Fettsfilm, der die Durchlässigkeit der Haut für Wasser reduzieren würde, fehlt, gibt das Tier stets große Mengen von Wasser über die Haut ab. Im Durchschnitt liegt der Wasserverlust 3 – 5 mal höher als beim Menschen. Die Haut sieht entsprechend immer feucht aus. Manche Messungen ergaben mit 2280 g/m² in 1 Stunde, Transpirationswerte, die den Evaporationswerten eines Filterpapiers unter gleichen Bedingungen entsprachen. Dafür verantwortlich ist eine extrem dünne Oberhaut (Epidermis), die eine Dicke von unter 1 mm aufweist und die Lederhaut, die im Wesentlichen aus einer kräftigen Kollagenschicht mit ineinander verwobenen Fasern besteht. Eine effektive Temperaturregelung durch einen analogen Mechanismus zum Schwitzen ist somit nicht erkennbar und sicher ein wichtiger Grund für die amphibische Lebensweise der Flusspferde. Der erhöhte transepidermale Wasserverlust ist eine Anpassung an die Lebensweise, indem das ständig austretende Wasser ein Eindringen von Keimen in die Haut erschwert. Umso erstaunlicher ist es, dass Flusspferde ihre Körperkerntemperatur, im Gegensatz zu Antilopen, Kamelen und Elefanten, konstant halten. Deren Körper nimmt tagsüber Sonnenwärme auf und gibt sie in der Nacht entsprechend wieder ab.



Abb. 9: Schleimsekretion auf der Flusspferdhaut

HAUTSEKRET

Die ersten Forscher in Afrika berichteten, dass die Tiere an Land Blut ausschwitzen würden, da sie viele rote „Flüssigkeitsflecken“ auf der Haut der Tiere beobachteten. Diese falsche Interpretation ist auch heute noch verbreitet. Ursache und Bedeutung des Phänomens konnten erst Jahren später durch cytologische und biochemische Methoden genauer erforscht werden. Die Oberfläche der Epidermis ist fein und weist keine groben Keratinablagerungen auf. Mit bloßem Auge sichtbar sind kleine Einsenkungen, die sich alle 3 – 5 mm wiederholen und mit einem Netz aus schmalen, seichten Kanälen verbunden sind. In diese münden subdermale Schleimdrüsen, die im Laufe der Phylogenese anstelle der Schweißdrüsen entwickelt worden sind. Sie sondern im Wasser und an Land eine durchsichtig-schleimige, alkalische Substanz ab. Gelangt der Schleim in Kontakt mit der Luft, färbt er sich innerhalb weniger Minuten über rosa, rot, dunkelrot schließlich in dunkelbraun um. Dabei nimmt seine Viskosität zu, bis er schließlich vollständig austrocknet. Da eine Schleimdrüse rund ein Gramm wiegt, ist die Sekretion einer Drüse sehr hoch. Ihre Dichte ist mit einer Drüse pro cm² jedoch gering. In Unkenntnis des wahren Sachverhaltes wird der Schleim auch heute noch vielfach als „Roter Schweiß“ bezeichnet. Die wahren Hintergründe für die Schleimsekretion sind auch heute noch nicht vollständig geklärt. Einige Forscher vermuten einen Zusammenhang mit Stress und Bewegung der Tiere. Andere sehen die Möglichkeit einer Thermoregulation in Zusammenhang mit der Außentemperatur und besonders der relativen Luftfeuchtigkeit. Auch die Möglichkeit eines „Peeling-Effekts“, der die Haut säubert, wird in Betracht gezogen. Bestimmte Inhaltsstoffe des Sekretes, z.B. Homogentinsäure machen die Haut geschmeidig. Sie lassen zudem die Vermutung zu, dass das Sekret analoge „Anti-Fouling-Eigenschaften“ wie das Hautsekret der Wale aufweist. In dieser Gemengelage

ist eine didaktische Reduktion notwendig. Die Schleimsekretion kommt vorwiegend in Zusammenhang mit hohen Temperaturen und einer geringen Luftfeuchtigkeit an Land analog zur Schweißabgabe vor. Durch experimentelle Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass das Hautsekret eine zytoprotektive und UV-protektive Wirkung besitzt und so einen wirksamen Hautschutz darstellt. Ebenfalls nachgewiesen wurde die postulierte antimikrobielle Wirkung. Gleichzeitig trägt das Sekret dazu bei, die Haut geschmeidig zu erhalten und Risse durch Austrocknung zu vermeiden.

Diese Ergebnisse decken sich mit folgenden Beobachtungen:

1. Man hat einige alte Albino-Flusspferde in Afrika beobachtet, obwohl diese Mutanten in der Regel nur eine kurze Lebensdauer besitzen.
2. Flusspferde weisen immer tiefe Kratzer und Wunden auf. Diese scheinen immer wieder gut zu verheilen, auch wenn das Tier in einem stark mit Keimen belasteten Wasserloch lebt.

Diese Ergebnisse zeigen, dass einige Aufgaben des roten Hautsekretes mittlerweile bekannt sind. Es eignet sich aber kaum für eine effektive Thermoregulation der Haut durch Verdunstungskälte, da es zähflüssig ist und die Anzahl der Drüsen viel zu gering erscheint. Da der Wasserverlust durch die Haut sich verdoppelt, wenn die Temperatur um 10°C ansteigt, ist Hitzestress ein großes Problem für Flusspferde. Sie „lösten“ es, in dem sie in eine semiaquatische Lebensweise übergegangen sind.

FORTPFLANZUNG

Die Paarungszeit ist indirekt an die Regenzeit gekoppelt. Jungtiere werden zu Beginn der Regenzeit geboren. Nichtsdestotrotz sind Paarungen ganzjährig möglich. Die Brunst der Weibchen dauert ca. 3 Tage. Es paaren sich in der Regel nur dominante Männchen, die ein Territorium besetzt haben. Das sind rund 10 % aller männlichen Tiere. Die Paarung erfolgt im Wasser, dauert bis zu 30 Minuten und wird mehrmals wiederholt. Die Tragzeit beträgt ca. 240 Tage. Es wird ein Jungtier geboren, Zwillinge sind selten. Die Geburt findet unter Wasser statt. Die Neugeborenen wiegen 40 bis 50 kg und sind 120 bis 130 cm lang. Es sind Nestflüchter, die sofort schwimmen und tauchen können. Die Jungtiere suchen unter Wasser nach den beiden Zitzen der Mutter und trinken auch unter Wasser. Während des



Abb. 10: Paarung von Flusspferden

Saugens müssen sie öfters auftauchen, um zu atmen. In den ersten Lebenstagen wird das Jungtier auf die Mutter geprägt. In dieser Zeit lebt sie abseits der übri- gen Flusspferde. Nach etwa 3 Tagen wird das Wasser zum ersten Mal verlassen.

Die Laktationszeit (Säugezeit) beträgt im Mittel 6 Mo- nate. Die Tiere wachsen sehr schnell. Das Geburtsge- wicht wird innerhalb von 50 Tagen verdoppelt. Mit ca. 9 Monaten sind die Jungtiere selbständig.

Männchen erreichen die Geschlechtsreife mit 7 – 8 Jahren, Weibchen mit 8 – 10 Jahren. Flusspferde sind sehr fruchtbar. Im Durchschnitt erfolgt alle zwei Jahre eine Geburt, doch kann der Zeitraum auch deutlich kürzen sein, da schon während der Laktationsphase wieder ein Eisprung erfolgen kann. Im Zoo Hannover betrug der zeitliche Abstand zwischen den Geburten teilweise nur 14 Monate.

