

TIERE IN DER SAVANNE – ANTILOPEN UND ZEBRAS

Zooschule Hannover



INHALTSVERZEICHNIS



EINLEITUNG	3
SACHINFORMATION	4
Antilopen	4
Körpergröße	4
Fellfärbung	5
Gesichtsmaske	5
Schwanz	6
Hörner	6
Ernährung	6
Antilopen des Erlebnis-Zoo	7
Zebras	9
Körperbau	9
Ernährung	10
Sozialstruktur	11
Systematik und Evolution	11
Die Streifenproblematik – Wozu haben Zebras Streifen?	13
Verhaltensbiologie	15
UNTERRICHTSANREGUNGEN UND MATERIALIEN	19
Gesichtsmasken der Antilopen	20
Fellfärbung der Antilopen	21
Überleben in der Wüste – die Addax (1)	22
Überleben in der Wüste – die Addax (2)	23
Körperbau eines Grant-Steppenzebras	24
Zebrastreifen – Jedes Zebra ist anders	25
Fortbewegung von Zebras	26
Keine gute Zukunft für Zebras?	27
LÖSUNGEN	28
QUELLEN	32
Abbildungsverzeichnis	32
Literaturverzeichnis	32



Abb. 1: Grant-Steppenzebra (*Equus quagga boehmi*)

EINLEITUNG

Huftiere (*Ungulata*) ist die zusammenfassende Bezeichnung für mehrere Gruppen der Säugetiere, insbesondere der Paarhufer und der Unpaarhufer. Die Unterscheidung dieser beiden Hauptgruppen ist schon alt: Bei Unpaarhufern trägt die Mittelzehe allein das Körpergewicht, bei Paarhufern übernehmen dritte und vierte Zehe diese Funktion. Aufgrund molekulargenetischer Untersuchungen wurde im Jahr 2015 jedoch eine Verwandtschaft der Unpaarhufer (*Perissodactyla*) mit den Paarhufern (*Artiodactyla*) und Walen (*Cetacea*) festgestellt. Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Tiergruppen und -arten innerhalb der Paar- und Unpaarhufer. Dieses Themenheft geht **vorwiegend auf die Antilopen und Zebras des Erlebnis-Zoo Hannover ein**. Für vertiefende Sachinformationen zur Systematik und anderen Arten von Paar- und Unpaarhufern, finden Sie weiterführende Fachliteratur am Ende dieses Themenheftes.

Der Name Antilope stammt aus dem Griechischen und bedeutet „Glanz- oder Blumenauge“. Antilopen sind wiederkehrende Hornträger (*Bovidae*). Zu der mit 279 Arten vielfältigen Tierfamilie gehören ebenso die Ziegen- und Schafartigen, Gämsen und Rinder, die in diesem Themenheft nicht berücksichtigt werden. Die Haltung und Zucht von Antilopen hat im Erlebnis-Zoo Hannover seit Jahrzehnten eine große Bedeutung. Eine Gemeinschaftshaltung verschiedener Arten war schon vor langer Zeit Standard im Zoo.

Zebras gehören zu den Tieren, die in vielen Zoologischen Gärten und Tierparks gehalten werden. Aufgrund ihres besonderen Aussehens, sind es die Tiere, die Schüler als eines der ersten Zootiere kennenlernen. Mit steigendem Alter der Kinder verlieren Zebras völlig

zu Unrecht einiges von ihrem „Sympathiewert“. Für viele Zoobesucher sind sie nichts weiter als Pferde mit Zebrastreifen, die man nicht reiten kann (oder sollte).

Dieses Themenheft soll dazu dienen, durch Sachinformationen und Unterrichtsanregungen, Lehrer zu motivieren, sich während oder vor einem Besuch im Erlebnis-Zoo Hannover intensiver mit den Antilopen und Zebras zu beschäftigen.

Im Lehrplan spielen Antilopen und Zebras insgesamt keine große Rolle. Dass sich diese Tiergruppen jedoch hervorragend in den Unterricht integrieren lassen, zeigt Ihnen dieses Themenheft beispielhaft an verschiedenen biologischen Sachgebieten: u.a. Verhaltensbeobachtungen, Evolution, Ökologie oder Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE).

Als Grundlage oder zur Vertiefung bietet die Zooschule unterschiedliche Unterrichtsgänge an, bei denen die erfahrenen Zoopädagogen zusammen mit den Schülern, u.a. am Beispiel von Antilopen und Zebras, verschiedene biologische Themen erarbeiten. Zu empfehlen sind die Unterrichtsgänge: Tiere Afrikas: Überleben in der Savanne für die Grundschule, Evolution nach Darwin oder Kommunikation für die Sekundarstufe 1 und Ökologie im Zoo für die Sekundarstufe 2.

Aus Vereinfachungsgründen und zur besseren Leserlichkeit wird in diesem Themenheft oft die männliche Sprachform verwendet z.B. Tierpfleger oder Schüler. Dies ist wertneutral zu sehen und schließt die weibliche Form als auch das dritte Geschlecht stets mit ein.

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



Abb. 2: Blessbock (*Damaliscus pygargus phillipsi*)

SACHINFORMATION

ANTILOPEN

Der Begriff Antilope ist eine alte Sammelbezeichnung für diejenigen Wiederkäuer, die hornumkleidete „Stirnwaffen“ (Gehörn) tragen und früher weder den Ziegenartigen (Caprinae) wie Schafen und Ziegen noch den Rindern (Bovinae) zugeordnet wurden. Unter der Bezeichnung Antilope werden ganz unterschiedliche Unterfamilien der Hornträger (Bovidae) zusammengefasst. Sie können je nach Art nur wenige Kilogramm wiegen und eine Körperhöhe von 25-40 cm (Dikdik) erreichen oder die Größe eines Pferdes haben und über 900 kg wiegen (Elenantilope). Alle Antilopen sind eher schlank, schnelle und gewandte Läufer. Den Großteil der Artenvielfalt der Antilopen findet man in Afrika und Asien. Einige kommen in tropischen Regenwäldern vor, andere leben in trockenen Savannen oder sogar in Wüsten.



Abb. 3: Elenantilope (*Tragelaphus oryx*)

KÖRPERGRÖSSE

Waldbewohnende Antilopen sind eher kleiner als Arten, die offene Lebensräume besiedeln. Die kleineren Antilopenarten können aufgrund ihrer Größe bei Gefahr durch Raubtiere sehr gut durch Unterholz und Gebüsch flüchten und „ducken“ sich weg. Die größeren Antilopenarten bewohnen Savannen bis hin zu offenen Busch- und Waldgebieten. Die Antilopen, die vorwiegend in Wüsten vorkommen, erreichen eine „mittlere“ Größe. Wüstenbewohnende Antilopen müssen als Überlebensstrategie weite Wanderungen unternehmen, um Wasser und Nahrung zu finden.



Abb. 4: Zwergrüssel-Dikdik (*Madoqua kirkii*)



Abb. 5: Waldbewohner, Bongo (*Tragelaphus eurycerus*)



Abb. 6: Savannenbewohner, Gnu (*Connochaetes taurinus*)

FELLFÄRBUNG

Es gibt eine große Vielfalt an Körperfärbungen, obwohl die meisten Arten einen Braunton haben. Das Fell kann aus einem festen Farnton oder einem gemusterten Haarkleid bestehen. Bei Antilopen, die auf Tarnung angewiesen sind, um Raubtieren auszuweichen, dient die Fellfärbung dazu, die Umrisse des Tieres und der Körperform zu verschleiern. Sozial lebende Antilopenarten, die in größeren innerartlichen Familienverbänden, aber auch mit anderen Antilopenarten zusammenleben, haben eine kräftigere Fellfärbung, oft mit dunklen Streifen oder Flecken. Diese spezifische Fellfärbung erleichtert den Tieren ihre eigenen Artgenossen von anderen fremden Arten zu unterscheiden. Die Geschlechter können unterschiedlich gefärbt sein, wobei die Männchen normalerweise ein dunkleres Haarkleid aufweisen. Häufig gibt es innerhalb von Arten auch altersspezifische Färbungen. Die Fellfärbung der Tiere gibt auch Hinweise auf deren Lebensraum, so sind Halbwüsten oder Wüstenbewohner häufig hell bis weiß, gestreifte Arten leben im Dickicht oder Unterholz. Antilopen, die in offenen Savannen leben, haben ein unauffälligeres hellbraunes Fell.



Abb. 7: Wüstenbewohner, Addax (*Addax nasomaculatus*)



Abb. 8: Impala (*Aepyceros melampus*)



Abb. 9: Pferdeantilope (*Hippotragus equinus*)



Abb. 10: Gesichtsmaske einer Pferdeantilope



Abb. 11: Gesichtsmaske eines Blessbocks



Abb. 12: Gesichtsmaske einer Addax



Abb. 13: Gesichtsmaske eines Impalas

GESICHTSMASKE

Die Gesichtsmasken von Antilopen besteht aus einer kontrastreichen Fellfärbung des Gesichtsbereichs von Weiß bis Tiefschwarz. Die Gesichtsmaske kann nur sehr schwach oder auch stark ausgebildet sein. Eine Fellmatte bedeckt den gesamten Bereich vom Hornansatz bis knapp über die Nasenlöcher. Dunklere Gesichtsmasken sind deutlich häufiger als hellere. Die genauen Funktionen der Gesichtsmasken sind immer noch nicht detailliert geklärt. Es besteht auf jeden Fall ein Zusammenhang zwischen dunkel-pigmiertem Fell und hohem Androgenspiegel, der darauf schließen lässt, dass Gesichtsmasken testosteronabhängige Merkmale wie Aggression und Muskelaufbau wiederspiegeln. Außerdem wird vermutet, dass eine auffällige Gesichtsfärbung die innerartliche Kommunikation erleichtert. Viele Antilopen weisen zudem auffallend farbige Beine und Analregionen auf, die ebenfalls in der Kommunikation einer Familiengruppe oder großen Herde eine wichtige Rolle einnehmen.

SCHWANZ

Der Schwanz wird zur Vertreibung von Insekten eingesetzt und ist deshalb recht lang. Die Farbe entspricht der Körperfärbung. Er ist buschig und zum Ende in Form einer Quaste stärker behaart. Auch der Schwanz hat eine wichtige Funktion bei der innerartlichen Kommunikation. Bei Aufregung erhöht sich die Frequenz des Wedelns. Droht Gefahr heben z.B. Impalas die Schwänze, die normalerweise eng am Körper anliegen und ein großer weißer Fleck am Hinterteil der Impalas ist zu sehen. Dieser weiße Fleck warnt die anderen Tiere in der Gruppe und dient auch zur Orientierung bei einer Flucht, so dass die Gruppe zusammenbleibt. Thomson-Gazellen zeigen ihr weißes Hinterteil als Warnsignal und Springböcke stellen die Rückenhaare soweit auf, so dass die darunterliegenden weißen Haare das Warnsignal bilden.



Abb. 14: Horneinsatz bei zwei Antilopenarten

HÖRNER

Eines der auffälligsten Merkmale der Antilopen sind die unverzweigten Hörner. Bei einigen Arten tragen nur die männlichen Tiere Hörner, bei manchen auch die weiblichen.



