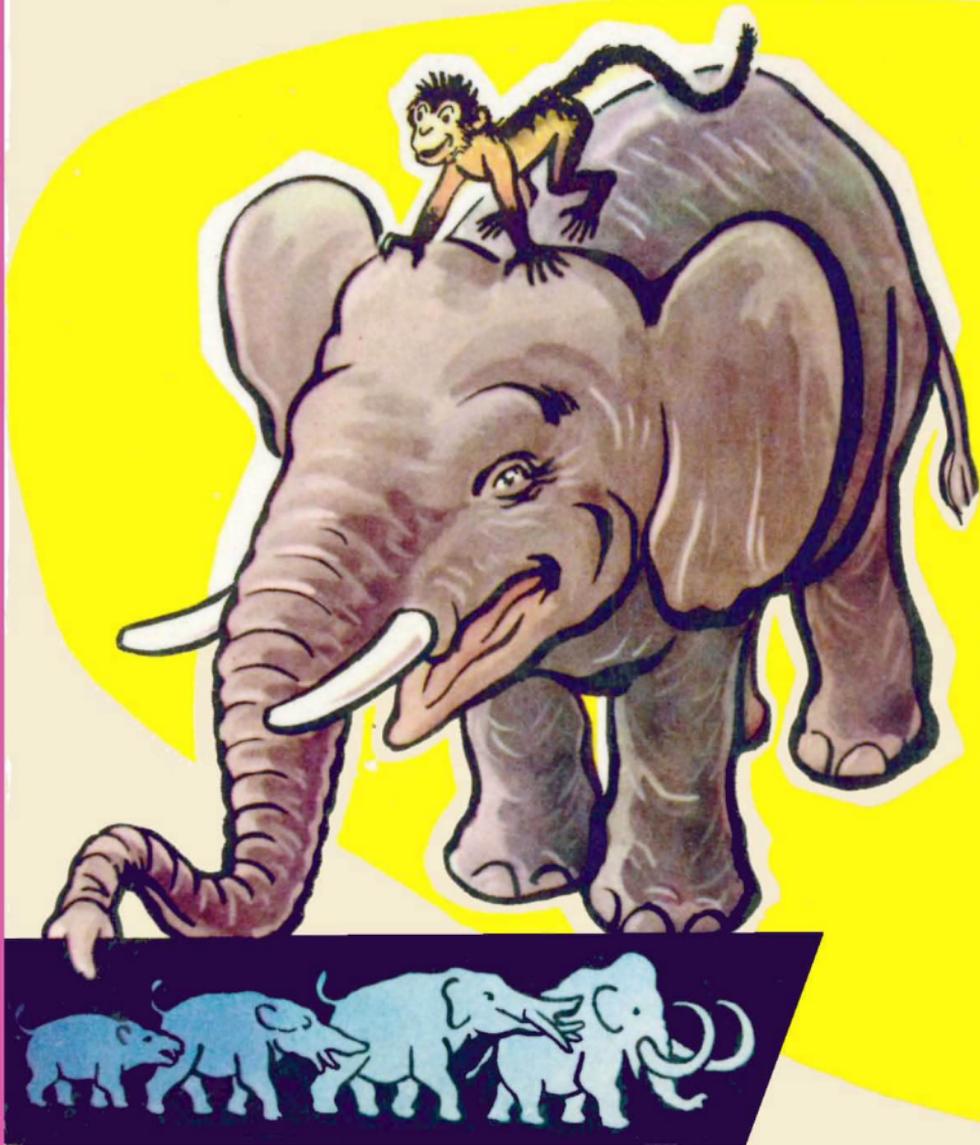


JAN ZABINSKI

Wie der Elefant zu seinem Rüssel kam

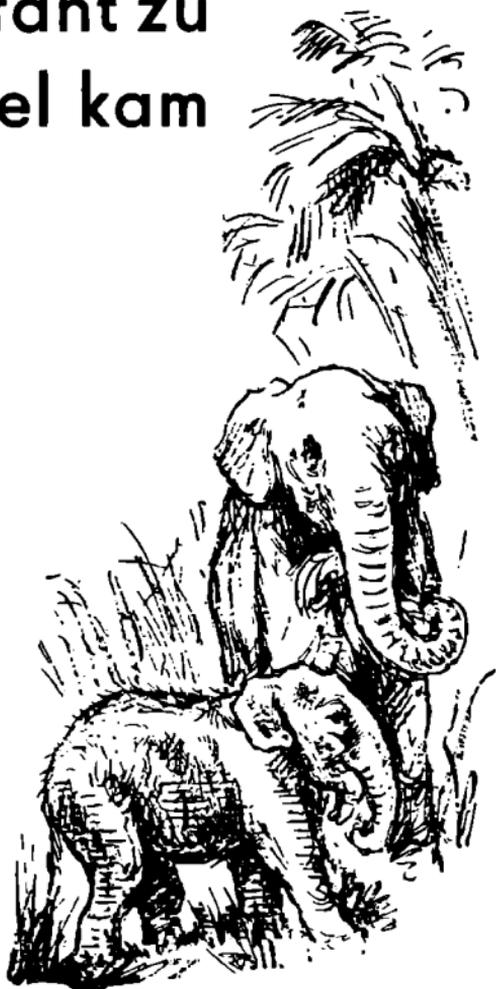




BAND 8

Wie der Elefant zu seinem Rüssel kam

VON JAN ŽABIŃSKI



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Übersetzung aus dem Polnischen
von Elske Däbritz
gekürzte Ausgabe
Titel des Originals:
JAK POWSTAŁA TRABA SŁONIA

Einband und Illustrationen von Helmut Kloss

Alle Rechte vorbehalten. • Printed in the German Democratic Republic
Lizenz-Nr. 304-270/207/61-(15-VII C)
Satz und Druck: Sachsen-Druck Plauen • 3. Auflage
ES 9 F

WO KAMEN DIE ZÄHNE HER?

Es ist nicht gerade angenehm, über die Zähne zu schreiben. Wir verbinden nämlich den Gedanken an sie gewöhnlich mit irgendeinem unangenehmen Erlebnis. An die eigenen erinnern wir uns meistens dann, wenn sie uns schmerzen. Die fremden beschäftigen uns nur, wenn sie sich im Rachen eines Hundes, eines Wolfs oder einer giftigen Schlange befinden – kurz gesagt, wenn wir uns vor ihnen fürchten. Ich behaupte also mit Recht, es ist besser, mit Zähnen überhaupt nichts zu tun zu haben.