FEINDE UND BEDROHUNG

Erwachsene Flusspferde besitzen in der Regel keine natürlichen Feinde. Zum einen schützt sie die sehr dicke Haut und ihre Körperform, die ein Zubeißen sehr erschwert. Andererseits verhalten sie sich bei Bedrohung sehr aggressiv und besitzen enorme Körperkräfte, so- dass sie eher zu Jägern als zu Gejagten werden. Jedoch wurde in den letzten Jahren vermehrt beobachtet wie Löwenrudel adulte Flusspferde an Land attackieren und ab und zu auch töten. Jungtiere von Flusspferde werden von großen Beutegreifern relativ häufig erbeutet. Das sind an Land Löwen, Leoparden und Hyänen, im Was- ser sehr große Krokodile. Jungtiere mehrerer Mütter werden im Wasser stets von ausgewachsenen Weib- chen gehütet. Wenn sie sich bedroht fühlen, flüchten die Jungtiere stets ins Wasser. Erwachsene Flusspferde sind auch in der Lage größere Krokodile zu töten. Auch vor dem Menschen haben die Flusspferde keine große Scheu. Sie greifen jedoch nicht gezielt an. Nur wenn der



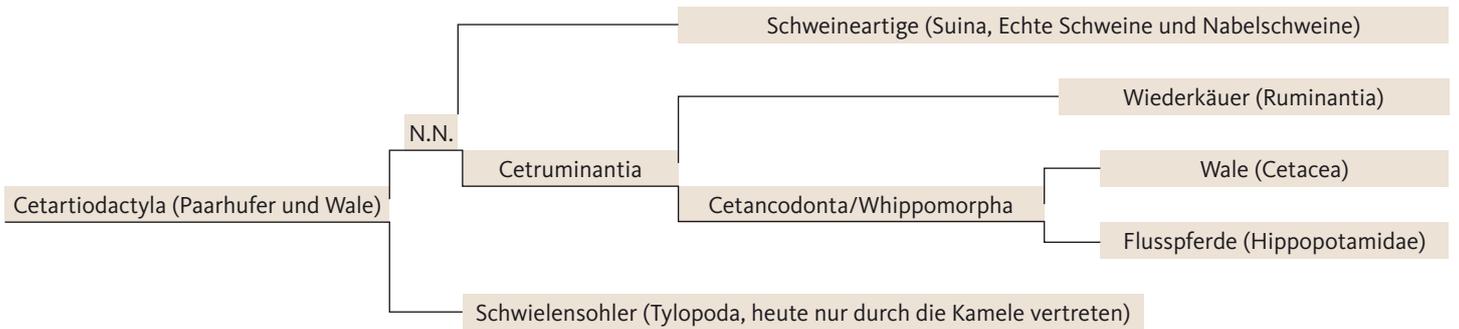
Abb. 11: Flusspferdjungtier „Fridolin“

Mensch einen gebotenen Mindestabstand unterschrei- tet, kann es zu Auseinandersetzungen kommen, die nicht selten tödlich für den Menschen enden. Obwohl die Tiere plump aussehen, können sie an Land und im Wasser sehr impulsiv sein und auf kürzeren Strecken hohe Geschwindigkeiten (30 – 35 km/h) erreichen, was eine Flucht nahezu unmöglich macht.

EVOLUTION UND SYSTEMATIK

Die Familie der Flusspferde (*Hippopotamidae*) ist sehr artenarm. Mit dem Zwergflusspferd (*Choeropsis libe- riensis*) existiert heute nur noch eine weitere Art. Die systematische Einordnung der Tiere ist aufgrund ihrer Körpermerkmale scheinbar einfach. Sie besitzen eine gerade Anzahl an Zehen, sind Pflanzenfresser und wer- den dementsprechend in die Ordnung der Paarhufer „Artiodactyla“ eingeordnet. Nächste Verwandte sind nach der klassischen Systematik demnach die Suidae (Schweine). Aufgrund ihres relativ einheitlichen Kör- perbaues hielt man die Paarhufer lange Zeit für eine Säugetierordnung, die auf einen gemeinsamen Vor- fahren zurückgeht, also monophyletisch ist. Ab 1995 legten zunächst Studien zur Aminosäuresequenz und später die Analyse der mitochondrialer DNA nahe, dass Flusspferde (*Hippopotamidae*) eine Schwestergruppe der Wale (*Cetaceae*) sind. Durch viele andere molekularbiologische Untersuchungsmethoden wurden diese Ergebnisse bestätigt. Das heißt, dass Flusspferde näher mit den Walen verwandt sind als mit den übrigen Paar- hufern, die demnach in Bezug zu den Walen paraphyle- tisch sind. Aus diesem Grund schufen die Systematiker den Begriff Cetartiodactyla.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass die gemeinsamen Anpassungen zwischen Walen und Flusspferden, u.a. fehlende Behaarung und Talgdrüsen sowie die Unter- wasserkommunikation Hinweise auf eine gemeinsame Abstammung sein können und nicht durch Konvergenz endstanden. Im Widerspruch dazu stehen Fossilfunde.



nach Beck et al. 2006

Die ältesten Wale sind durch Fossilien seit ca. 53 Millionen Jahre belegt, auch die Vorfahren der Unterordnungen der Paarhufer „Schweineartige, Schwielensohler und Wiederkäuer“ entstanden im Eozän bis Miozän. Flusspferde dagegen evolvierten erst vor rund 15 Millionen Jahren. Somit muss eine rund 40 Millionen Jahre lange Lücke erklärt werden, denn der gemeinsame Vorfahr von Walen und Flusspferden muss vor den ersten Walen, also vor rund 55 Millionen Jahren gelebt haben. Das Augenmerk der Forschung richtete sich daher auf eine Paarhufergruppe (Anthracotheriidae), die bereits bei ihrer Entdeckung im 19. Jahrhundert als „flusspferdähnlich“ beschrieben wurde. Erst im Jahr 2015 wurde die Gattung Epirigenys anhand von Unterkiefer- und Zahnfunden aus Kenia beschrieben, deren Alter rund 30 Millionen Jahre beträgt. Die Gattung stellt innerhalb der Anthracotheriidae den stammesgeschichtlich nächsten Verwandten der Flusspferde dar. Der Nachweis von Epirigenys im östlichen Afrika lässt vermuten, dass die Flusspferde sich möglicherweise auf dem Kontinent entwickelt haben. Demnach stammen die Vorfahren der heutigen Flusspferde von Einwanderern ab, die Afrika noch vor der Entstehung der Landbrücke nach Eurasien im Miozän (vor rund 23 Millionen Jahren) erreicht hatten.

Die Zootierhaltung ist letztlich ein Kompromiss und kann sich den ursprünglichen Lebensbedingungen nur bestmöglich annähern. Den natürlichen Lebensräumen nachempfundene Gestaltung der Anlagen und die Berücksichtigung von Verhaltensmustern der jeweiligen Tierarten sind wichtige Faktoren für eine tiergerechte Haltung. Immer wieder gibt es neue Erkenntnisse und Forschungsergebnisse, die eine Anpassung der Lebensbedingungen für Zootiere ermöglichen. Unter diesen Gesichtspunkten sind die Ansprüche an die moderne Zootierhaltung ständigen Veränderungen unterworfen.