Abb. 15: Horneinsatz bei zwei Blesböcken

Hörner von Männchen sind dicker und besonders gestaltet. Die Hörner sind dauerhaft mit dem Stirnknochen des Schädels verwachsen und bestehen aus einem Knochenkern, der mit einer getrennten äußeren Keratinschicht umgeben ist. Die Horngröße und -form variiert stark zwischen den verschiedenen Antilopenarten. Hörner haben oft eine spiralförmige, gedrehte oder geriffelte Form. Das Hornwachstum setzt sich während des gesamten Tierlebens fort. Bei einigen Arten können die Horngröße und die Anzahl der Ringe zur Altersbestimmung verwendet werden. Jedoch sind Größe, Qualität und die Anzahl der Ringe von verschiedenen Faktoren abhängig wie z.B. der Nahrungsverfügbarkeit. Die Hörner junger Tiere können im Vergleich zu denen der Adulaten Tiere manchmal seltsam erscheinen und denen einer ganz anderen Antilopenart ähneln. Darüber hinaus sind ökologische Tendenzen erkennbar. Antilopen, die in dichten Gebüschen oder Wäldern leben, tragen eher kurze und engstehende Hörner, Antilopen der offenen Savannen eher größere und weiter ausladende Hörner. Die Hörner dienen u.a. Revierkämpfen, dem Kampf um Fortpflanzungspartnern und gelegentlich dazu, sich gegen Raubtiere zu verteidigen.

ERNÄHRUNG

Antilopen sind Pflanzenfresser. In dem Themenheft TIERERNÄHRUNG werden die pflanzen- und blattfressenden Tierarten detailliert dargestellt. Daher wird die Ernährung der Antilopen hier nur verkürzt beschrieben. Die Verfügbarkeit und Qualität des Futters spiegelt sich in der Körpergröße und der Sozialstruktur der Antilopen wieder. Nach dem Jarman-Bell-Prinzip nehmen die kleinsten Antilopenarten, ihren stoffwechselphysiologischen Erfordernissen entsprechend, vorwiegend leicht verdauliche und nährstoffreiche Nahrung auf (sog. Konzentratselektierer oder Browser). Die Browser besitzen kleine, einfach gebaute Pansen und füllen diese nur zur Hälfte, bevor sie eine Pause machen und wiederkauen.

Größere Antilopen können nicht so wählerisch sein, denn mit steigendem Bedarf an Nahrung und Energie, sinkt die Qualität der verfügbaren Nahrung. Große Blatt- und Grasfresser haben einen großen, gekammerten Pansen, in dem eine langsame, aber effiziente Fermentation stattfindet. Antilopen, die vor allem Rauhfutter fressen, sind an eine sehr geringe Futterqualität adaptiert. Der Ort der Futteraufnahme kann schwanken. In der Höhe werden die blattfressenden Antilopen nur noch von den Giraffenartigen Okapi und Giraffe übertroffen. Die Grasfresser (sog. Grazer) bilden hingegen eine sich ablösende Weidefolge, welche als Gemeinschaft die ganze Vielfalt an Pflanzen optimal ausnutzt ohne diese zu überweiden. Zusammen bilden sie ein sehr effektives „Grazer-Browser-Kontinuum“.

ANTIOPEN DES ERLEBNIS-ZOO

Das nur 45 cm hohe und maximal 6,5 kg schwere **Zwergrüssel-Dikdik** (*Madoqua kirkii*) gehört zur Familie der Ducker und kommt in den Dornbuschsavannen und Trockenwäldern Kenias, Somalias und Tansania vor. Die Gesamtpopulation wird auf rund 950.000 Tiere geschätzt. Weitere Informationen auf erlebnis-zoo.de/de/artenschutz-bildung/tier-lexikon/zwergruesseldikdik

IUCN RED LIST					
NICHT GEFÄHRDET	POTENIELL GEFÄHRDET	GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN
LC	NT	VU	EN	CR	EW



Abb. 16: Zwergrüssel-Dikdik (*Madoqua kirkii*)



Abb. 17: Blessbock (*Damaliscus pygargus phillipsi*)

Die **Addax** oder Mendesantilopen (*Addax nasomaculatus*) leben in der Sahara und angrenzenden Gebieten. Sie tragen lange, gewundene Hörner. Insbesondere die Hörner stellen eine begehrte Jagdtrophäe dar. Durch die gezielte Jagd ist diese Art fast ausgerottet. Eine Art, die es über mehr als eine Million Jahre geschafft hat, mit den extremen Bedingungen in der Wüste zu rechtkommen. Die Anzahl der Tiere in der Sahara ist in den letzten 20 Jahren über 90 % gesunken. Die Gesamtpopulation beträgt nur noch 30 – 90 Tiere! Weitere Informationen auf erlebnis-zoo.de/de/artenschutz-bildung/tier-lexikon/addax

NICHT GEFÄHRDET	POTENIELL GEFÄHRDET	GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN
LC	NT	VU	EN	CR	EW



Abb. 18: Addax (*Addax nasomaculatus*)



Abb. 19: Impala (*Aepyceros melampus*)

Impalas (*Aepyceros melampus*) sind gesellige Antilopen, die in großen Herden zusammenleben. Sie sind Bewohner von offenen Steppen und lichten Wäldern in Ost- und dem südlichen Afrika. Die Gesamtpopulation in Afrika beträgt ca. 2.000.000 Individuen.

Weitere Informationen auf
erlebnis-zoo.de/de/artenschutz-bildung/tier-lexikon/impala

		POTENZIELL GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN
NICHT GEFÄHRDET	LC	NT	VU	EN	CR	EW

Pferdeantilopen (*Hippotragus equinus*) gehören zu den größeren Antilopenarten. Sie sind Bewohner von Baum- und Buschsavannen in Afrika. Die Gesamtpopulation beträgt zwischen 50.000 – 60.000 Tiere.

Weitere Informationen auf
erlebnis-zoo.de/de/artenschutz-bildung/tier-lexikon/pferdeantilope

		POTENZIELL GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN	
NICHT GEFÄHRDET	LC	NT	VU	EN	CR	EW



Abb. 20: Pferdeantilope (*Hippotragus equinus*)



Abb. 21: Springbock (*Antidorcas marsupialis*) mit schwarzen Jungtier

Der **Springbock** (*Antidorcas marsupialis*) ist ein häufiger Bewohner des offenen und trockenen Gras- und Buschlands im südlichen Afrika. Der Gesamtbestand der Springböcke wird auf 1.400.000 – 1.750.000 Tiere geschätzt. Weitere Informationen auf
erlebnis-zoo.de/de/artenschutz-bildung/tier-lexikon/springbock

		POTENZIELL GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN	
NICHT GEFÄHRDET	LC	NT	VU	EN	CR	EW



Abb. 22: Thomsongazelle (*Eudorcas thomsonii*)

		POTENZIELL GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN	
NICHT GEFÄHRDET	LC	NT	VU	EN	CR	EW

ZEBRAS

KÖRPERBAU DES ZEBRAS

Der Körperbau aller Equiden, also auch der Zebras, ist sehr einheitlich. Der Schädel ist langgezogen und die Augen sind seitlich angeordnet. Dies schafft ein großes Sehfeld, das für die Zebras als Fluchttiere überlebensnotwendig ist. Die pferdeartigen Ohrmuscheln sind groß und sehr beweglich. Diese dienen neben dem Hören auch der Kommunikation zwischen den Tieren einer Gruppe. Zebras haben als pflanzenfressende Tiere ein Gebiss mit beidseitig schräg nach vorne gestellte Schneidezähne. Hiermit kann das Zebra auch hohes Gras abbeißen. Nach einer weitläufigen Lücke folgen breite, mit sehr harten Zahnschmelz bedeckte Backenzähne. Damit wird die Nahrung zerrieben und abgeschluckt. Dies ist sehr wichtig, da die Zebras keine Wiederkäuer sind und der Nahrungsbrei von Bakterien in großvolumigen Blinddärmen des Dickdarms verdaut wird. Eckzähne sind ansatzweise bei Männchen (Hengsten) ausgebildet.

Zebras sind als Unpaarhufer sog. „Zehenspitzengänger“. Sie setzen mit der Spitze des dritten Zehs auf den Boden auf. Am Zeh sitzt ein gut ausgebildeter Huf, der auf den harten Böden der Steppen und Savannen Afrikas zusammen mit den langen muskulösen Beinen bei Gefahr hohe Laufgeschwindigkeiten ermöglicht. Die Mittelfuß- bzw. Mittelhandknochen sind sehr lang. Das Knie befindet sich unmittelbar am Rumpf des Körpers. Das Fußgelenk wird deshalb oft mit dem Kniegelenk verwechselt. Die Elle und die Speiche bzw. das Schien- und Wadenbein sind verwachsen. Zebras können ihre Extremitäten im Wesentlichen nur vor- und zurückbewegen. Ein Schlüsselbein ist nicht vorhanden.

Zebras haben kurze und kräftige Muskeln, die hoch an den Extremitäten ansitzen. Eine komplizierte Anordnung der Bänder in den Füßen sorgt dafür, dass die Sehnen wie kleine Sprungfedern wirken und somit die Fortbewegung erleichtern. Der breite Brustkorb und der relativ starre Rücken sind weitere Angepasstheiten an ein schnelles Laufen.

Die Streifung der Zebras ist unterarttypisch deutlich unterschiedlich. Die Streifen verlaufen an den Extremitäten und Hinterkeulen waagerecht. Am Rest des Körpers vorwiegend senkrecht. In Höhe des Ellbogengelenks ist ein sog. „Schulterdreieck“ ausgebildet. Zebras besitzen eine aufrecht stehende Nackenmähne und eine ausgeprägte Schwanzquaste.



Abb. 23: Skelett eines Grevy-Zebras



Abb. 24: Grevy-Zebras (*Equus grevyi*)



Abb. 25: Schädel eines Zebras



Abb. 26: Zebras sind Zehenspitzengänger

ERNÄHRUNG DES ZEBRAS

In den Savannen Afrikas nehmen Zebras oft die Schlüsselstellung (key-stone species) unter den reinen Grasfressern (Herbivoren) ein. Sie fressen auch hochgewachsenes Gras, das sonst die anderen tiefer wachsenden Gräser überwuchern würden. Dadurch werden Weidegebiete für andere Pflanzenfresser, die weichere und nährstoffreichere Kurzgräser benötigen,

Stunden, bei Rindern, die zu den Vormagenfermentierern gehören, beträgt die Dauer dagegen 70 bis 90 Stunden. Die erreichbare Effektivität liegt bei rund 70 % im Vergleich zu den Wiederkäuern. Die Gründe für die geringere Effektivität liegen darin, dass die Zellulose kürzer in der Gärkammer verbleibt und die Bakterien selbst nicht verwertet werden können, da sich die Gärkammer hinter dem Magen und dem Dünndarm

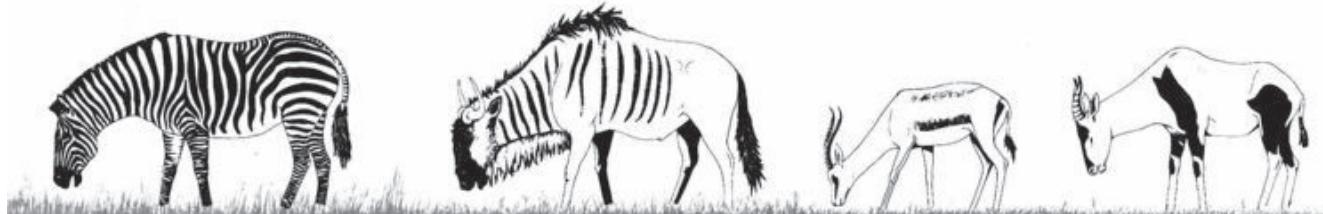


Abb. 27: Weidefolge in der Savanne

erschlossen. So benötigen, z.B. Gnus (*Connochaetes sp.*) die darunterliegende Grashöhe, während sich andere Antilopenarten wie Springböcke (*Antidorcas sp.*) von kurzen Gräsern ernähren. Am Ende dieser Kette fressen Leierantilopen (*Damaliscus sp.*) die trockenen Halme, die von allen anderen Pflanzenfressern verschmäht werden.