Leopard

Aber Scherz beiseite. Der Zahn ist ein sehr eigenartiges Werkzeug und spielt im Organismus eine wichtige Rolle. Wir wollen ihn näher kennenlernen. Bekanntlich ist der Zahn ein Knochengebilde. Wir können also kaum erwarten, Zähne auch bei Tieren zu finden, die in ihrem Körper kein Knochengewebe zu erzeugen vermögen. Obwohl diese Behauptung selbstverständlich klingt, werden wir uns sofort davon überzeugen, daß sie nicht richtig ist.

Zu den niedersten Wirbeltieren gehören zweifellos die Rundmäuler, das sind zum Beispiel die Fluß-, Meeres- und Bachneunaugen. Das Skelett dieser Tiere besteht nur aus Knorpel, daher wird man auch bei ihnen keine Spur von Zähnen finden. Die Hornzähne, mit denen sie sich an Gegenständen festhalten können und die wie eine Säge gekerbt sind, haben mit wirklichen Zähnen nichts gemein.

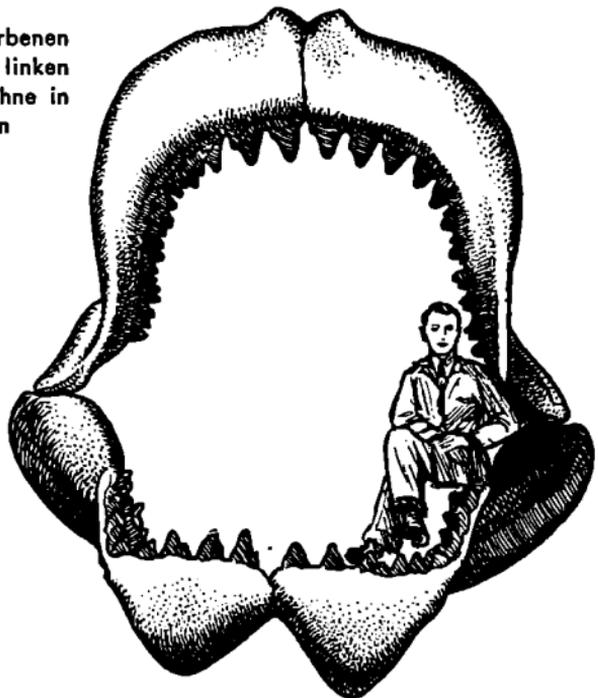
Einer höheren Tierklasse der Wirbeltiere gehören die Haie an, deren Skelett gleichfalls aus Knorpelmasse besteht. Bei ihnen finden wir aber zu unserer Überraschung bereits echte Zähne vor. Die Haie haben zwar wie gesagt ein Knorpelskelett, sie sind aber fähig, in ihrem Organismus Knochengewebe zu erzeugen.

Es sieht beinahe so aus, als widerspräche ich mir. Erst behaupte ich, ein bestimmtes Tier habe nur ein Knorpelskelett und dann gleichzeitig, es könne Knochengewebe erzeugen; denn wenn die Haie

ein derartiges Gewebe produzieren, dann wohl an keiner anderen Stelle als im Skelett. Aber das besteht doch ausschließlich aus Knorpel? Etwas stimmt hier also nicht ...

... nämlich der Gedanke, daß sich Knochengewebe zuerst im Skelett zu bilden begonnen hätte. Die ersten Knochen sind nicht im Skelett entstanden, sondern in der Haut. Erst in der nächsthöheren Tierklasse, bei den sogenannten Knochenfischen, finden wir Verknöcherungen im Achsen skelett. Bisher, also sowohl bei den Haien wie bei den Schmelzschuppen, zu denen unter anderen auch die Störe gehören, bestand es immer noch aus Knorpel. Das „Mißverständnis“ wäre also geklärt.

Gebiß eines ausgestorbenen Riesenhais. Auf der linken Seite sieht man die Zähne in mehreren Reihen stehen



Die Haut der Haie bildet zum Beispiel dünne Knochenplatten in Form von Schuppen. Es ist also nicht sehr verwunderlich, wenn auch im Maul zahnartige Knochengebilde sitzen. Haizähne sehen anders aus als Säugetierzähne.

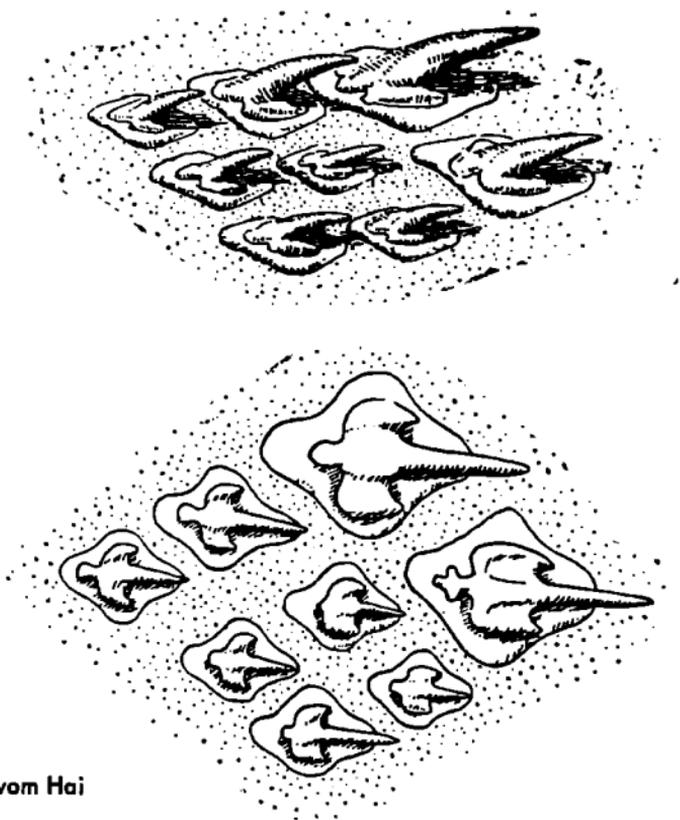
Vor allem braucht der Zahn, wie wir es bei den Haien und sogar bei höheren Knochenfischen beobachten können, nicht am Kiefer angewachsen zu sein. Das ist eine Besonderheit, deren Ursache wir bald kennenlernen werden. Auf jeden Fall stehen diese Zähne in einer knorpligen Masse, die den Kiefern entspricht, und zwar nicht in einer, sondern in mehreren Reihen.