Abb. 12: Flusspferde im Stallbereich

HALTUNG IM ZOO

Im Laufe der Geschichte der Zoologischen Gärten haben sich die Ansprüche an die Tierhaltung weiterentwickelt. Artsspezifische Faktoren u.a. das Sozialverhalten und Vergesellschaftung mit anderen Tierarten stehen heute im Mittelpunkt der modernen Zootierhaltung, während sie in der Vergangenheit eher als unwichtig erachtet wurden. Tiere haben an ihre Lebensräume die unterschiedlichsten Ansprüche und zeigen unterschiedliche Verhaltensweisen. Diese sind u.a. von den klimatischen Bedingungen, dem Vorhandensein von Nahrung und Wasser, den sozialen Strukturen der jeweiligen Tierart, Fressfeinden, Konkurrenz und vielem mehr geprägt.



Abb. 13: Außenanlage der Flusspferde



Abb. 14: Flusspferde im Innenbecken

Die Haltung der Flusspferde im Erlebnis-Zoo Hannover entsprechen den neuesten zoobiologischen Kenntnissen, d.h. Anlage, Gruppenstruktur und Ernährung sind so gestaltet, dass sie möglichst den Bedingungen des Freilands nahekomen und den Bedürfnissen der Tiere entsprechen. Der Gesundheitszustand unserer Flusspferdgruppe wird ständig durch die Tierpfleger*innen und die Veterinärmediziner*innen überwacht.

Die Flusspferdanlage besteht aus drei Teilen:

Das Außengehege besteht aus einem Landbereich mit Hart- und Sandboden, der flach in ein Becken mit einem Fassungsvermögen von 400 m³ und einer Wassertiefe bis 3,50 m mündet. Die Größe des Beckens ermöglicht den Flusspferden am Boden zu laufen. Das kann man auch als Besucher gut beobachten. Das Becken wird mit Wasser aus dem Maschsee befüllt und geht direkt und scheinbar absperrungsfrei in die Flusswelt Sambesi über. Vom Boot aus entsteht der Eindruck einer direkten Begegnung mit den Tieren (Immersionseffekt). Sobald die Temperaturen 15° C betragen, verbringen die Flusspferde den Tag auf der Außenanlage. Eine leistungsstarke Filteranlage reinigt das gesamte Wasser der Außenanlage stündlich. Ein Pärchen des Afrikanischen Marabus ist durch einen Baumstamm und Elektrogras geschützt, so dass sie auch in direkter Nachbarschaft mit den Flusspferden sogar ihrem Brutgeschäft nachgehen. Im Winter wird das Außengehege von den Afrikanischen Marabus und Entenvögeln alleine genutzt.

Das Innengehege ist in Form eines „Flusspferd-Canyons“ gestaltet. Der Besucher geht auf einem gewundenen Weg mehrere Meter tief in eine „Felshöhle“. In diesem Innengehege können die Flusspferde unter Wasser beobachtet werden. Es besitzt ein Fassungsvermögen von 200 m³ und eine Wassertiefe von bis zu 1,60 m. Es ist in drei Teilbecken unterteilt, so dass



Abb. 15: Details vom Innenbecken ohne Wasser

einzelne Tiere der Gruppe bei Bedarf getrennt werden können. Hier verbringen die Tiere vor allem die kalte Jahreszeit. Die Wassertemperatur beträgt 18 – 20° C. Eine leistungsstarke Filteranlage reinigt das gesamte Wasser der Innenanlage halbstündlich, so dass in der Regel die Sicht auf die Tiere sehr gut ist. Eine Beleuchtung und Lichtkuppeln regeln den Tag-Nacht-Rhythmus. Eine Vergesellschaftung mit anderen Tierarten kann durch die großen Scheiben beobachtet werden. Verschiedene Karpfenarten sind in dem Becken der Flusspferde zu finden.

Der klimatisierte und zugluftfreie Stallbereich ist über ein elektrisches Schiebersystem mit der Innen- und Außenanlage verbunden. Er besteht aus vier geräumigen Boxen, deren Wände aus hygienischen Gründen gefliest sind und mit dem Hochdruckreiniger gereinigt werden können. In jeder Box sind 1 – 2 Flusspferde untergebracht. Als Untergrund dient ein spezieller in der Tierhaltung weit verbreiteter mit Hartgummi beschichteter Betonboden („Relatexboden“). Dieser Boden ist u.a. gelenkschonend für die Tiere, sehr gut zu reinigen, rutschfest und langlebig und wird leicht abgeneigt in die Stallungen eingebracht, so dass Wasser abfließen kann. Eine Beleuchtung und Lichtkuppeln regeln den Tag-Nacht-Rhythmus. Der Stallbereich ist für die Besucher*innen nicht einsehbar.

Flusspferde erhalten als Pflanzenfresser vor allem Grün- und Kraftfutter (siehe Tab. 1). Entsprechend ihrer natürlichen Lebensweise erhalten die Tiere ihre Hauptmahlzeit abends im Stall. Die Tierpfleger*innen haben dadurch den Überblick und die Kontrolle über die Futtermenge, die jedes Tier frisst. Eine kommentierte Fütterung mit Salat durch die Tierpfleger*innen ist eine Beschäftigung der Tiere und Wissensvermittlung für die Besucher*innen.

FLUSSPFERD

Grundfutterplan (Tagesbedarf pro Tier)

Produkt	Menge	Bemerkung
Kraftfutter (1/3 Kleie, 1/3 Quetschhafer, 1/3 Pferdepellets)	5 kg	nur Bulle, Weibchen ein paar Handvoll
Gemüse, Obst		nicht regelmäßig
Salatköpfe	2 – 4 Kisten / Gruppe	
Rüben, Maispflanzen		saisonal
Heu, Gras		zur freien Verfügung, Gras saisonal
Rindermineral-Pulver	1 ML / 10 l Eimer (= 40 g)	3 x wöchentlich

Tabelle 1: Futterplan der Flusspferde

Die Flusspferde des Erlebnis-Zoo sind Tiere des Europäischen Zuchtbuchs (ESB). Dort werden für alle Individuen in europäischen Zoos die wichtigsten Lebensdaten gesammelt. Geburtsdatum, Geschlecht, Standort, Transfers und Todesdatum geben dem Zuchtbuchkoordinator*in die Möglichkeit, sich einen Überblick über die Population zu verschaffen, deren weitere Entwicklung abzuschätzen und auf Stammbaumdaten aller Tiere zuzugreifen. Er/sie kann den Zoos so helfen, Jungtiere zu vermitteln und/oder neue Gruppen zusammenzustellen. Ziel ist es, eine langfristig stabile und genetisch vielfältige Zoopopulation zu erhalten. Wächst die Population zu stark an oder wird sie instabil, muss die Intensität des Managements erhöht werden – z.B. durch Zuchtbeschränkungen. Das Zuchtbuch der Flusspferde wird derzeit vom Zoo Ostrava (Tschechische Republik) geführt (Stand: 2020).