Zebras eröffnen somit eine Weidefolge in der Savanne. Die zeitliche Aufeinanderfolge der in einem Habitat vor kommenden Pflanzen- und Tiergesellschaften beginnen sich gegenseitig (Sukzession). Durch die unterschiedliche Einnischung (ökologische Nische) der verschiedenen Grasfresser, werden alle Weidepflanzen vollständig genutzt, was eine hohe Artenvielfalt innerhalb der Herbivoren ermöglicht. Das Gegenteil kann man bei der Nutzung der Weideflächen durch domestizierte Tiere (u.a. Schafe und Ziegen) beobachten. Durch die Überweidung haben weniger Tierarten Zugang zu einer saisonal wiederkehrenden Nahrungsressource mit der Folge einer Abnahme der Artenvielfalt im Ökosystem.

Zebras gehören zu den Dickdarmfermentierern. Die Gärkammer befindet sich im voluminösen Blinddarm, in dem spezielle Bakterien die schwer verdaulichen Bestandteile der Nahrung (Zellulose und Pektine) aufschließen. Das Verhältnis von Körperlänge zu Darmlänge beträgt 1:10. Der Durchgang der Nahrung innerhalb des Verdauungstrakts eines Zebras erfolgt in ca. 48

befindet. Die verschiedenen Typen der „Fermentierer“ und deren Funktion innerhalb der pflanzen- und blattfressenden Tierarten können Sie detailliert in dem Themenheft **Tierernährung** nachlesen.

Die Menge an Gras muss den geringen Nährwert ausgleichen. Das bedeutet, dass Zebras ca. 50 % des Tages grasen müssen, um genug Nahrung aufzunehmen. Dabei ist es zuerst nicht wichtig wie ertragreich die Weidefläche ist, sondern dass überhaupt Gras zur Verfügung steht. Wiederkäuer dagegen benötigen weniger Gras. Sie grasen rund 50 % weniger als die Zebras. Jedoch können Zebras im Gegensatz zu Rindern in sehr trockenen Habitaten überleben.

SOZIALSTRUKTUR DER ZEBRAS

Die Verfügbarkeit von Nahrung hat auch einen großen Einfluss auf die Sozialstruktur von Zebras. Wenn genügend Nahrungsressourcen vorhanden sind, können sich große Zebraherden bilden, die zusammen mit anderen pflanzenfressenden Tierarten eine Weidegemeinschaft bilden. Bei Reduzierung des Nahrungsangebots zerfallen die großen Zebraherden oft in Familiengruppen, reine Hengstgruppen, Mutter-Kind-Verbände oder es lösen sich Einzeltiere ab, die als Nomaden über weite Strecken wandern. Bei einer drohenden Überweidung des Habitats sind es die Zebras, die zuerst die Weidegemeinschaft verlassen und weiterwandern. Durch die Abwanderung wird Konkurrenz vermieden. Die Sozialstruktur ist auch abhängig von der jeweiligen Zebra-Art. **Steppen-** (*Equus quagga*) und **Bergzebras** (*E. zebra*) sind weniger territorial und leben meist in Haremstruppen mit einem Hengst und mehreren Stuten. Die Stuten verbleiben meist über eine längere Zeit in der Gruppe, während die Fohlen die Gruppe nach 1 – 2 Jahren verlassen. Die Weibchen schließen sich einer anderen Gruppe an, während die Männchen versuchen einen eigenen Harem zu gründen. Nur die Hengste der **Grevy-Zebras** (*Equus grevyi*) besetzen Territorien, gemeinsam mit ihren Weibchen. Wenn das Nahrungsangebot schlechter wird, werden die Reviere von den Hengsten kurzfristig aufgegeben, jedoch sofort wiederbesetzt, sobald genügend Nahrungsressourcen vorhanden sind.

SYSTEMATIK UND EVOLUTION DER ZEBRAS

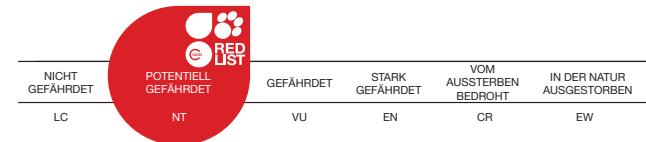
Die Evolution der Pferde (*Equiden*) ist durch einen reichhaltigen Fossilienbestand gut dokumentiert und kann in der Fachliteratur nachgelesen werden. Für dieses Themenheft wird sie nur verkürzt beschrieben: Die Evolution der Pferde zeigt rund 55 Millionen Jahre anatomischer Veränderungen, angefangen von kleinen Vorfahren mit drei bis vier Zehen bis hin zu den heutigen Huftieren mit einer Zehe. Obwohl Equiden aus der Neuen Welt stammen, verteilt-

gehalten und gezüchtet wird, bewohnt natürlicherweise die trockenen Gebiete und Wüsten Somalias.

Abb. 29: Somali-Wildesel (*Equus africanus somaliensis*)



Abb. 28: Onager (*Equus hemionus onager*)



ten sie sich während des Miozäns und des Oligozäns in mehrere Dutzende Gattungen in der Neuen Welt als auch in der Alten Welt. Der größte Teil dieser Artenvielfalt ist über die Zeit ausgestorben. Alle heute noch lebenden Mitglieder der Equiden-Familie gehören einer einzigen Gattung *Equus* an, die vor 4 – 4,5 Millionen Jahren entstanden ist. Zu den heutigen Equiden zählen neben den Hausrössern und Hauseseln, die in Afrika und Eurasien vorkommenden Zebras und Wildesel. Der **Onager** (*Equus hemionus onager*) und der **Östlicher Kiang** (*Equus kiang*) werden zu den asiatischen Wildeseln gezählt. Der Onager wird auf der Roten Liste der IUCN als „gefährdet“ eingestuft und sein jetziges natürliches Verbreitungsgebiet liegt in den Steppen der Mongolei und Chinas. Der Kiang ist aktuell „nicht gefährdet“, weit verbreitet und bewohnt die tibetischen Hochgebirgsplateaus bis auf eine Höhe von 5.400 Metern. Wildesel sind auch auf dem afrikanischen Kontinent verbreitet. Der vom Aussterben bedrohte, **Somali-Wildesel** (*Equus africanus somaliensis*), der auch



Abb. 30: Östlicher Kiang (*Equus kiang*)



NICHT GEFÄHRDET	POTENTIELL GEFÄHRDET	GEFÄHRDET	STARK GEFÄHRDET	VOM AUSSTERBEN BEDROHT	IN DER NATUR AUSGESTORBEN
LC	NT	VU	EN	CR	EW



Nach aktuellem Stand gibt es drei rezente Zebra-Arten. Die Entstehung der heutigen Arten kann nach dem Modell der allopatrischen Artbildung erklärt werden. Das **Grevy-Zebra** (*Equus grevyi*) lebt in halbtrockenen Grasländern und Buschland in Kenia und Äthiopien (Ostafrika). Die gesamte Population des Grevy-Zebras beträgt nur noch 2.000 – 2.500 Tiere. Das Grevy-Zebra hat im Vergleich zu anderen Zebra-Arten eine sehr enge schwarz-weiße Fellstreifung.



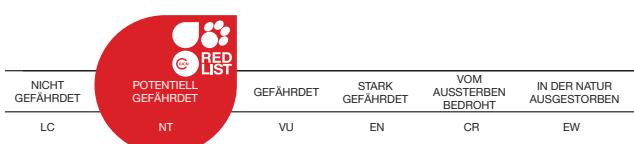
Abb. 31: Grevy-Zebra (*Equus grevyi*)



Das **Steppenzebra** (*Equus quagga*) kommt in den halbwüstenartigen Steppengebieten des südlichen Sudan und Südäthiopiens bis hin zu den Savannen Ost- und Südwestafrikas vor. Die Gesamtpopulation des Steppenzebras wird u.a. aufgrund seines sehr großen Verbreitungsgebiet auf über 550.000 Tiere geschätzt. Das Steppenzebra zeichnet sich im Vergleich zu den beiden anderen Zebra-Arten, dem Grevy- und dem Bergzebra, durch die breitesten Streifen aus.



Abb. 32: Steppenzebra (*Equus quagga*)



Das **Bergzebra** (*Equus zebra*) lebt vorzugsweise in steinigen Wüsten- und Halbwüstengebieten und in Hochebenen im südlichen Afrika (Namibia und Südafrika). Die Gesamtpopulation beträgt rund 35.000 Tiere. Das Bergzebra hat breit, schwarze bis schokoladenbraune Streifen mit schmalen weißen Zwischenräumen, so dass das ganze Tier insgesamt dunkel wirkt.



Abb. 33: Bergzebra (*Equus zebra*)



DIE STREIFENPROBLEMATIK – WOZU HABEN ZEBRAS STREIFEN?

Vereinfacht beschrieben sind Zebras weiße Tiere mit schwarzen Streifen. Die Streifen entstehen durch Melanine. Dies sind dunkle Pigmente, die auch für die menschliche Hautbräune verantwortlich sind. Die Melanine sind aber nicht gleichmäßig auf der Haut der Zebras verteilt, sondern streifig in der Haut eingelagert. Je nach Zebra-Art ist der Beginn der Einlagerung von Melaninen und damit der Streifung unterschiedlich. Beim Grevy-Zebra beginnt sie in der fünften Schwangerschaftswoche, beim Steppenzebra dagegen bereits in der dritten. Diese verschiedenen Zeitpunkte innerhalb der Zebraunterarten sind wahrscheinlich der Grund für die unterschiedlich breiten Streifen beim adulten Tier. In der Embryonalphase der Steppenzebras werden deutlich weniger Streifen angelegt als beim Grevy-Zebra. Mit zunehmendem Wachstum der Tiere weichen die Streifen weiter voneinander ab und werden breiter.