Die erste Zahnreihe steht senkrecht wie ein Zaun und hat die Aufgabe, die Beute zu fangen oder zu halten. Die zweite Reihe, die fast an der gleichen Stelle ansetzt wie die erste, bildet den nächsten Zaun. Sie ragt nicht senkrecht empor, sondern ist schräg nach innen geneigt und besteht aus ein wenig kleineren „Zaunlatten“. Die dritte Reihe, die noch kleinere Zähne besitzt, liegt fast waagrecht. Von der vierten, die unter der vorigen liegt, sind erst Ansätze vorhanden. Diese Einrichtung ist gewiß günstig. Sobald die erste Reihe abgenutzt ist, tritt die zweite Reihe an die Stelle der unbrauchbar gewordenen Zähne. So rückt Reihe auf Reihe nach, und immer neue werden gebildet; denn die Haie wechseln die Zähne das ganze Leben hindurch.

Noch merkwürdigere Zähne leisten sich aber die

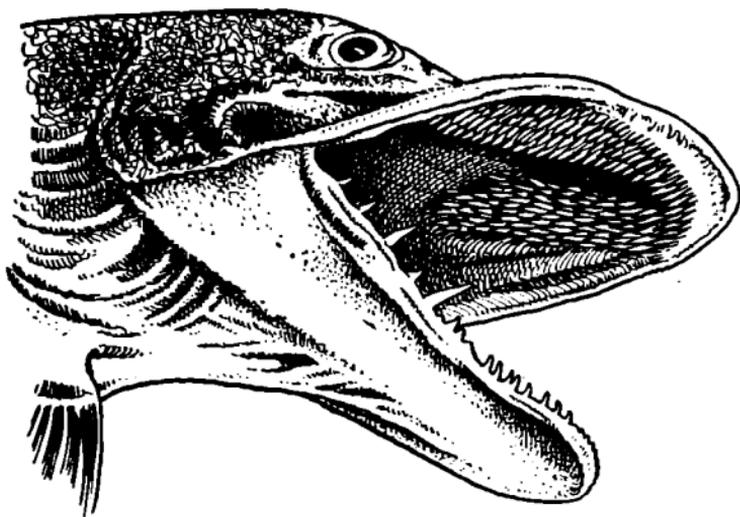
Knochenfische. Beinahe an jedem Knochen der Mundhöhle, ja sogar oben an der Gurgel können wir bei ihnen Zähne finden. Übrigens fallen auch diese aus, und an ihrer Stelle beginnen neue zu wachsen.

Ist es nicht erstaunlich, daß der Zahn bei den Fischen als unabhängiges Gebilde entsteht und nicht (wie man allgemein meint) als Fortsatz eines Knochens oder Knorpels? Die „Selbständigkeit“ des Zahns hat ihre Ursache. Bisher habe ich das Interessanteste von den Zähnen der Haie noch nicht erzählt. Bei diesen finden wir auch an der Außenseite des Körpers Zähne, also: auf der



Schuppen vom Hai

Nase, auf dem Rücken, auf dem Bauch, an den Seiten – mit einem Wort: auf der ganzen Haut. Zugegeben, sie sind zwar klein, aber doch mit dem bloßen Auge zu erkennen. Alle Zähne des Hais – im Maul wie auf der Haut – sind ungewöhnlich scharf. Bei näherem Betrachten finden wir an der Oberfläche einen Überzug aus der härtesten tierischen Substanz, aus der Emaile, dem Zahnschmelz. Das Innere besteht aus einer sehr harten Masse. Jeder Zahn sitzt auf einem Sockel, der in der Haut liegt: Eine breite Knochenplatte, die nichts anderes ist als eine Schuppe. Wir stellen also fest: Die Schuppen des Hais unterscheiden sich von denen aller anderen Fische darin, daß ungefähr aus ihrer Mitte ein scharfer, etwas nach hinten gebogener Dorn ragt, der in seinem Bau dem Zahn gleicht. Ohne Zweifel sind die Hautzähne des Hais mit denen im Maul ganz eng verwandt, nur sind sie etwas kleiner. Die Zähne können also unabhängig von den Kiefern entstehen, weil sie nicht deren Fortsätze sind. Bei manchen Fischen, Amphibien und Reptilien bilden sie mit den Kiefern nur deshalb ein untrennbares Ganzes, weil sie im Laufe der späteren Entwicklung an die Knochen der Mundhöhle angewachsen sind, obwohl sie unabhängig davon aus der Haut entstanden. Damit läßt sich auch die große Anzahl der Zähne erklären, die manchmal wie eine dichte Bürste auf den Knochen der Mundhöhle sitzen.



Rachen eines Hechtes. Neben einzelnen Zähnen, die wie Nadeln aufrecht stehen, besitzt er auch am Gaumen zahlreiche Zähne

Wenn wir nun wissen, daß der Stammbaum des Zahns bei der Fischschuppe beginnt, wird uns klar, weshalb bei anderen Nachkommen der Fische, also bei Amphibien, Reptilien oder Säugtieren, die Zähne an jeder Stelle der Körperoberfläche auftreten konnten. Da jedoch bei vielen Wirbeltieren die Schuppen verschwunden sind, finden wir bei ihnen Zähne nur in der Mundhöhle. Früher dienten sie hauptsächlich zur Verteidigung ihres Besitzers, heute müssen sie außerdem noch die Beute packen und zermalmern.

Es ist überraschend, daß gerade das härteste Werkzeug des Organismus ungewöhnlich leicht umgestaltet werden kann; die Zähne passen sich

im allgemeinen dem mannigfaltigen Speisezettel der Fischgattungen an.

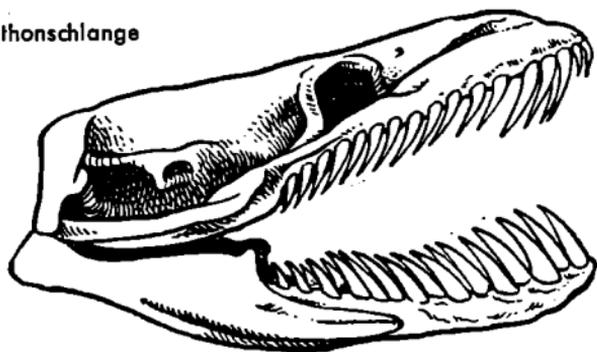
Die einfachsten Zähne besitzen die Raubfische, die ihre Beute – kleinere Fische oder Frösche – unzerkaut verschlucken. Sie sind sehr kurz und zahlreich.

Hechte haben neben vielen kurzen Zähnen auch lange, gewaltige, mit denen die Beute gefangen wird.

Einigen Haien, die sich von Krebsen und Weichtieren ernähren, dienen die scharfen Vorderzähne dazu, die Beute zu fassen oder sie vom Gehäuse loszureißen. Die hinteren dagegen, die flach und breit sind, haben die Aufgabe, die harten Panzer ihrer Opfer zu zermalmern.