Abb. 16: Logo des Europäischen Zuchtbuchs (ESB)

UNTERRICHTSANREGUNGEN

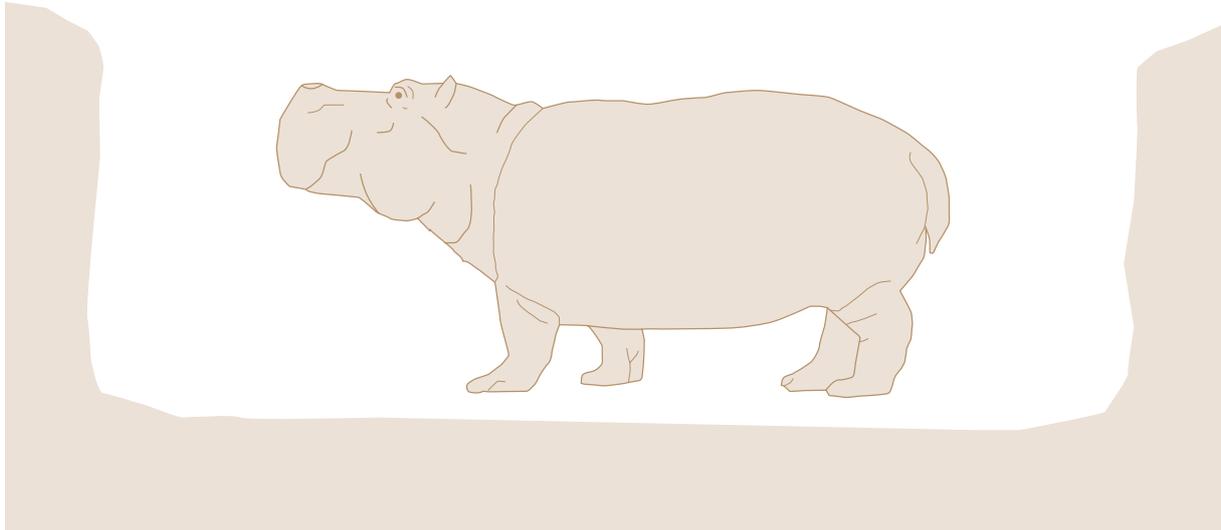
Auf den folgenden Seiten finden Sie Materialien zum Thema Flusspferd. Es sind Materialien, die beim Unterricht vor den Tieren hilfreich sein können, indem sie Ideen und Anregungen für Unterrichtsmöglichkeiten mit Flusspferden eröffnen und den Schülern*innen Grundlagen für ein selbstständiges Arbeiten vermitteln, indem sie Interesse auf ein Tier bzw. bestimmte Teile eines Flusspferdes fokussieren. Das genaue Beobachten des Körperbaus und des Verhaltens steht – wie immer – eindeutig im Vordergrund.

Das Material ist für unterschiedliche Klassenstufen konzipiert worden, so dass die Komplexität der Fragestellungen sehr unterschiedlich ist. Es zeigt ein Spektrum dessen, was im Zoo unterrichtlich zu diesem Thema möglich ist. Es liegt in Ihrer Hand, welchen Unterrichtsschwerpunkt Sie legen und welche Materialien innerhalb des vorgegebenen Kontextes in Ihrer Lerngruppe zum Tragen kommen.

Für jedes Material ist eine Lösung beigefügt. Diese ist bei den komplexeren Problemstellungen teilweise recht detailliert und umfangreich. Schüler*innen werden sicher nicht oft das gesamte Spektrum der Möglichkeiten verifizieren. Sie sind deshalb nicht wie ein Erwartungshorizont zu verwenden. Vielleicht sind sie als Hilfestellung nützlich, um als Lehrer*in den Mut zu haben ganz ohne Arbeitsblatt Unterricht vor den Tieren durchzuführen.

FLUSSPFERDE TAUCHEN

Den Tag verbringen Flusspferde meist im Wasser, so dass die Tiere gut zu beobachten sind. Am besten sieht man das im Innengehege.



AUFGABEN

- 1 Beschreibe wie sich Flusspferde unter Wasser fortbewegen.
- 2 Beschreibe welche Körperteile ein Flusspferd bewegt, wenn es auftaucht.
- 3 Zeichne in die obere Abbildung die Wasserlinie ein, wenn ein Flusspferd auftaucht.
- 4 Erläutere deine unter 2 und 3 gemachten Beobachtungen.
- 5 Ermittle wie lange ein Flusspferd taucht. Stoppe dazu dreimal die Tauchzeit eines sichtbaren Flusspferdes und berechne daraus die mittlere Tauchzeit in Sekunden.

Tauchgang 1: _____ Sekunden

Tauchgang 2: _____ Sekunden

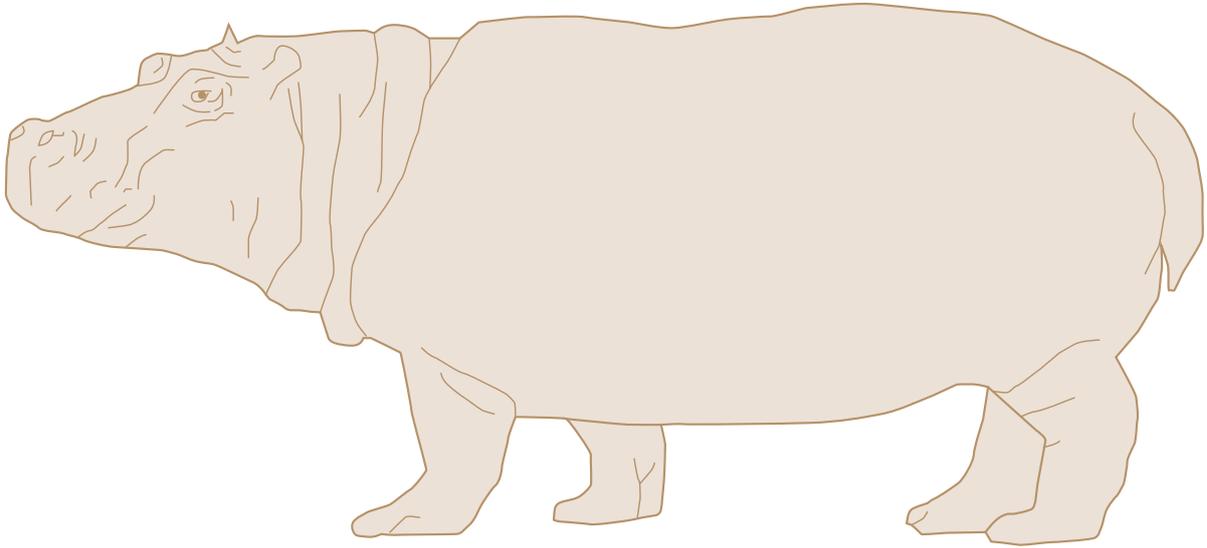
Tauchgang 3: _____ Sekunden

Mittelwert: _____ Sekunden

- 6 Beurteile das Tauchvermögen der Flusspferde.

KÖRPERBEHAARUNG BEIM FLUSSPFERD

Auf den ersten Blick scheint ein Flusspferd völlig unbehaart zu sein. Doch wenn man die Tiere genauer betrachtet, stellt man fest, dass manche Körperstellen dichter mit Haaren bedeckt sind. Es gibt zwei Typen von Haaren: Borsten sind kurz und dick. Die anderen Haare sind lang und dünn.