Aber welche Funktion haben die Streifen überhaupt? Kaum eine Frage wird so oft falsch beantwortet wie diese. Es gibt über 20 verschiedene Hypothesen für die mögliche Funktion der Zebrastreifen. Wie immer gibt es in der Natur nicht nur eine Erklärung und die Annäherung an die wirkliche Funktion der Streifen ist verworren. Sicher kann man behaupten, dass die Streifung kein Zufallsergebnis der Evolution ist, denn bei der gegebenen Variabilität hinsichtlich der verschiedenen Streifenmusterungen zwischen den Zebraunterarten liegt ein starker Selektionsdruck vor. Im Folgenden sind die häufigsten Erklärungsversuche beschrieben:

1. Anti-Prädation: Tarnung und visuelle Verwirrung

Raubtiere waren Jahrzehnte lang die vorherrschende Erklärung für die Streifen von Zebras. Durch die Streifen sollen die Raubtiere (z.B. Löwen) verwirrt und optisch getäuscht werden, so dass die Raubtiere die Größe oder die Geschwindigkeit der Beute falsch einschätzen, so dass sie den letzten Sprung bei der Jagd verfehlten. Zudem ist es schwieriger ein bestimmtes Individuum der Zebraflocke zu fokussieren und herauszugreifen. Oberflächlich würde dies darauf hinweisen, dass sich die Streifen in Anwesenheit großer Raubtiere entwickelt haben. Jedoch gibt es keine nachweisliche Übereinstimmung zwischen den Zebrastreifen und großen Raubtieren. In den heutigen Ökosystemen Afrikas, in denen bei Löwen das Jagdverhalten unzählige Male detailliert untersucht wurde, fangen Löwen Zebras in einem signifikanten größeren Verhältnis zu ihrer Häufigkeit im Lebensraum. Sie sind also die bevorzugte Beute der Löwen. Dies weist darauf hin, dass die Streifung der Zebras keine Abwehr gegen Raubtiere durch Tarnung oder visuelle Verwirrung darstellt. Ein anderes Raubtier Afrikas, die Tüpfelhyäne, die kleiner als Löwen ist, erbeutet weniger Zebras im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit im Ökosystem. Tüpfelhyänen haben deutliche Probleme, ein erwachsenes Zebra herunterzuziehen, wobei sich die Beute mit Tritten und Bissen wehrt. Stattdessen konzentrieren sich die Tüpfelhyänen vor allem auf die Jungtiere in der Zebraflocke, die sie leichter überwältigen können. Auch dies weist darauf hin, dass die Streifung der Zebras keine Abwehr gegen Raubtiere durch Tarnung oder visuelle Verwirrung darstellt.



Abb. 34: Löwe (*Panthera leo*) bei der Jagd



Abb. 35: Tüpfelhyäne (*Crocuta crocuta*) und Zebras

2. Erleichterung der sozialen Interaktion

Eine weitere Hypothese besagt, dass die Streifung die sozialen Interaktionen innerhalb der Herde erleichtert. Zebras stammen von gestreiften Vorfahren ab. Die Streifung beschränkte sich vorerst auf den Nackenbereich und den Widerrist. Zebras haben eine ritualisierte Körperpflege, um die sozialen Kontakte zu stärken. Das sog. „Grooming“ dient u.a. dazu, Stress bei rangniedrigeren Tieren zu vermeiden. Die Streifung hatte demnach die Aufgabe, eine Stelle für das Grooming anzubieten. Im Laufe der Evolution wurde das taktile Grooming weitgehend durch ein optisches „Zusammenhaltsystem“ – die Streifung – ersetzt. Der Vorteil soll ein weitgehender Verzicht auf komplexe und zeitraubende Verhaltensabläufe sein. Jedoch wurde bisher wissenschaftlich keine vollständige soziale Funktion der Streifung innerhalb der Equiden bestätigt. Grundsätzlich haben Equiden zwei Arten von Sozialsystemen:

Typ 1: Ein einzelner Hengst (Männchen) lebt mit einem Harem von Stuten oder juvenilen Hengste zusammen. Charakteristisch für: Bergzebra, Steppenzebra und Przewalski-Pferd (*Equus przewalskii*).

Typ 2: Hengste ohne eigenem Harem schließen sich zu einer Gruppe zusammen. Charakteristisch für: Grevy-Zebra, Östlicher Kiang, Somali-Wildesel und Onager.

Das Sozialsystem Typ 2 besteht aus losen Verbindungen zwischen den Tieren, die sich zu bestimmten Jahreszeiten in mittelgroße bis größeren Gruppen zusammenfinden. Langanhaltende soziale Bindungen gibt es nur zwischen Stute und Fohlen. In dem Typ 2-Sozialsystem mag eine individuelle Erkennung anhand einer Streifenmusters von Vorteil sein, aber drei der o.g. vier Arten haben überhaupt keine Körperstreifen. Angesicht der Tatsache, dass Pferde andere Individuen anhand visueller, akustischer und olfaktorischer Hinweise erkennen können, ist es eher unwahrscheinlich, dass die Streifung eine Erleichterung der sozialen Interaktionen ist.

3. Regulation der Körpertemperatur

Die Hypothese, dass Zebrastreifen den Körper durch konvektive Luftwirbel kühlen, die durch Temperaturgradienten über die abwechselnden schwarzen und weißen Streifen ausgelöst werden, klingt zunächst logisch. Die schwarzen Zebrastreifen erwärmen sich durch die Sonnenstrahlen stärker als die weißen Streifen, die die Sonnenstrahlen reflektieren. Infrarotaufnahmen von Zebras zeigen, dass sonnenexponierte schwarze Streifen wärmer sind als die sonnenexponierten weißen Streifen und das mit steigender Umgebungstemperatur dieser Unterschied zunimmt. In der Nacht sind die Temperaturunterschiede jedoch umgekehrt, wobei schwarze Streifen deutlich kühler sind als die Weißen. Infratrmessungen bei Zebras und anderen im Lebensraum vorkommenden Huftiere (u.a. Giraffen, Impalas und Kaffernbüffeln) zeigten keinen Unterschied in der Oberflächentemperatur zwischen den verschiedenen Arten. Jedoch darf die Oberflächentemperatur nicht mit der inneren Kerntemperatur der Tiere verglichen werden. Die Kerntemperatur ist für die Wärmeregulation der wichtigste Faktor (siehe Themenheft **Tiere in der Kälte**). Sobald die Kerntemperatur über einen tierartspezifischen kritischen Wert steigt, kommt es zu einer Überhitzung bis hin zum Hitzetod. Die Regulation der Körpertemperatur scheint also nicht der Hauptgrund für die Zebrastreifung zu sein. Alle Equiden leben in ihrem Ökosystem in offenen Lebensräumen mit

recht hohen Temperaturen. Sowie die gestreiften Zebra-Arten als auch die ungestreiften Wildesel bewältigen den Hitzestress, indem sie Schattenplätze aufsuchen, falls diese vorhanden sind und regeln u.a. dadurch ihre Körpertemperatur.



Abb. 36: Hypothetische Abkühlung durch Zebrastreifen. Gemäß der Thermoregulationshypothese sind die schwarzen Zebrastreifen bei Sonnenschein wärmer als die weißen, so dass Luftströme über die Streifen auf- und absteigen können. Beachten Sie, dass sich periodische Luftströme (Wirbel) nach oben und unten nur über dem nahezu horizontalen Bereich des Zebrakörpers bilden können. An den geneigten und vertikalen Körperoberflächen ist der Luftstrom ziemlich turbulent. Geändert nach Horvath et. al. (2018)



Abb. 37: Tse-Tse-Fliege (*Glossina sp.*)

Abwehr von beißenden Insekten

Wissenschaftlich gesichert, ist es, dass beißende Insekten sehr wahrscheinlich die Ursache und der evolutive Treiber der Streifung bei den Equiden waren. Das Vorhandensein von Körperstreifung ist mit der Verteilung der Tse-Tse-Fliege (*Glossina sp.*) und von Bremsen (*Tabanidae*) verbunden. Die idealen Bedingungen für die Aktivität und Fortpflanzung von Tse-Tse-Fliegen und Bremsen sind 15 – 30 °C und 30 – 85 % Luftfeuchtigkeit. Die natürlichen Lebensräume der Equiden entsprechen größtenteils diesen klimatischen Bedingungen. Tse-Tse-Fliegen und Bremsen meiden schwarz-weiß gestreifte Oberflächen und werden eher von Gerüchen, Körpertemperatur, Sicht und Bewegung zu ihren Wirten hingezogen. Die Streifen verringern den Kontrast des Tieres und/oder den Kontrast zwischen Tier und Hintergrund, so dass die „Anziehungskraft“ für die Insekten nicht groß genug ist. Vieles deutet darauf hin, dass die Streifen die optische Erkennung durch Insekten aus größerer Entfernung erschweren. Und in Verhaltensexperimenten landeten die Fliegen häufiger auf rein weißen oder rein schwarzen Oberflächen als auf einem Streifenmuster. Untersuchungen von unzähligen Tse-Tse-Fliegen

und Bremsen bzw. ihrer letzten Blutmahlzeit zeigten, dass Zebras nur sehr selten Opfer der Insekten sind. Die Fliegen sind auch Überträger (Zwischenwirt) von vielen Krankheitserregern u.a. von Pferdeinfluenza, Afrikanische Pferdekrankeit, Infektiöse Anämie, Trypanosomiasis (Schlafkrankheit), die sehr viele Pferdearten durch einen Stich oder Biss bekommen können und die meistens tödlich endet. Innerhalb der Zebra-Arten ist v.a. die Schlafkrankheit im Vergleich zu anderen Huftieren so gut wie nicht vorhanden. Warum sind Zebras überhaupt so überempfindlich gegen beißende Insekten? Die Haartiefe und Haarlänge ist deutlich kürzer als bei anderen afrikanischen Paarhufern. Das macht Zebras anfälliger gegen beißende Insekten. Auch haben sie im Gegensatz zu asiatischen Equiden kein dichtes Winterfell. Im Lebensraum der Zebras gibt es mehrere Dutzend Arten blutsaugender Fliegen, die nicht nur lästig sind, sondern häufig gestochene Huftiere leiden auch unter einem erheblichen Blutverlust. So kann ein Huftier durch beißende Insekten pro Tag zwischen 200 bis 500 ml Blut verlieren.