Bei den pflanzenfressenden Fischen finden wir Zähne in der Gurgel und in den Kiemen, wo sie an den Kiemenbögen sitzen. Sie sind stumpf, kurz und arbeiten wie Mühlsteine. Den Karpfen zum Beispiel, die auch Pflanzenfresser sind, fehlen die scharfen Zähne an den Kiefern. Sie brauchen diese nicht unbedingt; die Pflanzen fliehen ja nicht vor ihnen und brauchen also nicht festgehalten zu werden.

Schädel der Pythonschlange



Bereits bei den Haien kann man beobachten, daß die Zähne dazu neigen, miteinander zu verschmelzen. Bei den korallenfressenden Fischen ist das bereits geschehen. An beiden Kiefern sind die Zähne zusammengewachsen und bilden einen „Schnabel“, der dem des Papageis ähnlich ist. Allerdings bestehen die Vogelschnäbel bekanntlich aus Horn, während den „Schnabel“ dieser Fische eine dicke Emailleschicht überzieht, die viel härter ist als Horn.

Gehen wir zu den Amphibien über. Bei ihnen können alle Knochen der Mundhöhle mit Zähnen besetzt sein. Oft verkümmern sie jedoch und werden durch sogenannte „Hornzähne“ – eine besondere Verhornung der Oberhaut – ersetzt, die ihrem Ursprung nach mit den Emaillezähnen nichts gemein haben.

Die niedersten Reptilien haben ebenfalls an allen Knochen der Mundhöhle Zähne. Bei den höheren dagegen sind Zähne nur auf den Kiefern vorhanden, doch erst die höchstentwickelten Reptilien, die Krokodile, besitzen für die Zähne besondere Höhlen im Kiefer.

Bei manchen Gattungen, zum Beispiel bei den Schildkröten, verkümmern die Zähne; die Kiefer sind von einer Hornschicht in der Form eines Schnabels überzogen.

Schnabel und Zahnlosigkeit sind auch für die Vögel charakteristisch, obwohl deren Vorfahren – die Urvögel – Reptilienzähne besaßen.

Am meisten haben sich die Zähne der Säugetiere umgewandelt. Wahrscheinlich ist das darauf zurückzuführen, daß diese Tierklasse sich sehr unterschiedlich ernährt. Bei den heute lebenden Amphibien und Reptilien begegnen wir zum Beispiel fast nur noch Fleischfressern. Die Säugetiere sind dagegen Pflanzen-, Fleisch- oder Allesfresser.

Die Schnabeltiere, die zu den niedersten Säugetieren gehören, haben keine Zähne; die Kiefer sind von einem Hornschnabel überzogen, in dem man manchmal Hornzähne sehen kann.

Hinsichtlich der Form und der Anzahl unterscheiden sich die Zähne der Säugetiere beachtlich. Wir kennen drei Gruppen von Zähnen, wobei es in der letzteren noch zwei unterschiedliche gibt. Vorn stehen die Schneidezähne (Incisivi), es fol-

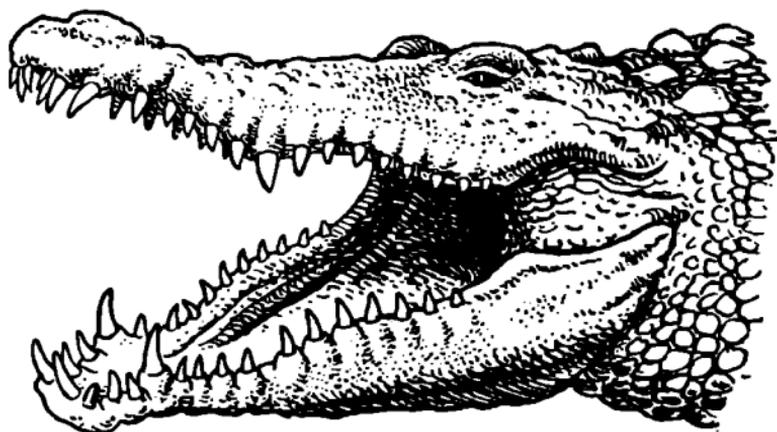


Der Hund als Säugetier hat unterschiedlich gestaltete Zähne . . .

gen die Eckzähne (Canini), die Vorbackenzähne (Prämolaren) und die Backenzähne (Molaren).

„Die guten alten Zeiten“, in denen ein abgenutzter oder ausgefallener Zahn durch einen neuen ersetzt werden konnte, sind bei den Säugetieren vorbei. Bei ihnen findet der Zahnwechsel nur einmal statt, und dann nur bei den Schneide-, Eck- und Vorbackenzähnen, während die Backenzähne nicht erneuert werden. Das erste Gebiß, das meistens bald ausfällt, bezeichnet man als Milchgebiß.

Wie schon gesagt, sind auch der Bau und die Form der Zähne bei den verschiedenen Säugetiergattungen sehr unterschiedlich. Ursprünglich bestand der Zahn aus einem Emaillekäppchen, das ein keilförmiges hohles Gebilde umgab. Im Innern befanden sich Nerven und Blutgefäße, die den Zahn ernährten. Abgeschlossen wurde das



... deutlich ist das schon bei den großen Reptilien zu erkennen

Ganze durch eine knöcherne Schicht, die den Zahn mit dem Kiefer verband. Dieser Teil verlängerte sich bei den Säugetieren sehr stark und drang in den Kiefer ein; er wird als Wurzel bezeichnet. Die Wurzel kann in mehr oder weniger feine Kanäle verzweigt sein. Dünne Blutgefäße durchbohren diese Kanäle und versorgen den Zahn mit Nährstoffen. Allerdings ist die Ernährung nicht ausreichend, um dem Zahn ein ständiges Wachstum zu ermöglichen. Nun gibt es auch noch Zähne, die anders gebaut sind, sie sitzen zwar auch tief im Kiefer, haben aber keine Wurzel. Der untere Teil verzweigt sich nicht, sondern ist weit geöffnet, so daß er von vielen Blutgefäßen versorgt werden kann.

Dieser Zahnform begegnen wir am häufigsten bei den Schneidezähnen.

Sehen wir uns daraufhin einmal die Stoßzähne des Elefanten an, die oft fälschlich als Eckzähne bezeichnet werden und in Wirklichkeit Schneidezähne sind. Sie werden gut ernährt und wachsen auch ununterbrochen. Dadurch erreichen sie beachtliche Ausmaße. Den Schmelzüberzug finden wir aber nur am vorderen Ende, der große Rest des Stoßzahnes besteht aus dem harten, festen Zahnbein, dem Elfenbein, das besonders wertvoll ist.