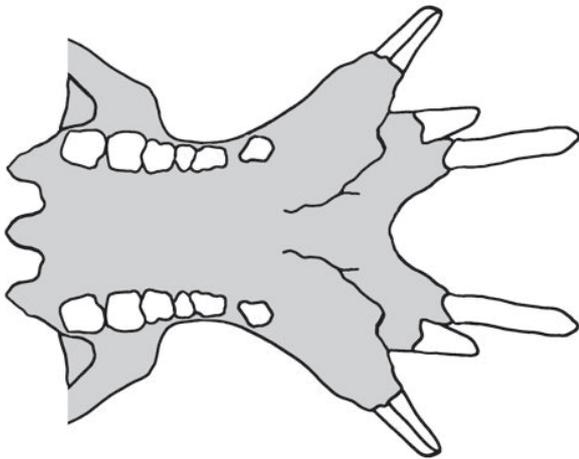
AUFGABEN

- 1** Beobachte ein Flusspferd eine Weile. Achte besonders auf Stellen, an denen das Tier behaart ist.
- 2** Zeichne nun Haare mit dünnen Strichen und Borsten mit kurzen dicken Strichen an die entsprechenden Stellen des Flusspferdes ein.
- 3** Erstelle eine Hypothese, welche Aufgaben Borsten und Haare haben. (Warum haben Flusspferde Borsten und Haare? Was vermutest du?)

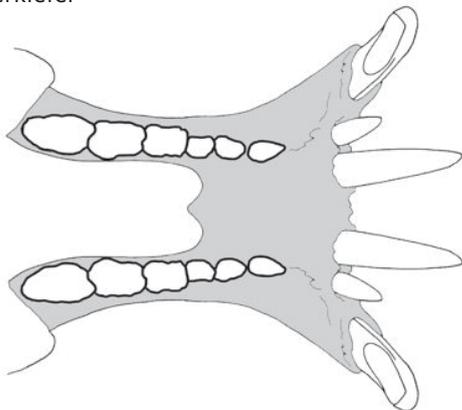
DIE ZÄHNE DER FLUSSPFERDE

Die Abbildungen zeigen die Kiefer eines Flusspferdes. Die Knochen sind grau dargestellt und die Zähne weiß. Die rechten Abbildungen zeigen die Kiefer in einer Photographie. Es werden Schneidezähne (**S**), Eckzähne (**E**) und Backenzähne unterschieden. Diese werden noch einmal in die Molaren (**M**) und die Prämolaren (**P**) unterschieden. Molaren sind die großen hinteren Backenzähne (Mahlzähne), die Prämolaren haben einen Vorgänger im Milchgebiss und können auch als Vormahlzähne bezeichnet werden.

Oberkiefer



Unterkiefer



AUFGABEN

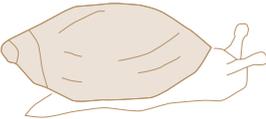
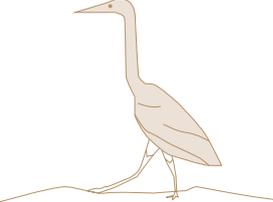
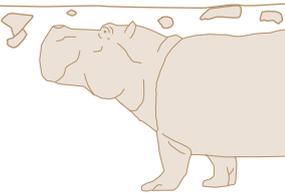
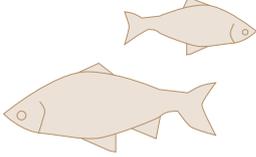
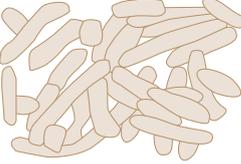
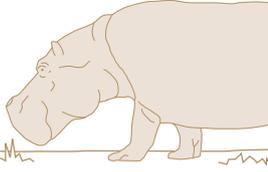
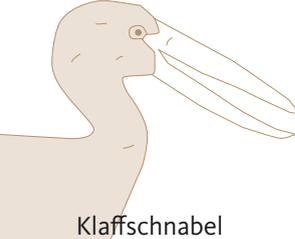
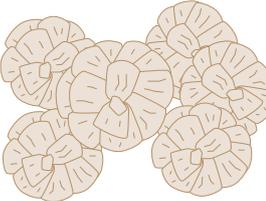
1 Erstelle eine Zahnformel des Flusspferdgebisses.

M	P	E	S	S	E	P	M

2 Erläutere die Aufgaben der Backen-, Eck- und Schneidezähne.

FLUSSPFERDE SIND BEDROHT

Flusspferde sind Nahrungsspezialisten. Sie weiden als Pflanzenfresser nachts auf Grasflächen im weiteren Umkreis des Gewässers, in das sich die Tiere tagsüber zurückziehen und die Nahrung verdauen. Die Flusspferde sind durch Zerstörung ihres Lebensraumes und durch die Jagd durch den Menschen gefährdet. Ihre langen Eckzähne dienen als Elfenbeinersatz. Auch werden die Tiere wegen ihres Fleisches als Nahrung gejagt. In vielen Gebieten Afrikas sind die Bestände drastisch gesunken. Daher sind Flusspferde auch in der International Roten Liste als „gefährdet“ eingestuft.

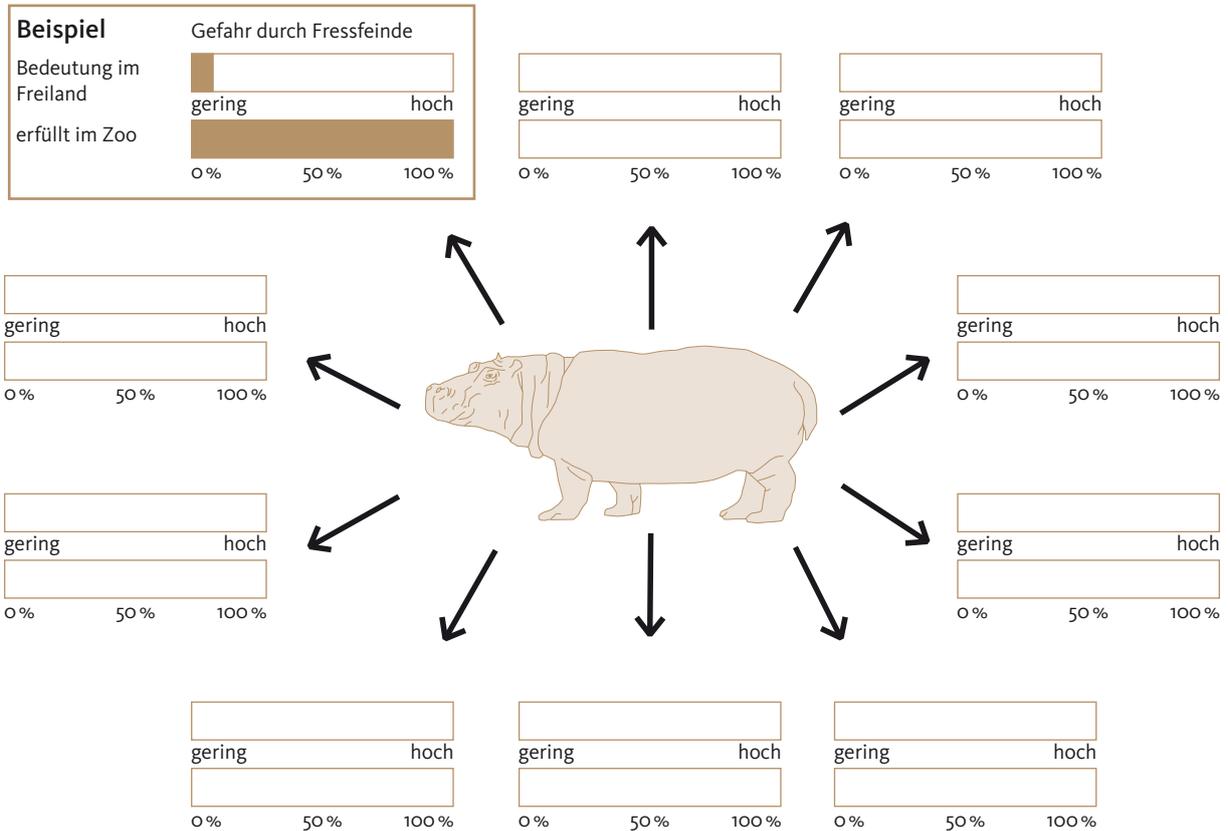
<p>Lebensgemeinschaft in einem afrikanischem See</p>	 <p>Wasserschnecke</p>	 <p>Goliathreiher</p>	 <p>Flusspferd im Wasser</p>
 <p>Fische</p>	 <p>Zooplankton</p>	 <p>Destruenten</p>	 <p>Flusspferd grasend</p>
 <p>Klaffschnabel</p>	 <p>Wassersalat</p>	 <p>Mensch</p>	 <p>Phytoplankton</p>