Abb. 38: Bremse (*Tabanidae*)

VERHALTENSBIOLOGIE DER ZEBRAS

Bei einer Gruppe Zebras ist immer etwas los, verschiedene Verhaltensweisen lassen sich erkennen. Am häufigsten zu beobachten, sind die Nahrungsaufnahme, Ruheverhalten und Verhaltensweisen, die dazu führen die innerartlichen sozialen Bindungen zwischen den Tieren zu festigen. Seltener dagegen lassen sich Verhaltensweisen wie Trinken, Paarungsverhalten, Angriff oder Verteidigung beobachten. Oftmals ist das Verhalten abhängig von der Tageszeit. Vormittags kann man verstärkt die Nahrungsaufnahme beobachten, während

am Nachmittag ein verstärktes Ruheverhalten zu beobachten ist. Das Verhalten der Tiere im Erlebnis-Zoo entspricht überwiegend dem Verhalten, wie es im natürlichen Lebensraum gezeigt wird (siehe Themenheft **Zootierhaltung**). Das Verhalten der Zebras lässt sich in einem „Verhaltenskatalog“ bzw. Ethogramm erfassen. Das Ethogramm ist eine Liste von Verhaltenselementen, die wiederkehrend, wiedererkennbar und mehr oder weniger konstante Abschnitte im Verhaltensablauf einer Tierart beschreibt (siehe Themenheft **Tierverhalten beobachten**). Eine mögliche Auflistung für Zebras findet sich in der folgenden Tabelle:

VERHALTEN	BEOBACHTUNG
Nahrungsaufnahme	Fressen an Zweigen, Futterstellen, Laub, in die Anlage hineinragenden Pflanzen, Weiden, Salzlecken
Ruheverhalten	Gähnen, Kopf und Hufe in Ruhestellung, Liegen, ruhiges Stehen
Soziale Bindung festigen	Vertiefung der Bindung durch: Begrüßung, Verabschiedung, Lecken, gegenseitige Körperpflege (Groomen), Kopf auflegen
Komfortverhalten	Lecken, Wälzen, Scheuern an Gegenständen
Fortbewegung	Schritt, Trab, Galopp
Paarungsverhalten	Hinterherlaufen, Treiben, Rossigkeitsstellung, Genitalkontrolle, Flehmen, Imponieren, Aufreiten, Paarung
Mutter-Kind-Beziehung	Aufforderung zum Folgen, Körperkontakt, Milch fordern, Abwehr des Milchforderns, Mutterkot beriechen und fressen, Säugen
Nachwuchs beschützen	Gegenüber anderen Tieren durch Drohen, Angriff, Lautäußerungen, Abschirmen des Nachwuchs durch in den Weg stellen
Spielverhalten	Laufen, Springen, Spielkämpfe
Trinken	Trinken aus Wasserstelle oder Pfützen
Dominanzverhalten	Dominanz gegenüber anderen Tieren durch Drohen, Angriff, aggressives Verfolgen, Marsch, Treiben und Aufreiten
Unterlegenheitsverhalten (Subdominanz)	Umgekehrt zu Dominanzverhalten, Ausweichen, Getrieben werden, Angesprungen werden, Kämpfe, die zum Ausweichen führen

Nach einer gewissen Beobachtungszeit kann man feststellen, dass bestimmte Verhaltensweisen regelmäßig und in einer charakteristischen Reihenfolge zu beobachten sind. Deren Quantifizierung in einem Ethogramm erlaubt eine vergleichende Betrachtung des Verhaltens, z.B. von einem Jungtier und einem adulten Tier oder einem Männchen (Hengst) und Weibchen (Stute). Um die einzelnen Tiere unterscheiden zu können, muss man sich die Tiere genau anschauen und Unterschiede u.a. in der Größe oder dem Fellmuster erarbeiten. Die einzelnen Verhaltensweisen der Zebras genau zu erkennen und zuzuordnen ist gerade zu Beginn nicht ganz einfach. Deshalb werden die häufigsten Verhaltensweisen im Folgendem vorgestellt und erläutert.

Begrüßung

Die Begrüßung erfolgt auf Distanz durch Kontaktrufe. Hierbei „bellen“ die Zebras. Bei direkter Annäherung nehmen die Tiere Nasenkontakt auf, wobei die Ohren

bei gleichrangigen Tieren nach vorne gestellt sind. Ein tieferrangiges Tier legt die Ohren zurück. Jungtiere zeigen bei der Begrüßung von adulten Tieren ein Unterlegenheitserhalten, dass aus Kaubewegungen bei zurückgelegten Ohren besteht. Anschließend an den Nasenkontakt werden andere Körperstellen berochen. Das weitere Verhalten ist dann sehr variabel und geht oft in eine Form von Grooming über. Möglich ist auch eine Verabschiedung. Hierbei wird wieder Nasenkontakt hergestellt. Bei Hengsten kommt es manchmal zu einem Abschiedssprung oder einer Andeutung davon.

Drohen

Stark angelegte Ohren bedeuten bei den Zebras Drohen. Stärkeres Drohen wird zusätzlich durch ein zunehmend geöffnetes Maul und einen tief gehaltenen Kopf angezeigt. Eine weitere Verstärkung des Drogens liegt vor, wenn das Zebra sich umdreht und als Intensionsbewegung seine Hinterläufe zeigt oder anhebt.

Anzeigen der Paarungsbereitschaft

Stuten zeigen ihre Paarungsbereitschaft u.a. bei Annäherung eines Hengstes an, indem sie ähnlich dem Begrüßungsverhalten der Jungtiere kauend die Schneidezähne entblößen und dabei die Ohren zurücklegen.



Abb. 39: Paarungsverhalten von Zebras

Komfortverhalten

Zur Insektenabwehr zeigen Zebras den Muskelzitter-Reflex an der betroffenen Hautstelle. Sie schütteln sich oder schlagen mit dem Schwanz. Weitere Beispiele für Komfortverhalten sind das Scheuern exponierter Körperstellen an Gegenständen z.B. einem Baum, wenn sich Tiere auf dem Boden wälzen oder ihr Fell lecken und beknabbern.

Grooming

Der Zusammenhalt zwischen Zebras wird durch Grooming gezeigt. Das Groomen ist generell wechselseitig und sichert den engen Kontakt zwischen den Tieren. Es beginnt meistens, indem an der Nase geschnuppert und dann der Nacken und die Schulter des anderen beknabbert wird. Oft ist es auch so, dass jedes Tier den Rumpf und den Schwanz des anderen grooms. Dieses Verhalten wird von Zebras gezeigt, die eine starke Bindung zueinander aufweisen. Dennoch tendieren sie oft dazu, die Knabberstellen zu unterbrechen oder auf andere Körperstellen zu verlagern. Ein Reiben des Kopfes oder des Kinns an dem anderen wird ebenfalls oft beobachtet. Jungtiere knabbern sehr gerne an den Beinen der

Mutter oder von Spielkameraden wie anderen Zebra-Jungtieren. Je enger die Tiere zusammenstehen, desto stärker ist die Grooming-Rate. Das Grooming bezieht sich nur auf den eigenen Familienverband. Jedes Tier hat nur wenige Grooming-Partner. Beobachtet man das Grooming längerfristig, kann man feststellen, dass Zebras beim Grooming eher die Mähne und den Widerrist bevorzugen. Zebras führen die zeitlich langen Gesten beim Grooming teilweise in abgekürzter Form als Intensionsbewegung aus. Während der Ruheperioden bilden sich häufig kleine Gruppen von Tieren, die ihren Kopf auf den Rücken oder die Schulter des anderen legen. Oder sie lehnen sich aneinander oder rempeln sich an. Dieses Verhalten gleicht dem wechselseitigen Groomen, wobei oft ein gegenseitiges Knabbern fehlt.

Demutsverhalten

Reiben Zebras die Köpfe aneinander oder lehnen sich zwei Tiere aneinander, sind dies oft Demutsgesten, die von rangniederen Weibchen dem ranghöheren Weibchen oder Männchen gegenüber ausgeführt werden. Auch das schmatzende Kauen mit den Lippen, das bei allen Zebraarten verbreitet ist, dient der Reduzierung von innerartlichen Spannungen.

Flehmen

Die Männchen prüfen ständig olfaktorisch die Paarungsbereitschaft (Östrus) der Weibchen. Sie schnuppern an der Analregion oder am Kot und Urin. Dabei ziehen sie die Luft bei leicht erhobenen Kopf und mit nach oben gewölbter Oberlippe tief ein. Die Männchen erreichen damit, dass die Geruchsstoffe an eine besonders geruchssensitive Stelle der Riechschleimhaut gelangen. Nur wenn ein Weibchen paarungsbereit ist, kommt es zur Paarung.

Ruheverhalten

Zebras ruhen im Stehen oder im Liegen. Beim Ruhen im Stehen haben sie den Kopf gesenkt, die Augen halb geschlossen und die Ohren zur Seite gedreht. Häufig ist ein Hinterfuß entlastet. An warmen Tagen bevorzugen Zebras Ruheplätze im Schatten von Bäumen. Im Liegen ruhen sie in der Bauchlage mit untergeschlagenen Beinen. Jungtiere ruhen dagegen oft in der Bauchlage mit abgestreckten Beinen.

Rangordnungsverhalten

Innerartliche (intraspezifische) Rangordnung

Innerhalb einer Zebragruppe gibt es eine innerartliche Rangordnung. An oberster Stelle und somit über den Weibchen steht das Männchen. Die Rangordnung bei den Stuten kann man erkennen, in dem man ihr Verhalten genau beobachtet: Wer droht wem? Wer geht, wenn ein Weibchen kommt? Wer begrüßt wen zuerst? Wer führt die Weibchen an, wenn sie sich in Bewegung setzen?



Abb. 40: Ein Zebra geht voran

Zwischenartliche (interspezifische) Rangordnung

Zebras bilden in ihrem natürlichen Lebensraum sowie im Zoo eine interspezifische Rangordnung aus. Diese Rangordnung zwischen den verschiedenen Tierarten ist im Zoo aber deutlich ausgeprägter. Die Rangordnung im Zoo regelt u.a. den Zugang zu den Futterstellen oder zu beliebten Scheuerstellen. An höchster Stelle der Rangordnung stehen die Zebras, es folgen die Elenantilopen, die Impalas und die zu den Thomsongazellen. Diese Rangordnung wurde am Beginn der Gemeinschaftshaltung auf der Anlage unter den verschiedenen Tierarten selbst ausgemacht, wobei sich die Zebras gegenüber den stärkeren und größeren Elenantilopen durchsetzen konnten. Einzeltiere, z.B. große Männchen (Bullen) der Elenantilopen durchbrechen diese Rangordnung, was zu Konflikten und Aggressionsverhalten führen kann. Die bestehende Rangordnung wird von den Tieren verteidigt. Wie das geschieht, kann man sich durch genaues Beobachten der interspezifischen Kommunikation erarbeiten. Es ist z.B. daran zu sehen, wer Futterplätze verlässt, wenn andere Tiere in der Nähe sind bzw. wer die Futterplätze gegenüber anderen Tieren verteidigt. Die Rangordnung wird von den Tierpflegern beachtet, so dass die Zebras als erste Tiergruppe zum abendlichen Futter in den Stall kommen und die Thomsongazellen als letzte Gruppe.



Abb. 41: Vergesellschaftung von Antilopen und Zebras

Aggressionsverhalten

Wenn Drohen bei Konflikten nicht mehr ausreicht, kommt es zu Kämpfen zwischen den Zebras. Sie haben mit Hufen und Zähnen zwar „Waffen“, bringen sich meist in ihrem natürlichen Lebensraum aber keine schwerwiegenden Verletzungen bei. Deshalb gibt es auch keine ritualisierten Kämpfe, sondern die Hufe und Zähne werden möglichst effektiv eingesetzt. Da in Zoologischen Gärten nie* mehrere adulte Männchen mit Weibchen in einer Anlage gehalten werden, finden die Kämpfe zwischen den Weibchen bzw. zwischen den Weibchen und dem Männchen statt. Beim Aggressionsverhalten kann man einen „Kampfkreisel“ beobachten: Die Zebras drehen sich umeinander und versuchen sich gegenseitig in die Beine zu beißen. Manchmal finden diese Kämpfe „knieend“ statt. Als weiteres Aggressionsverhalten ist der „Halskampf“ möglich: Jedes Zebra versucht mit seinem Kopf den Hals des Kontrahenten herunterzudrücken. Außerdem wird oft mit den Vorderbeinen geschlagen und gleichzeitig mit den Zähnen gebissen. Ziel ist es, dass andere Zebra aus dem Gleichgewicht zu bringen. Ein Ausschlagen mit den Hinterbeinen, was auch bei der Abwehr von Raubtieren eingesetzt wird, ist ebenfalls ein beobachtbares Aggressionsverhalten.