Etwas anders sehen die Schneidezähne der Nagetiere aus. Auch sie wachsen das ganze Leben hindurch. Die äußere Seite ist mit Zahnschmelz über-

zogen, an der inneren wächst das Zahnbein dauernd nach. Das ist für diese Tiere, die Pflanzen- und Allesfresser sind, sehr wichtig, denn das weiche Zahnbein nutzt sich leichter ab als die harte dünne Emailleschicht. Daher behält der Zahn immer die Form eines Meißels mit einer sehr scharfen Spitze. Ich denke dabei besonders an die Ernährung und Lebensweise des Bibers, der bekanntlich ein sehr geschickter Holzfäller ist. Er benagt die Bäume ringsum, bis sie stürzen.

Bei den Fleischfressern nehmen die Vorbacken- und Backenzähne die Form abgeflachter scharfer Kegel an, bei den Pflanzen- und Allesfressern beginnen sie sich an der Oberfläche zu wölben und gehen schließlich in Leisten über. Dadurch nehmen die Zähne der Pflanzenfresser eine große Oberfläche ein und können wie Mühlsteine arbeiten.

Solche Zähne finden wir bei Pferden, Wiederkäuern und auch bei Elefanten, die allerdings nur einen einzigen großen Backenzahn in jedem Kiefer besitzen. Ist dieser abgenutzt, bildet sich dahinter ein neuer, der nach dem Ausfallen des alten Stummels in Tätigkeit tritt. Bis zu sechsmal kann der Elefant seine Backenzähne erneuern.

Bei den verschiedenen Säugetieren werden einmal diese, dann jene Zähne an Zahl geringer, einmal im Oberkiefer, dann im Unterkiefer.

So unterschiedlich die Zähne auch geformt sind, immer haben sie sich der Ernährung angepaßt.

DIE BAKTERIENFARM IM MAGEN

Schon lange suche ich nach einem guten Beispiel, an dem ich die Aufgaben des Wiederkäuermagens erklären könnte.

Auf den ersten Blick scheint diese Einrichtung für ihren Besitzer nicht sehr bequem zu sein. Was hat so ein Wiederkäuer schon von seinem großen Wanst, in den er nach Belieben eine Menge Futter hineinstopfen kann? Dauernd muß er einen riesigen Packen davon mit sich herumtragen. Und ausgerechnet Pflanzenfresser, die ihr Grünfutter ohnehin in Hülle und Fülle finden können, besitzen dieses Organ.

Für Löwen oder Tiger wäre eine solche Einrichtung notwendiger. Sie können gewöhnlich nur mit Anstrengung ein größeres Tier erjagen: ein Wildschwein, eine Antilope oder einen Hirsch. Gewiß lassen sie nur ungern den Rest des Fleisches den

Wiederkäuer



Geiern und Hyänen, weil im eigenen Magen kein Platz mehr dafür ist. Wer weiß, ob es ihnen morgen oder übermorgen wieder glückt, so viel Fleisch zu erbeuten. Es ist nicht gerade angenehm, wochenlang nur Nagetiere, Frösche, Vögel, ja sogar Insekten fressen zu müssen. Unter diesen Umständen könnte sich ein umfangreicher Verdauungsapparat als günstig erweisen. Andererseits wäre dann das Raubtier auf der Jagd wegen der großen Last in den Därmen nicht so beweglich. Aber sollte nicht ein Wiederkäuer-Magen gerade für fleischfressende Tiere nützlich sein?

Warum sich ein solches Organ ausgerechnet bei den Pflanzenfressern und nicht bei den Raubtieren gebildet hat, wollte ich – wie bereits erwähnt – an einem Beispiel erklären.

Lange fiel mir nichts Passendes ein, bis ich eines Abends an einer großen Ruine vorbeispazierte, deren Mauern gerade von Arbeitern niedergedrückt wurden. Zwei Preßluftmeißel machten einen Höllenlärm. Man bohrte Löcher, schlug Keile ein und stieß große Steinbrocken in die Tiefe. Auf der Straße wurden diese von anderen Arbeitern zerkleinert, auf Wagen verladen und zur Schutthalde gefahren. Nachdem ich eine Weile zugehört hatte, begann ich über das ganze Unternehmen nachzudenken und hielt es schließlich für Zeitvergeudung. Kurz zuvor war ich an einem zerstörten Haus vorbeigegangen, wo man anders gearbeitet hatte. Dort schlugen die Arbeiter mit

einer Spitzhacke geschickt zwischen die Fugen des Mauerwerks, lösten einen Ziegelstein nach dem anderen heraus und warfen sie hinunter. Ihre Kollegen putzten den Kalk ab und stapelten die Steine als Baumaterial für neue Gebäude auf.

„So müßte man auch hier arbeiten“, dachte ich und ging zum Bauleiter, um ihn zu belehren, wie er seine Ruine auf bessere Art abreißen könne . . . Er hörte mich höflich an und antwortete schließlich: „Sie arbeiten bestimmt auf einem anderen Gebiet, und deshalb können Sie auch nicht wissen, daß das Haus, von dem Sie sprachen, mit Kalk-Mörtel gemauert war. Dieses Bindemittel ist nicht sehr fest; deshalb kann man die einzelnen Steine, ohne sie zu beschädigen, ziemlich leicht herauslösen. Glauben Sie mir, wir würden hier auch so arbeiten; wir lassen nicht gern soviel Ziegel umkommen. Bei unserem Haus aber wurde Zement als Bindemittel benutzt. Er wird so steinhart, daß unter den Schlägen des Meißels eher der Ziegelstein platzt, bevor eine solche Fuge nachgibt.“

Zugegeben, ich war sehr beschämt, deshalb fragte ich schon wesentlich kleinlauter: „Könnte man denn nicht eine Flüssigkeit oder etwas anderes erfinden, das die Zementfugen löst oder wenigstens aufweicht? Dann brauchte man die Ziegel doch nicht zu Schutt zu zerschlagen!“

„Aber selbstverständlich, mein Herr, eine solche Erfindung wäre bestimmt sehr nützlich, weil wir

damit viel Zeit und Geld sparen könnten. Bisher hat sie aber leider noch keiner gemacht, und deshalb müssen wir uns plagen.“

Ich verabschiedete mich und ging. Ich bin kein Chemiker – wäre es auch möglich, diesen Einfall zu verwirklichen, dann würde ich nicht der Erfinder sein. Gleichzeitig aber erleuchtete mich wie ein Blitz der Gedanke: Hier hast du das Beispiel, nach dem du so lange suchtest.