AUFGABEN

- 1 Schneide die Abbildungen aus und verdeutliche die Nahrungsbeziehungen IN einem afrikanischen Gewässer, indem du ein stark vereinfachtes Nahrungsnetz erstellst.
- 2 Bestimme den Einfluss von Flusspferden auf diese Lebensgemeinschaft, indem du das Nahrungsnetz entsprechend ergänzt.
- 3 Erläutere die Auswirkungen der Reduzierung der Flusspferde für den Menschen in Form einer Kausalkette.

SIND DIE HIPPOS IM ZOO HAPPY?

Das Überleben der Flusspferde im Freiland ist von vielen biotischen und abiotischen Faktoren abhängig. Nur wenn diese innerhalb des Toleranzbereichs der Art liegen, ist ihr Überleben im Freiland möglich. Die Art hat dann eine stabile ökologische Nische gebildet. Die Faktoren sind in ihrer Bedeutung für die Tiere unterschiedlich. Nur die wesentlichen sollen hier näher abgeschätzt werden. Und wie sieht die Tierhaltung im Erlebnis-Zoo Hannover aus. Ist sie artgemäß, d.h. entsprechend der Bedürfnisse der Tiere?



AUFGABEN

- 1 Tragen Sie entsprechend dem vorgegebenen Beispiel Faktoren ein, die das Überleben der Flusspferde im Freiland bestimmen.
- 2 Schätzen Sie die Bedeutung der Faktoren ab, indem Sie entsprechende Balkendiagramme erstellen.
- 3 Bewerten Sie entsprechend der selbstgefundenen Kriterien die Haltungsbedingungen der Flusspferde im Erlebnis-Zoo Hannover.

TIERE DÖSEN ODER SCHWIMMEN IM WASSER

AUFGABEN

- 1 Benennen Sie die Tierarten, und ordnen Sie diese einer systematischen Gruppen zu.
- 2 Stellen Sie gemeinsame Merkmale der Kopfform heraus, und ordnen Sie Ihnen entsprechende Funktionen zu.
- 3 Erläutern Sie die Entstehung der Merkmale in der Evolution.



Anmerkung: Nur die Arten 1, 5, 6 und 7 werden im Erlebnis-Zoo Hannover gehalten und können entsprechend beobachtet werden.

DAS FORSCHUNGSPROJEKT

1 Einführung

Wie der lateinische Name *Hippopotamus amphibius* schon andeutet, ist das Flusspferd auf Wasser als Lebensraum angewiesen. Seine Biologie ist jedoch anders als bei Meeressäugtieren oder Seekühen, die im Laufe der Evolution sekundär ins Wasser zurückkehrten und an dieses Medium perfekt angepasst sind. Ihre Nahrung finden sie vorwiegend auch nicht im Wasser. Das Flusspferd ist das größte Süßwassersäugetier überhaupt, lebt semi-aquatisch (amphibisch) in einem für Großsäuger besonderen Rhythmus: nachts fressend an Land und am Tag dösend im Wasser.

2 Beobachtung

Gehen Sie vor die Anlage der Flusspferde. Beobachten Sie die Tiere und notieren sich den Körperbau und Verhalten der Tiere.

3 Fragestellung (Forschungsziel) – ein Beispiel

Warum gehen Flusspferde tagsüber ins Wasser?

4 Organisation

- Bildung von Forscherteams
- Festlegung des Zeitraums bis zur Abgabe
- Festlegung der Formalien für den Forschungsbericht

5 Forscherteam

- Erstellung von Arbeitshypothesen
- Informationssuche, Recherche (z.B. Bücher, Internet, Datenbanken, ...)
- Auswertung der recherchierten Informationen

> Schlussfolgerung

- a. Arbeitshypothese ist richtig und kann weiterhin verfolgt werden.
- b. Arbeitshypothese ist falsch und muss revidiert werden.

6 Ergebnis

Zusammenführung der Fakten aus verschiedenen biologischen Teilbereichen zu einem argumentativen Ergebnis und Vergleich auf Basis des aktuellen Stands der Wissenschaft.

7 Forschungsbericht oder Forschungsposter

Dokumentation der Ergebnisse in einem Forschungsbericht oder Forschungsposter. Auch eine kurze mündliche Vorstellung des Berichts oder Posters ist möglich.

8 Evaluierung und Diskussion

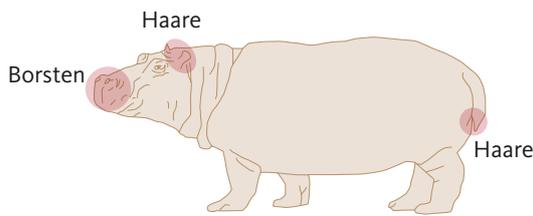
Durch die Lehrer*innen und die anderen Forschungsteams.

LÖSUNGEN

S. 14: FLUSSPFERDE TAUCHEN

1. Wenn sich die Flusspferde unter Wasser langsam fortbewegen, laufen sie wie an Land. Bei schneller Fortbewegung stoßen sie sich mit den Vorderbeinen ab und schweben so ein Stück schwerelos im Wasser, bis sie wieder aufsetzen und zum nächsten „Sprung“ ansetzen. Die Hinterbeine werden in den meisten Fällen nur nachgezogen.
2. Sobald ein Flusspferd auftaucht, dreht es meist schnell die Ohrmuscheln und schleudert auf diese Weise das Wasser aus den Ohren. Gleichzeitig öffnet es die Nasenflügel, atmet aus und danach wieder ein. Danach schließt das Tier die Flügel wieder.
3. Die Wasserlinie verläuft direkt unter Nase, Augen und Ohren. Wenn überhaupt, ragt nur ein Teil der Rückenlinie aus dem Wasser.
4. Die Kopfform stellt eine Anpassung an das Wasserleben dar. Seine Oberseite ist von Gesichtsschädel und Hirnschädel bilden eine Linie. Darüber sind Nase, Augen und Ohren erhaben, so dass die Tiere atmen, riechen, sehen und hören können ohne dabei auftauchen zu müssen. Eine ähnliche Anordnung ist u.a. beim Krokodil, Schlammpringer und Frosch vorhanden (konvergente Entwicklung).
5. Die mittlere Tauchzeit beträgt zwischen 1 und 3 Minuten.
6. Das Tauchvermögen scheint für ein so großes Tier nicht besonders hoch entwickelt zu sein, doch sind wesentlich längere Tauchzeiten möglich. Bis zu 15 Minuten, falls es notwendig ist. Die Tauchzeiten von z.B. Seelöwen sind deutlich kürzer. Flusspferde zeigen also insgesamt ein gutes Tauchvermögen.