* Ausnahme bilden die sog. „Bachelor- oder Bachelorettegruppen“, wo nur Tiere eines Geschlechts gehalten werden. Fehlen geeignete Fortpflanzungspartner ergibt sich keine Konkurrenzsituation, so dass auch bei den Zebras mehrere Hengste zusammengehalten werden können.

UNTERRICHTSANREGUNGEN

Die folgenden Materialien sind Unterrichtsanregungen zum Thema **Tiere in der Savanne**, die zur Vor- oder Nachbereitung eines Zoobesuches oder eines geführten Unterrichtsgangs durch die Zooschule dienen.

Die verschiedenen Materialien sind für unterschiedliche Altersstufen geeignet. Es werden die Artenvielfalt der Antilopen und deren Unterschiede anhand von Gesichtsmasken und Fellfärbungen bearbeitet. Die Angepasstheiten der Addax und wie diese überhaupt in ihrem natürlichen Lebensraum Wüste überleben kann, ist ein weiteres ökologisches Themenfeld. Allein durch genaues Beobachten sind wesentliche Körpermerkmale und Verhaltensweisen zu erkennen, die der Addax ein Überleben in der Wüste überhaupt erst ermöglicht.

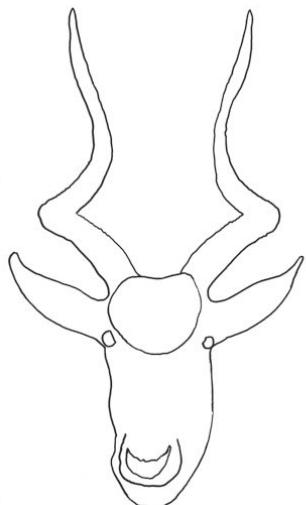
Körperbau, Fellstreifung und Bewegung der Zebras sind andere Themenfelder, die anhand der Materialien bearbeitet werden können. Aus aktuellen Anlass wird auch über den Lebensraumverlust und den Einfluss des Menschen auf eine ganze Zebra-Population mit über 550.000 Tieren eingegangen. Die Beobachtung des Verhaltens der Zebras innerhalb einer Gruppe oder gegenüber artfremden Tieren ist gut im Zoo durchzuführen. In diesem Themenheft sind die häufigsten Verhaltensweisen der Zebras detailliert beschrieben. Für die Vorbereitung und Ausführung von Verhaltensbeobachtungen informiert Sie das Themenheft **Tierverhalten beobachten**.



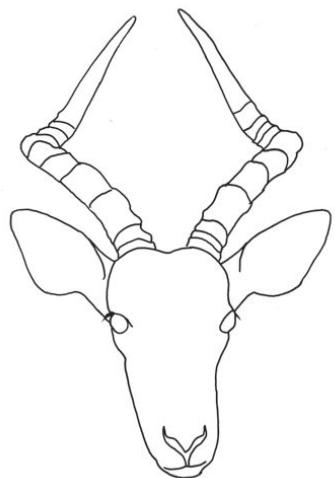
GESICHTSMASKEN DER ANTILOPEN

AUFGABEN

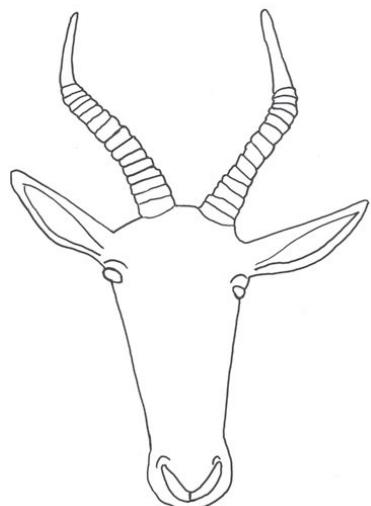
- 1 Gehe zu den Anlagen der Addax, Impalas, Blessböcken, Pferdeantilopen und Zwergrüssel-Dikdiks und schaue dir die unterschiedlichen Antilopen genau an. **Tipp:** Benutze deinen Zooplan, um die Tiere zu finden.
- 2 Zeichne unten die Gesichtsmaske der unterschiedlichen Antilopen so genau wie möglich nach.



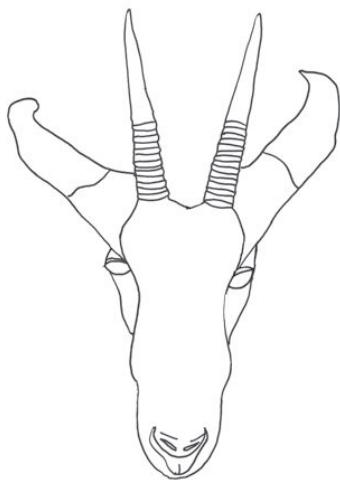
Addax



Impala



Blessbock



Pferdeantilope

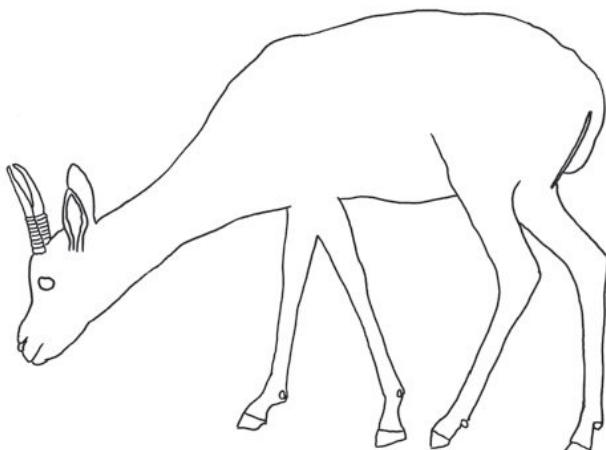


Zwergrüssel-Dikdik

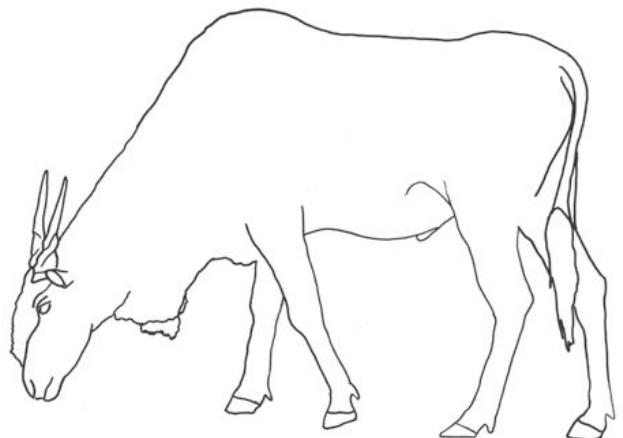
FELLFÄRBUNG DER ANTILOPEN

AUFGABEN

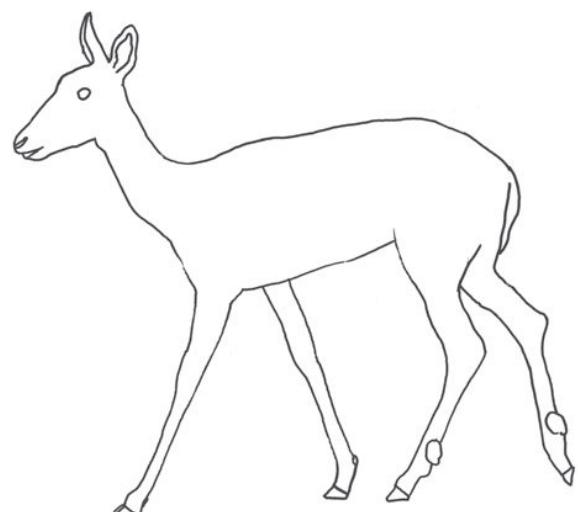
- 1 Gehe zu den Anlagen der Elenantilopen, Springböcken sowie Impalas und schaue dir die unterschiedlichen Antilopen genau an. **Tipp:** Benutze deinen Zooplan, um die Tiere zu finden.
- 2 Zeichne unten die Fellfärbung, Punkte und Streifen der unterschiedlichen Antilopen so genau wie möglich nach.



Springbock



Elenantilope



Impala

ÜBERLEBEN IN DER WÜSTE – DIE ADDAX (1)

AUFGABEN

- 1 Gehe zur Wüstenanlage der Addax im Themenbereich Sambesi und schaue dir die Antilopen genau an. **Tipp:** Benutze deinen Zooplan, um die Tiere zu finden.
- 2 Kreise auf dem Foto die Körperstellen ein, an denen du besondere Merkmale der Addax beobachtet hast, die ihnen das Überleben in der Wüste ermöglichen.
- 3 Notiere deine Beobachtungen in der folgenden Tabelle, indem du zuerst die Merkmale nennst und dann ihre Bedeutung / Funktion.

MERKMAL (BEOBACHTET)	FUNKTION (ERKLÄRUNG / VERMUTUNG)



ÜBERLEBEN IN DER WÜSTE – DIE ADDAX (2)

AUFGABEN

- 1 Nennen Sie Faktoren/Probleme die im natürlichen Lebensraum der Addax vorhanden sind.
- 2 Schneiden Sie die unten dargestellten Informationskästchen aus und ordnen Sie diese den unter Aufgabe 1 genannten Problemen zu.
- 3 Erläutern Sie die Überlebensstrategie, die der Addax ein Leben unter diesen Extrembedingungen ermöglicht.
- 4 Diskutieren Sie Vor- und Nachteile einer Lebensweise in der Wüste.

Ihre Körpertemperatur beträgt 38 °C. Sie können jedoch einen Anstieg um 5°C ertragen ohne zu Überhitzen.

Das Gehirn ist vor Überhitzung geschützt. Die Nasenhöhle wirkt durch Verdunstung wie eine Klimaanlage für das zum Gehirn strömende Blut.

Addax sind soziale Tiere, halten in der Gruppe oft Blickkontakt und werden oft von erfahrenen Weibchen angeführt.

Die Addax ist mit ca. 100 kg deutlich leichter als andere verwandte Antilopenarten.

Die Addax gräbt sich ein, um sich vor austrocknenden Winden zu schützen.

Wittert Niederschlag auf 100 km Entfernung und unternimmt Wanderungen bis zu 80 km am Tag. Die Addax hat kein festes Territorium, sondern wandert nomadisch durch die Wüste.

Hat schaufelartige Hufe mit großen Trittfächern. Das erleichtert die Fortbewegung im Sand.

Ernährt sich u.a. von unterirdisch wachsenden Knollen und Wurzeln, nach denen sie mit den Vorderläufen graben.

Bewegt sich im Passgang, ausdauernder und schneller Läufer.

Die Addax kommt monatlang aus ohne zu trinken! Durch ihren besonderen Magen reicht ihr die wenige Flüssigkeit in den trockenen Pflanzen.

Die Größe der Gruppe orientiert sich am Nahrungsangebot. Ist viel Nahrung vorhanden, bilden sich Gruppen bis zu 20 Tieren, ansonsten beträgt die Gruppegröße nur 4 bis 6 Tiere.

Frisst meistens frühmorgens, wenn die Pflanzen den höchsten Wassergehalt haben.