Diese Abrißarbeiten zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit den Vorgängen, die sich im Verdauungsapparat der Tiere und Menschen abspielen. Fette, Eiweiß und Kohlehydrate werden ihm zugeführt. Beim Verdauen zerlegt der Körper sie in einzelne „Bausteine“. Danach werden die verarbeiteten Stoffe durch die Darmwände vom Blut aufgenommen, das in unserem Beispiel die Rolle der Transportwagen übernimmt. Es befördert die zubereitete Nahrung zu den verschiedenen Teilen des Körpers, um das organische Gewebe zu ernähren und aufzubauen. Neue Eiweißstoffe, Kohlehydrate oder Fette werden gebildet, die nun dem eigenen Organismus entsprechen. Den Arbeitern mit den Spitzhacken, die die Fugen zwischen den einzelnen Ziegeln sprengen, entsprechen die Fermente, die in den Säften der Verdauungsdrüsen enthalten sind.

Dieser Vergleich leuchtet wohl jedem ein. Um die Ähnlichkeit noch deutlicher herauszustellen, wollen wir genauer beobachten, wie einer der Nähr-

stoffe, die Kohlehydrate, in einzelne Bausteine zerlegt wird.

Ein Kohlehydrat, das wir mit der pflanzlichen Nahrung zu uns nehmen, ist die Stärke. Sobald ein Bissen in unsere Mundhöhle gelangt, beginnt die Verdauung. Im Speichel ist ein Ferment – das Ptyalin – enthalten. Dieses zersetzt die „Fugen“, die die einzelnen Bausteinchen der Stärke zusammenhalten. So entsteht aus der für uns zunächst unbrauchbaren Stärke ein Zucker, den unser Körper verarbeiten kann. Nebenbei gesagt: Wenn das Ptyalin des Speichels die gesamte Stärke nicht im Munde zersetzt, vollenden andere Fermente die Arbeit. Unmittelbar hinter dem Magen, im Zwölffingerdarm und auch in weiteren Teilen des Darmes, trifft der Speisebrei noch auf zwei weitere, ein wenig andersgeartete Fermente. Sie werden von der Bauchspeicheldrüse und vom Darmsaft geliefert und wirken ebenso wie das Ptyalin. Daher finden wir in den Speiseresten, die den gesamten Verdauungsweg durchlaufen haben, also im Kot, fast keine Stärke mehr. Sie ist, in Traubenzucker verwandelt, durch die Darmwände ins Blut gelangt.

Bekanntlich besitzen die Pflanzen ein anderes Kohlehydrat in noch viel größeren Mengen als die Stärke: die Zellulose. Soweit es ihre Bausteinchen, die Moleküle, betrifft, unterscheidet sie sich nicht von der eben erwähnten Stärke. Nur sind bei den Zellulosemolekülen die einzelnen Ele-

mente, aus denen die Zellulosemoleküle bestehen, anders zusammengesetzt.

Und darin liegt der Haken. So wie wir in unserem Maurerbeispiel bis heute auf das Zementbindemittel nicht einzuwirken vermögen, daß sich die einzelnen Ziegel herauslösen lassen, ohne dabei zerstört zu werden – so erzeugt weder der tierische noch der menschliche Organismus ein Ferment, das die Zellulose in Traubenzucker zerlegen könnte. Daraus ergibt sich ein sonderbarer Zustand. Zwei Stoffe bestehen aus den gleichen Bausteinen, aus Glukosemolekülen, die für unseren Körper sehr wertvoll sind. Nur einer wird vollkommen verwertet, weil er sich sehr leicht zerlegen läßt. Von dem anderen dagegen hat der Organismus keinen Nutzen, weil er ihn nicht verarbeiten kann.

Es ist so, als bekämen wir zwei verschiedene Konservendosen geliefert; beide enthalten das gleiche Fleisch. Die erste ist leicht zu öffnen, die andere ist so verschlossen, daß wir ihr mit unseren Werkzeugen nicht beikommen können.

Für einen Schiffbrüchigen auf einer menschenleeren Insel wäre die erste Büchse ein wertvoller Nahrungsvorrat, die andere nützte ihm nicht mehr als ein gewöhnlicher Stein.

Zweifellos können wir uns mit Mehl, Kartoffeln, Klößen oder Brot ernähren und sogar sättigen, weil das Stärkeprodukte sind. Wie groß wäre aber die Empörung, wenn ich meine Leser nach

einem längeren Spaziergang mit einer Portion Makkaroni aus Hanf überraschen würde, die dazu mit Sägespänen bestreut wären, und wenn ich zum Nachtsch Törtchen aus einer alten Zeitung servierte, die mit Häcksel fein verziert sind.

Ohne die Frage des Geschmacks zu berühren: Die Menge an Traubenzucker, die man ohne besondere chemische Umwandlung aus diesen Produkten gewinnen könnte, wäre nicht geringer als aus der gleichen Menge Kartoffelmehl (selbstverständlich ist hier die Gewichtsmenge gemeint). Das Unglück ist nur, daß jene Produkte überwiegend Zellulose enthalten, und unsere Verdauungssäfte nicht in der Lage sind, diese aufzulösen.

„Wenn also kein Lebewesen Fermente besitzt, die die Zellulose zersetzen könnten, wozu reden wir noch darüber?“

Es gibt Fermente, die Zellulose zersetzen. Solche Fermente besitzen alle Pflanzen, die Zellulose in ihrem Organismus erzeugen. Sie bilden daraus dicke oder dünne Zellwände. Notfalls können sie jedoch diese Wände wieder auflösen und in Traubenzucker verwandeln. So leitet die Pflanze die Kohlehydrate dem ganzen Organismus zu und bildet sie an einer neuen Stelle, je nach Bedarf, wieder zu Zellulose um.

Auch einige Bakterienarten verfügen über ein Ferment, mit dem sie die Zellulose ausgezeichnet abzubauen vermögen. Nur viele Tiere, besonders die höheren, können damit nicht fertig werden.

Unzählige Wirbeltiere nähren sich jedoch seit Millionen Jahren von Pflanzen und verzehren dabei – kurz gesagt – größere oder kleinere Mengen Zellulose.

Wie haben sie sich an ihre Lebensbedingungen angepaßt, wie verarbeitet der Körper die Nahrung?

Der Organismus kann die verschiedensten Mittel wählen, um das erwünschte Ziel zu erreichen. Am einfachsten wäre in diesem Falle, der Organismus lernte es, im eigenen Körper ein Ferment zu erzeugen, das die Zellulose auflöst. Für die tierischen Organismen ist das aus uns noch nicht bekannten Gründen ungewöhnlich schwer, sogar undurchführbar. Aber sie helfen sich anderweitig. Sind die eigenen Zellen nicht in der Lage, jenes Ferment herzustellen, so zwingen sie fremde Zellen dazu, die diese Aufgabe spielend leicht bewältigen können.