S. 15: KÖRPERBEHAARUNG BEIM FLUSSPFERD



Die Borsten sind als Sinushaare (Tasthaare) ausgebildet, innerviert und haben in erster Linie Tastfunktion. Die Haare sind letzte Reste eines ehemals wesentlich stärker entwickelten Haarkleides. An den Ohren könnten sie eventuell die Hörfähigkeit verbessern und eine Schutzfunktion übernehmen. An der Schwanzspitze helfen sie eventuell Pheromone besser zu verbreiten.

S. 16: DIE ZÄHNE DER FLUSSPFERDE

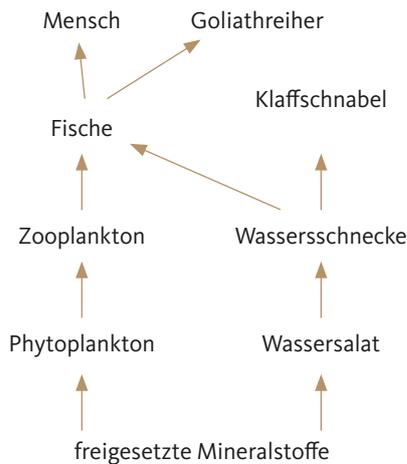
1. Zahnformel

M	P	E	S	S	E	P	M
3	3	1	2	2	1	3	3
3	3	1	2	2	1	3	3

2. Die Backenzähne dienen zum Zerreiben der Nahrung. Nur wenn diese fein zerkaut ist, können die Mikroorganismen in den beiden Vormagen-Blindsäcken effektiv arbeiten, da die Oberfläche feiner Nahrung wesentlich größer ist als von unzerkauter Nahrung (Prinzip der „Oberflächenvergrößerung“). Die anderen Zähne dienen zum Kämpfen und nicht zu Nahrungsaufnahme. Sie sind bei Männchen wesentlich größer als bei Weibchen.

S. 17: FLUSSPFERDE SIND BEDROHT

1. vereinfachte Nahrungsbeziehungen im Wasser



2. vereinfachter Einfluss von Flusspferden



3. Kausalkette

Keine Flusspferde > kein Eintrag von Kot ins Wasser > wenig Nahrung für Destruenten > wenige Mineralstoffe im Wasser > weniger Phytoplankton und Wassersalat > weniger Zooplankton und weniger Wasserschncken > weniger Fische > wenige Vögel und weniger Nahrung (Fische) für Menschen

Die Endglieder der Nahrungskette haben also deutlich weniger Nahrung.

S. 18: SIND DIE HIPPOS IM ZOO HAPPY

1. Wichtige Faktoren sind: Zugang zu geeigneter Nahrung, Verfügbarkeit von Wasser, geeignete Wassertemperatur, geeignete Lufttemperatur, Zugang zu Geschlechtspartnern, Krankheiten und Parasiten, Konkurrenz, geeignete Wassertiefe, ...

2. Die Aufzählung der Faktoren ist grob nach deren Bedeutung im Freiland geordnet.

3. und 4. Lesen Sie dazu den Abschnitt Haltung im Zoo in diesem Themenheft. Ergebnisse können nicht genau vorhergesagt werden. Doch sind die häufigsten Kritikpunkte an der Zoohaltung die Begrenztheit der Gehegegröße, Künstlichkeit der Lebenswelt, Störungen durch Besucher. Insgesamt ist jedoch ein durchaus positives Ergebnis zu erwarten.

S. 19: TIERE DÖSEN ODER SCHWIMMEN IM WASSER

1. Flusspferd (Säugetier), Nilkrokodil (Reptil), Schlammpringer (Fisch), Frosch (Amphibie), Kegelrobbe (Säugetier), Capybara (Säugetier), Eisbär (Säugetier), Fischotter (Säugetier)

2. Gemeinsame Merkmale. Alle Tiere leben amphibisch. Beim Schwimmen oder Ruhen im Wasser schaut nur die Kopfoberseite über die Wasseroberfläche heraus. Die Oberseite des Kopfes ist abgeflacht. Ohren (wenn sichtbar), Augen und Nasen liegen in einer Linie über dem Wasser „Periskopstellung“. Die Augen sind teilweise sogar über den Kopf erhoben. Nasen- und Ohröffnungen sind verschließbar. Der eigentliche Körper ist von Wasser bedeckt. Die Funktionen der Merkmale sind teilweise identisch, teilweise auch unterschiedlich.

Gemeinsamkeiten:

Ein abgeflachter Kopf ist strömungsgünstig. Eine hoch angesetzte, verschließbare Nase erleichtert die Atemtätigkeit besonders bei stark bewegtem Wasser. Verschließbare Ohren verhindern das Eindringen von Wasser. Dies ermöglicht unmittelbar nach einem eventuellen Auftauchen sofortiges Riechen und Hören. Alle Fernsinnesorgane liegen über der Wasseroberfläche und ermöglichen eine optimale Erkundung der Umgebung. Die Anordnung vermindert das Risiko über Wasser erkannt zu werden.

Unterschiede:

Je nach Stellung in der Nahrungskette bietet diese Anpasstheit als Räuber oder als potenzielle Beute Vorteile im Wasser.

3. Kopfformen und die Anordnung der Sinnesorgane sind im Laufe der Evolution mehrfach unabhängig voneinander entstanden. Ihre unabhängige Herausbildung geschah durch gerichtete Selektion und führte zu ähnlichen Lösungen. Man bezeichnet diesen Prozess als konvergente Entwicklung. Die Vorfahren der Arten waren in ihrem Habitus unähnlicher und gehören zudem völlig unterschiedlichen Klassen der Wirbeltiere an. Diese Ähnlichkeiten kann man folglich nicht als Beleg für eine nahe Verwandtschaft heranziehen.

S. 20: DAS FORSCHUNGSPROJEKT

Die recherchierten Informationen aus Büchern, Internet und Datenbanken lassen sich unterschiedlich verarbeiten. Die Schüler*innen dürften unterschiedliche Ansätze und unterschiedliche Schwerpunkte in ihrer Argumentation setzen. Wahrscheinlich werden sie nie alle im Folgenden genannten Aspekte berücksichtigen. Um die Komplexität des Sachverhaltes zu verdeutlichen, ist das nachfolgende Gesamtszenario stichpunktartig und exemplarisch angeführt:

Denkbare Ausgangsszenarien

- a. Flusspferde sind eng mit den Walen verwandt, was eine Affinität zu einer aquatischen Lebensweise nahelegt.
- b. Als Schutz vor Räubern werden Jungtiere im Wasser geboren, was einen langen Aufenthalt und Anpassungen an das Wasser erfordert.
- c. Weitere Gründe: Entlastung des Körpers im Wasser, Abkühlung des Körpers, da keine Wärme abführende Strukturen (große Ohren) bzw. Verhaltensweisen erkennbar sind. In jedem Fall soll eine zeitliche / evolutionsbiologische Dimension erkennbar sein.