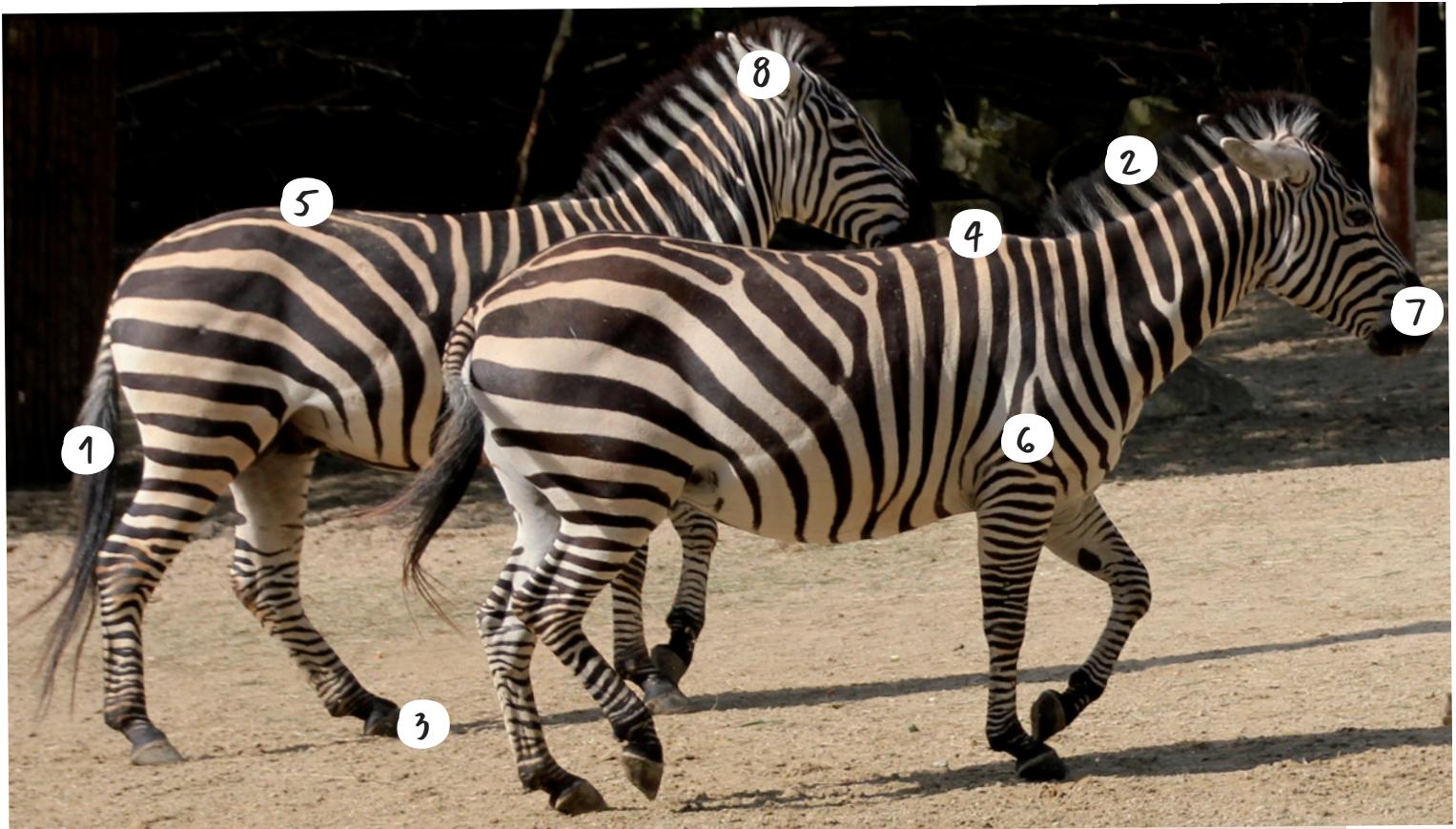
KÖRPERBAU EINES GRANT-STEPPENZEBRAS

AUFGABEN

- 1 Ordne die Wörter den Körperteilen zu:

Ohr – Mähne – Nüstern – Widerrist – Rücken – Ellbogen – Huf - Schwanz

- 2 Schreibe die Wörter unten zur zugehörigen Nummer.



1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

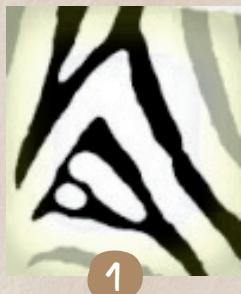
7 _____

8 _____

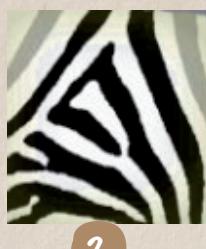
ZEBRASTREIFEN – JEDES ZEBRA IST ANDERS

AUFGABEN

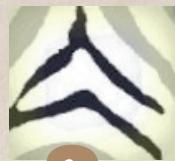
Jedes Zebra hat eine einmalige Fellstreifung, anhand derer sich die Tiere neben Geruch und Stimme auch jederzeit wiedererkennen können. Finde heraus, welche Streifung zum gleichen Tier gehört und notiere dir dein Ergebnis. Lass dich nicht von den unterschiedlichen Größen der einzelnen Kästchen irritieren!



1



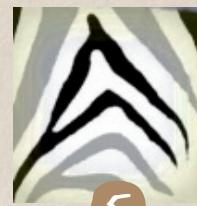
2



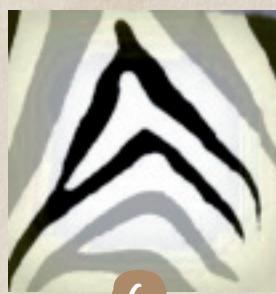
3



4



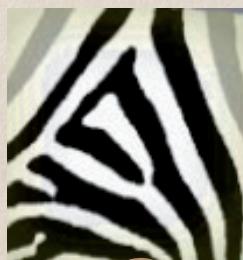
5



6



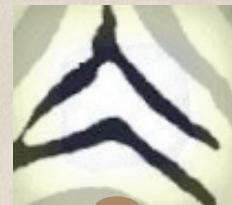
7



8



9



10

Diese Streifen gehören zusammen:

FORTBEWEGUNG VON ZEBRAS

AUFGABEN

- 1 Kennzeichne jeweils mit einem Kreuz, mit welchen Hufen das Zebra im Schritt oder Trab den berührt. Die Bewegungsrichtung zeigt der Pfeil an. Im ersten Bild ist jeweils ein Beispiel vorgegeben.
- 2 Beschreibe wie sich ein Zebra im Schritt und Trab fortbewegt.

Zebra im Schritt



<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Zebra im Trab



<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KEINE GUTE ZUKUNFT FÜR ZEBRAS?

Dass Zebras eine schwarz-weiße Fellstreifung aufweisen, ist jedem bekannt. Im Jahr 2019 haben Wissenschaftler mehrere gepunktete Jungtiere mit weißen Flecken auf dunkelbraunem Fell in den Savannen Afrikas entdeckt. Solche Anomalien werden oft durch genetische Mutationen verursacht, die die Produktion des natürlichen Pigments Melanin beeinflussen. Bei Säugetieren sind Mutationen im Gegensatz zu anderen Tiergruppen deutlich seltener. Die Biologen fanden es sehr verdächtig, dass eine ungewöhnlich hohe Anzahl von geschätzten 5% der Steppenzebras, die in der Nähe des Mburu-Sees in Uganda leben, unübliche Fellzeichnungen hatten. Obwohl Steppenzebras die am wenigsten bedrohte der drei Zebra-Arten sind, ist ihre Zahl seit 2002 um 25% gesunken. Heute gibt es noch rund 550.000 Individuen von Äthiopien bis Südafrika. Durch die Zerstückelung des Lebensraums durch Zäune, Straßen und menschliche Bebauung wurden die Zebrapopulationen auf kleine Bereiche zusammengedrängt, so auch am Mburu-See.

Larison et al. (2020): Population structure, inbreeding and stripe pattern abnormalities in plains zebras. Molecular Biology 30, 379 – 390.



Bei diesem Steppenzebra unterbricht ein heller Fleck sein Streifenmuster.

AUFGABEN

- 1** Erläutern Sie die Zerstückelung der natürlichen Lebensräume der Steppenzebras und deren Auswirkungen auf deren Population.
- 2** Erläutern Sie, welche ökologischen Vor- oder Nachteile sich durch die ungewöhnliche Streifung ergeben?

LÖSUNGEN

S. 20: GESICHTSMASKEN DER ANTIOPEN

Die Gesichtsmasken können je nach Alter des jeweiligen Tieres unterschiedlich stark ausgeprägt sein.



Addax



Impala



Blesbok



Pferdeantilope



Zwergrüssel-Dikdik

S. 21: FELLFÄRBUNG DER ANTIOPEN

Die Fellfarbungen können je nach Alter des jeweiligen Tieres unterschiedlich stark ausgeprägt sein.



Elenantilope

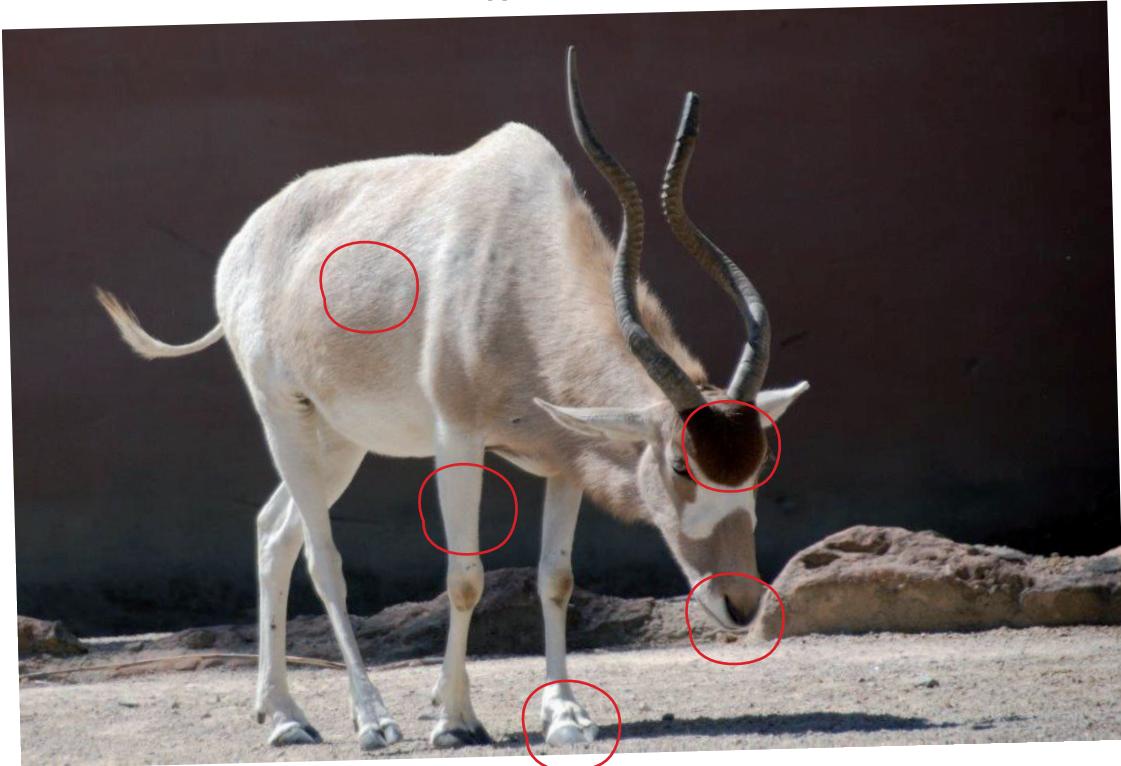


Impala



Springbock

S. 22: ÜBERLEBEN IN DER WÜSTE – DIE ADDAX (1)



MERMAL (BEOBACHTET)	FUNKTION (ERKLÄRUNG/VERMUTUNG)
Schaufelartige Hufe mit hoher Trittfäche	Kein Einsinken im Sand und Erleichterung der Fortbewegung
Nase/Geruchssinn	Kurze Körperanhänge vermindern die Gefahr der Auskühlung.
Nase/Gehirn	Die Nasenhöhle wirkt durch Verdunstung wie eine Klimaanlage und schützt das Gehirn vor Überhitzung
Weiße Fellfarbe	Reflektion von Sonnenstrahlen
Hohe Beine/schlanker Körper	Erleichtert das ausdauernde Laufen auf langen Wanderungen

S. 23: ÜBERLEBEN IN DER WÜSTE – DIE ADDAX (2)

1. Es gibt eine Vielzahl von Faktoren. Die wichtigsten sind: Nahrungsmangel, wenig/kein Niederschlag, Gefahr der Überhitzung, starke Winde/Stürme, lange Wanderungen zu Nahrungs- und Wasserressourcen sowie flexibles Sozialsystem.