Statt der „Fabriken“, die die Tiere in ihrem Körper errichten müßten, um die Zellulose selbst umzuwandeln, legen sie in ihrem Organismus eine Art „Farmen“ an, in denen Bakterien „gezüchtet“ werden. Sie nehmen dem Körper die schwierige Arbeit ab. Diese kleinen Lebewesen lieben Feuchtigkeit und Wärme; beides finden sie ausreichend im Innern des Körpers.

Betrachten wir den Bau des Verdauungsapparates beim Menschen oder beim fleischfressenden Tier, dann stellen wir fest, daß dicht unterhalb

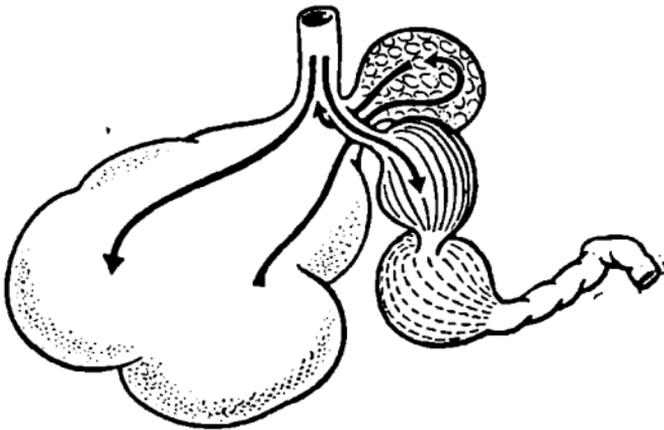
der Speiseröhre ein ziemlich umfangreiches Organ, der Magen, sitzt. Dort wird der Magensaft erzeugt, der Salzsäure enthält. Sie verhindert, daß mit der Nahrung aufgenommene Mikroorganismen, unter denen viele Krankheitserreger sein können, in den Darm gelangen. Demnach muß die Bakterienfarm, die das zellulosezersetzende Ferment erzeugt, bei den Pflanzenfressern bereits vor dem Magen und dessen zerstörenden Säften eingerichtet sein.

So ist es auch.

Bei den meisten Paarhufern, die bekanntlich ausgesprochene Pflanzenfresser sind, beginnt sich der untere Teil der Speiseröhre kurz vor der Magenöffnung zu erweitern, sogar sehr stark. Bei der Kuh bildete sich beispielsweise ein Sack von beträchtlichen Ausmaßen; sein Volumen beträgt fast hundert Liter oder zehn Eimer Wasser.

Dieser Sack, in dem sich die zellulosespaltenden Bakterien befinden, wird als Pansen bezeichnet. Dorthin gelangt die frische, nur wenig zerkleinerte Pflanzenmasse. Auf die erwärmten Zelluloseteilchen stürzen sich die Bakterien, die sich in dem feuchten warmen Pansen ausgezeichnet entwickeln können. Mit den von ihnen erzeugten Fermenten zersetzen sie die hartnäckigen Kohlehydrate.

Nach dieser Arbeit wandern die Bakterien mit der bereits aufgelösten Masse der Zellulose durch den Netzmagen in das Maul, und hier wird die



Wiederkäuer-Magen. Der Pansen ist ein Sack von beträchtlichem Ausmaß

Nahrung „wiedergekaut“. Der nunmehr gründlich zermalmte Brei gelangt in den Blättermagen, von dort direkt in den eigentlichen Magen, den Labmagen, und dann in den Darm des Wiederkäuers. Zusammen mit dem aus der Zellulose erzeugten Traubenzucker werden die Bakterien von ihrem Wirt verdaut.

Im Pansen bleiben noch Millionen Bakterien übrig. Unter den dort herrschenden günstigen Bedingungen vermehren sie sich sehr schnell. Dadurch bleibt die nützliche Bakterienkultur erhalten, mit deren Hilfe manche Wiederkäuer, wie beispielsweise das Kamel oder das Rind, jahrelang von gewöhnlichem Stroh leben können.

Wir wollen also dem Wissenschaftler vorbehaltlos zustimmen, der die Bakterien im Pansen scherzhaft als „zusätzliche Verdauungsdrüse“ der Wiederkäuer bezeichnete.

WIE DER ELEFANT ZU SEINEM RUSSEL KAM

Eine der ungewöhnlichsten „Nasen“, denen wir im Tierreich begegnen, ist der Rüssel des Elefanten; ein eigenartiges Gebilde, dem man nur bei zwei Tiergattungen – dem indischen und dem afrikanischen Elefanten – begegnet.

Wir wollen untersuchen, wie der Elefant zu seinem Rüssel kam. Dazu stellen wir zunächst fest, ob man bei seinen heute lebenden nächsten Verwandten der Neigung begegnen kann, die Nase zu verlängern. Dann werden wir unser Augenmerk auf die Vergangenheit richten und die Paläo-Zoologen bitten, uns an Hand der Ausgrabungen zu erklären, wie die Vorfahren des Elefanten ausgesehen haben. Besaßen diese bereits einen Rüssel oder mußten sie mit einem gewöhnlichen Säugetiermaul zufrieden sein?

Vor allem aber wollen wir ermitteln, was dieser Rüssel darstellt und welche Kopfteile bei anderen Säugetieren ihm entsprechen, die mit einem ähnlichen Schmuck nicht aufwarten können.

Jeder, der den Elefanten – wenn auch nur vom Foto her – kennt, weiß: Am Ende des langen Rüssels sind zwei Nasenlöcher, die eindeutig darauf hinweisen, daß diese Röhre eine verlängerte Nase ist. Das kann uns jeder bestätigen, der badende Elefanten beobachtet hat. Oft taucht der riesengroße Körper samt dem Kopf in den Fluten unter, nur das Ende des Rüssels ragt heraus und

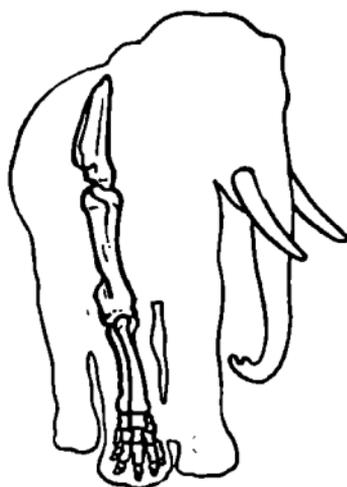
versorgt das Tier durch die Nasenlöcher mit Sauerstoff.

Habt ihr schon einmal gesehen, daß eine Nase unmittelbar am Kiefer liegt und an die Unterlippe anschließt? Wohl kaum! Aber beim Elefanten ist es so. Der Rüsselansatz ist der obere Deckel der Mundöffnung. Es handelt sich offensichtlich beim Rüssel um eine veränderte Nase sowie um eine umgebildete Oberlippe.

Wie sieht das bei den Verwandten des Elefanten aus? Hier stoßen wir auf die erste Schwierigkeit: Welche Tiere sind das?