Zunehmend amphibische Lebensweise

Die Ausgangsszenarien führt zu einer zunehmend aquatischen Lebensweise der Tiere, ohne dass die mit einer Futterumstellung (wie bei den Walen einhergeht). Diese erfordert eine Umgestaltung des Körpers, wie es zum Beispiel in der „Periskopstellung“ der Sinnesorgane oder den Schwimmhäuten zwischen den Zehen zum Ausdruck kommt. Da afrikanische Gewässer bzw. Schlammlöcher einen hohen Kontaminationsgrad von Bakterien, Pilzen, Parasiten aufweisen, dass durch die enormen Kotmengen der Tiere noch verstärkt wird, müssen wirksame Schutzmechanismen dagegen entwickelt werden: u.a. Verlust von Schweißdrüsen, Haaren und vor allem Talgdrüsen, die als mögliche Einfallstore bzw. Infektionsherde für Krankheitserreger wirken.

Gute Anpasstheit an eine Lebensweise im Wasser

Diese wird auf Kosten einiger Nachteile an Land ermöglicht: hohe Wasserverluste (keine dicke Hornhaut, keine Talgschicht) und empfindliche Haut gegen Sonneneinstrahlung (kein Isolationseffekt durch Staub/ stark verdickte Haut wie bei Elefant oder Nashorn) und Überhitzung (Auswertung der Wärmebilder). Die Ernährung als Pflanzenfresser erfordert aber Landgänge.

Entwicklung des Tag-Nacht-Rhythmus

Die Kühle der Nacht und die Dunkelheit werden genutzt für die Nahrungsaufnahme. Rückzug ins Wasser am Tage. Das Hautsekret dient an Land als Notsystem, indem er sowohl antibakteriell bzw. UV-Licht absorbierend wirkt, und zudem ein schlecht funktionierendes analoges System zur Schweißproduktion darstellt.

VIDEO-LINKS ZU FLUSSPFERDEN

Unter dem youtube-Kanal „oschu1000“ finden Sie zahlreiche Videos aus dem Erlebnis-Zoo Hannover zu den Flusspferden u.a.:

Bewegung unter Wasser:

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

Flusspferdgruppe:

<https://www.youtube.com/watch?v=ws6LMecVxUw>

Haut:

https://www.youtube.com/watch?v=kQ3WHRI_KqE

Periskopstellung:

<https://www.youtube.com/watch?v=rF1qhiYfU8s>

Paarung:

<https://www.youtube.com/watch?v=MpSaLv4MKIM>

Tauchzeit:

<https://www.youtube.com/watch?v=l2j3FAQcjPs>

Flusspferde am Tag:

https://www.youtube.com/watch?v=3UssUlrS_Zk

QUELLEN

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Wenn nicht anders angegeben, stammen die Fotos und Zeichnungen aus dem Bestand von Erwin Bastian und/oder dem Erlebnis-Zoo Hannover.

Abb. 5: Skelett eines Flusspferdes. Wikipedia 2011, verändert.

S. 10: Robin Beck et al.: A higher-level MRP supertree of placental mammals. In: BMC Evol Biol. 2006; 6: 93. PMC 1654192.

S. 14: Flusspferde im Innengehege nach einer Idee der Zooschule Zoo Kopenhagen.

S. 19: Köpfe schwimmender Säugetiere. Zusammengestellt aus verschiedenen Zoos

LITERATURVERZEICHNIS

Allbrook, D. (1962): The morphology of the subdermal glands of Hippopotamus amphibius. Proc. of the Zoological Society of London, 139, S. 67 – 73

Baipai, S. et al (2009): The origin and early evolution of whales: macroevolution documented on the Indian Subcontinent. J. Biosci. 34(5), S. 673 – 686. Indian Academy of Science.

Beck, R. et al (2006): A higher-level MRP supertree of placental mammals. BMC Evol Biol. 6: 93. PMC 1654192

Bell, W. (2007): Haltung, Zucht, Verhalten und Krankheiten der Flusspferde, S. 81, Schöningh Verlag Münster

Boisserie, J.R. et al (2005): The position of Hippopotamidae within Cetartiodactyla. Proc. of the National Academy of Sciences, 102 (5), S. 1.537 – 1.541

Dittrich M. et al. (2006): Erlebnis-Zoo Hannover. Vista Point Verlag, 2. Auflage, Köln, S. 56 – 57

Eltringham, S.K. (1999). The Hippos. T & AD Poyser Natural History, Academic Press, London

Estes, R.D. (1992): The Behavior Guide to African Mammals. The University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London

Kingdon, J. (1979): East African Mammals. Vol. III Part B. Academic Press London, New York, San Francisco

Klingel, H (1988): Grossflusspferde. In: Grzimeks Enzyklopädie Säugetiere, Bd. 9 Paarhufer, S. 60 – 79. Kindler Verlag, München

Hashimoto, K. (2007): Studies on the red sweat of the Hippopotamus amphibius. Pure Appl. Chem., Vol. 79, No. 4, S. 507 – 517

Lankisch, A.K. (2007): Untersuchungen zum Haut-Sekret des Flusspferdes Hippopotamus amphibius. Dissertation der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Lihoreau F. et al. (2015): Hippos stem from the longest sequence of terrestrial cetartiodactyl evolution in Africa. Nature Communications 6, 2015 doi:10.1038/ncomms7264

Luck, C.P. & Wright P.G. (1964): Aspects of the anatomy and physiology of the skin of the Hippopotamus. Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences, 49, S. 1 – 14

MacDonald, D (2004): Die große Enzyklopädie der Säugetiere. Könemann Königswinter.

Mosterin, J. (1971): Fauna. Bd. III. Afrika Novaria Verlag. München

Oliver, R.C.D. (1975): Aspects of skin physiology in the Pigmy hippopotamus Choeropsis liberiensis. J. Zool. 176. S. 221 – 213

Puschmann, W. (2004): Zootierhaltung, Tiere in menschlicher Obhut. Säugetiere. Verlag Harri Deutsch. S. 878

Saikawa Y. et al (2004): The red sweat of the hippopotamus. Nature 429, S. 363

Thewissen, J.G.M. (2007): Whales originated from aquatic artiodactyls in the Eocene epoch of india. Nature Vol. 450, 20/27. S. 1.190 – 1.194.

Tomes J. (1850). On the blood-coloured exudation from the skin of the hippopotamus. Proceedings of the Zoological Society of London, S. 160 – 162.

Westerheide, W. et al (2009): Spezielle Zoologie 2: Wirbel- oder Schädeltiere. 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, S. 757

Wilson D.E. & Mittermeier R.A. (2011): Handbook of the Mammals of the World. Vol. 2. Hoofed Mammals. Lynx Editions, Barcelona.

Wright P.G. (1987): Thermoregulation in the hippopotamus on land. South African Journal of Zoology, Vol 22, Nr. 3, S. 237 – 242.

Zooschule
Erlebnis-Zoo Hannover
Adenauerallee 3
30175 Hannover
Tel.: 0511 / 28074 - 0
zooschule@erlebnis-zoo.de
erlebnis-zoo.de/zooschule

Stand 08.2020