3. Wasserfindungsstrategie: Als nomadisch lebende Antilope sind Langstreckenwanderungen zu Wasser- und Nahrungsquellen überlebenswichtig. Die Addax nutzt jede Chance, um an möglichst wasserreiche Nahrung zu gelangen. Dafür gräbt sie auch im Sand nach Wurzeln und Knollen.

Wassersparstrategie: Lange Dürreperioden ohne Wasserquellen können durch Minimierung der Wasserverluste überbrückt werden.

Überhitzungsvermeidung: Durch Dämmerungs- und Nachtaktivität, physiologische und morphologische Angepasstheiten können die hohen Temperaturen und eine Überhitzung umgangen werden.

Flexibles Sozialsystem: Das Gruppenleben ermöglicht die Weitergabe von Informationen, die zum Überleben wichtig sind u.a. Informationen zu Wasserquellen. Die Gruppengröße variiert je nach Nahrungsangebot und es kommt zu einer schnellen Paarbildung, wenn genug Ressourcen vorhanden sind.

4. **Vorteile:** geringerer Prädationsdruck und geringerer inter- und intraspezifische Konkurrenz

Nachteile: extreme klimatische Faktoren und Nahrungs- und Wassermangel

S. 24: KÖRPERBAU EINES GRANT-STEPPENZEBRAS

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Schwanz | 5. Rücken |
| 2. Mähne | 6. Ellbogen |
| 3. Huf | 7. Nüstern |
| 4. Widerrist | 8. Ohr |

S. 25: ZEBRASTREIFEN – JEDES ZEBRA IST ANDERS

Folgende Bilder gehören zum gleichen Zebra:

$$1 + 9 / 2 + 8 / 3 + 10 / 4 + 7 / 5 + 6$$

S. 26: FORTBEWEGUNG VON ZEBRAS

1.

Zebra im Schritt



<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
----------------------------------	----------------------------------

<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
-----------------------	----------------------------------

<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
-----------------------	----------------------------------



<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
----------------------------------	-----------------------

<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
----------------------------------	-----------------------

<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
----------------------------------	----------------------------------

Zebra im Trab



<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
-----------------------	----------------------------------

<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
----------------------------------	-----------------------

<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
-----------------------	----------------------------------

<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
----------------------------------	-----------------------

<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
-----------------------	----------------------------------

<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
----------------------------------	-----------------------

2.

Zebra im Schritt: Im Wechsel haben immer 3 bzw. 2 Hufe Bodenkontakt.

Zebra im Trab: Je ein Vorder- und ein Hinterbein werden gleichzeitig und überkreuz aufgesetzt.
Das wird als Kreuzgang beschrieben.

S. 27: KEINE GUTE ZUKUNFT FÜR ZEBRAS?

1. Durch die Zerstückelung des Lebensraums durch Zäune, Straßen und menschliche Bebauung wurden die Zebrapopulationen auf kleine Bereiche zusammengedrängt, so auch am Mburu-See. Der Wechsel von Tieren zwischen den verschiedenen Herden wird stark eingeschränkt. Durch solche Herdenwechsel (Migration) werden die Tierbestände aber mit neuen Genen versorgt, was für das langfristige Überleben einer Art entscheidend ist. Ein zu geringer Genfluss kann zu Inzucht und letztlich zu Unfruchtbarkeit, Krankheiten und anderen genetischen Defekten führen. Kleinere, isoliertere Zebra-Populationen weisen also eine geringere genetische Vielfalt auf. Abnorm gestreifte Zebras treten in isolierten Gruppen häufiger auf und dies deutet darauf hin, dass die Mutationen durch die geringe genetische Vielfalt verursacht wird. Es wurde festgestellt, dass es isolierte Populationen gibt, die sich aufgrund des menschlichen Bevölkerungsdrucks stärker auseinanderentwickeln, als sie es unter normalen Umständen tun würden.

2. Möglicherweise sind die ungewöhnlich gefärbten Zebras für Raubtiere auffälliger. Das gepunktete Fell sieht man bisher fast nur bei Jungtieren und fast nie bei ausgewachsenen Zebras, was darauf hindeutet, dass Tiere mit dieser Fellzeichnung nicht lange überleben, weil sie Beute von Raubtieren werden. Innerhalb ihrer Familiengruppen scheint es den Zebras jedoch egal zu sein, wer gestreift und wer gefleckt ist. Ob die „neue“ Fellzeichnung ebenfalls den Zebras hilft, Stechfliegen abzuwehren ist nicht geklärt. Die unmittelbare Problematik ist aber die genetische Gesundheit des Steppenzebras.

QUELLEN

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Wenn nicht anders angegeben, stammen die Fotos und Zeichnungen aus dem Bestand des Erlebnis-Zoo Hannover.

Abb. 23: Zebra skeleton. *Equus grevyi*". Specimen of zebra skeleton prepared by the bone maceration technique and on display at the Museum of Veterinary Anatomy, FMVZ USP, bearbeitet.

Abb. 35: Tüpfelhyäne und Zebras, https://de-ngorongoro.hyaena-project.com/hyaenae/o2_11_hyenas-diet-zebras_red_c/

Abb. 36: geändert, nach Horvat et al. (2018)

Abb. 37: Tse-Tse-Fliege, <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/schlafkrankheit-afrika-togo-who-100.html>

Abb. 38: Bremse, <https://ungeziefer-pilot.de/bremsen-und-pferdebremsen-vertreiben-und-bekaempfen>

S. 43: Zebra, <https://www.nationalgeographic.de/tiere/2021/01/anomale-fellfarben-verheissen-nichts-gutes-fuer-die-zukunft-der-zebras>

LITERATURVERZEICHNIS

Auty H. et al. (2008): Health management of horses under high challenge from trypanosomes: a case study from Serengeti, Tanzania. *Vet Parasitol.* 154, 233 – 241.

Benesch A.R. & Hilsberg S. (2003): Infrarot-thermographische Untersuchungen der Oberflächentemperatur bei Zebras. *Zoologischer Garten* 2, 74 – 82.

Bro-Jørgensen J. & Dabelsteen T. (2008): Knee-clicks and visual traits indicate fighting ability in eland antelopes: multiple messages and back-up signals. *BMC Biology* 6, e47.

Bro-Jørgensen J. & Beeston J. (2015): Multimodal signaling in an antelope: fluctuating facemasks and knee-clicks reveal the social status of eland bulls. *Animal Behaviour* 102, 231 – 239.

Caro T. et al. (2014): The function of zebra stripes. *Nature Communication* 5, 3535.

Caro T. (2016): Zebra stripes. University Chicago Press, Chicago.

Castello J.R. (2016): Bovids of the World. Princeton University Press, Oxfordshire.

Cerling T.E. et al. (2003): Diets of East Africa Bovidae based on stable isotope analysis. *Journal of Mammalogy* 84, 456 – 470.

Clausen P.H. et al. (1998): Host preferences of tsetse (Diptera: Glossinidae) based on bloodmeal identifications. *Med. Vet. Entomol.* 12, 169 – 180.

Codron D. et al. (2007): Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. *European Journal of Wildlife Research* 53, 100 – 111.

Ducrest A.L. et al. (2008): Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes. *Trends in Ecology & Evolution* 23, 387 – 395.

Egri A. et al. (2012): Polaritactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes. *Journal of Experimental Biology* 215, 736 – 745.

Groves C. & Grubb P. (2011): Ungulate Taxonomy. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Hayward M.W. (2006): Prey preferences of the lion (*Panthera leo*). *Journal of Zoology* 267, 606 – 614.

Hollander A.L. & Wright R.E. (1980): Impact of tabanids on cattle: blood meal size and preferred feeding sites. *J. Econ. Entomol.* 73, 431 – 433.

- Horvath et al. (2018): Experimental evidence that stripes do not cool zebras. *Nature Scientific Reports* 8:9351.
- How M.J. & Zankler J.M. (2014): Motion camouflage induced by zebra stripes. *Zoology* 117, 163 – 170.
- Jonsson et al. (2014): Speciation with gene flow in equids despite extensive chromosomal plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Doi/10.1073/pnas.1412627111
- Kimura R. (1998): Mutual grooming and preferred associate relationships in a band of free-ranging horses. *Applied Animal Behaviour Science* 59, 265 – 276.
- Larison B. et al. (2015): How the zebras got its stripes: a problem with too many solutions. *Royal Society* 2, 140452.
- Larison et al. (2020): Population structure, inbreeding and stripe pattern abnormalities in plains zebras. *Molecular Biology* 30, 379 – 390.
- Macfadden B.J. (2005): Fossil horses – evidence for evolution. *Science* 307, 1728 – 1730.
- Melin A.D. et al. (2016): Zebra stripes through the eyes of their predators, zebras, and humans. *Plos One* 11, e0145679.
- Orlando L. et al. (2013): Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse. *Nature* 499, 74 – 78.
- Plowman A. (2003): *Ecology and Conservation of Small Antelope*. Filander Verlag, Fürth.
- Proops L. et al. (2009): Cross-modal individual recognition in domestic horses (*Equus caballus*). *Proceedings National Academy of Science USA* 106, 947 – 951.
- Stevens M. et al. (2011): Motion dazzle and camouflage as distinct antipredator defenses. *BMC Biology* 9, 81.
- Stoner C.J. et al. (2003): Ecological and behavioral correlates of coloration in artiodactyls: systematic analyses of conventional hypotheses. *Behavioral Ecology* 14, 823 – 840.
- Vilstrup J.T. et al. (2013): Mitochondrial Phylogenomics of Modern and Ancient Equids. *PLoS ONE* 8(2): E55950. doi:10.1371/journal.pone.0055950
- Welker F. et al. (2015): Ancient proteins resolve the evolutionary history of Darwin's South American ungulates. *Nature*, DOI: 10.1038/nature14249.
- Wilson D.E. & Mittermeier R.A. (2011): *Handbook of the Mammals of the World*. Vol. 2. Hoofed Mammals. Lynx Editions, Barcelona.

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

Stand 05.2021