In der Schule habt ihr die einzelnen Familien der Säugetiere kennengelernt. Die Gestalt und die Größe des Elefanten, die ledrige Haut und der eben erwähnte Rüssel sind sehr eigenartig, und man findet ähnliches kaum oder auch gar nicht bei anderen Gattungen. Es ist also schwer zu sagen, mit welchen Tieren die Elefanten wirklich verwandt sind.

Erst genaue Untersuchungen erlaubten den Wissenschaftlern festzustellen, daß der Elefant zu den Huftieren gehört. Seine scheinbar zehenlosen Füße besitzen in Wirklichkeit – betrachten wir das Skelett – die Knochen aller fünf Zehen, nur sind sie von dicker Haut umschlossen, aus der verhältnismäßig kleine hufartige Hornplatten hervorragen. Der Elefant gehört also zu einer Urform der Huftiere, bei der sich die Zehen nicht rückbildeten wie bei Paarhufern und Unpaarhufern.



Deutlich ist zu erkennen, daß der Elefant die Knochen aller fünf Zähne besitzt

Nun wissen wir ungefähr, wo wir den Elefanten einzuordnen haben.

Welche Huftiere sind dem Elefanten am nächsten verwandt?

Hier erwartet uns eine Überraschung, über die wir beinahe lächeln könnten. Vielleicht habt ihr schon von einigen komischen Filmen der Vorkriegszeit gehört, in denen zwei Schauspieler, Pat und Patachon, zusammen auftraten, von denen der eine groß und der andere klein war. Wir lachen auch noch bis zum heutigen Tage über den langen Don Quichote, der mit dem kleinen Sancho Pansa auf Abenteuer ausging. In unserem Falle stellt es sich heraus, daß die größten der auf dem Lande lebenden Huftiere nicht mit dem Pferd, dem Rind oder der Giraffe, sondern mit

dem winzigen Klippschliefer am nächsten verwandt sind.

Die Klippschliefer bewohnen Afrika, Arabien und Palästina; sie ernähren sich von Pflanzen. An den Vorderbeinen sitzen vier, an den Hinterbeinen drei Zehen und an jeder Zehe so etwas wie ein Huf. Daran wäre nichts Außergewöhnliches, wenn unser Klippschliefer nicht so klein wie ein Meer-



So klein ist der Klippschliefer, der nächste lebende Verwandte des Elefanten

schweinchen oder ein Kaninchen wäre und auch im Aussehen an ein Nagetier erinnerte.

Bei diesen Zwergen besteht nicht die Neigung, die Oberlippe oder die Nase zu vergrößern.

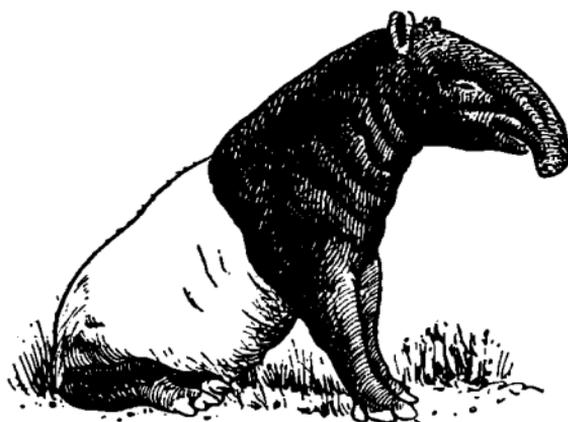
Bei den entfernteren Vettern des Elefanten, vor allem bei den Tapiren, können wir derartige Anzeichen feststellen.

Diese nahen Verwandten des Pferdes bewohnen weit voneinander entfernte Gebiete der Erdkugel: Indien und Südamerika.

Bei beiden Gattungen – besonders beim indischen Tapir – ist das Maul rüsselartig verlängert. Die obere Partie, also Nüstern und Oberlippe, ragt weit hervor und hängt, von den Knochen des Gesichtsschädels nicht gestützt, wie eine Miniaturausgabe des Elefantenrüssels herab.

Zwei weitere Beispiele finden wir bei den Paarhufern, nämlich bei den Saiga-Antilopen, der einzigen Antilopenart, die noch in geschichtlicher Zeit Europa bewohnte, sowie beim Elch.

Man kann selbstverständlich bei beiden nicht von einem Rüssel sprechen. Er ist nicht einmal so aus-



Beim Schabracken-Tapir ist das Maul rüsselartig verlängert

geprägt wie beim Tapir. Aber auch hier ist der Nasenteil des Mauls stark vergrößert und verleiht der Saiga-Antilope wie auch dem Elch das ihnen eigene Profil.

Wenn ich hier diese Säugetiere erwähne, die nur wenig an den Elefanten erinnern und nur in geringem Maße rüsselähnliche Umbildungen aufweisen, dann geschieht das nicht ohne bestimmte Absicht. Viele mögen sich darüber wundern, warum ich soviel Platz für die Frage verwende, wie der Elefantenrüssel entstanden sein könnte. Im allgemeinen stellt man sich das so vor: Durch bestimmte Reize, die jahrhundertlang auf mehrere Generationen einwirkten, begannen sich bei einer der ursprünglichen Arten der Huftiere die Nase und die Oberlippe zu verlängern, bis sie solche Ausmaße erreichten, wie wir sie heute beim Elefanten beobachten.

So kann man sich die Entwicklung nur vorstellen, wenn man mit der Natur wenig vertraut ist und vergißt, daß jeder lebende Organismus ein einheitliches Ganzes darstellt. Ich möchte ein Beispiel anführen.

Jemand besitzt ein kleines Reiseflugzeug und will auf der rechten Tragfläche eine Kabine anbringen, die er für eine Expedition dringend braucht, um dort Lebensmittelvorräte unterzubringen. Die zusätzliche Anlage soll keine Spielerei sein, sondern sie ist wirklich notwendig. Aber der Flugzeugbau-Ingenieur lehnt den Anbau ab und behauptet, er sei von der Konstruktion her unmöglich.

Aber warum? Ganz einfach. Das Flugzeug könnte sich so nicht in der Luft halten.

Warum nicht? Die zulässige Belastung wird nicht überschritten!

Der Konstrukteur wird sagen: „Hier geht es nicht um das Gewicht des Ganzen, sondern um das gleichmäßige Verteilen der Ladung. Das Flugzeug muß in der Luft Gleichgewicht halten, man darf es nicht ohne weiteres auf einer Seite stark belasten. Wenn auf dem rechten Flügel unbedingt eine Kabine angebracht werden soll, dann muß man das Flugzeug umbauen und auch das Gewicht auf dem linken Flügel entsprechend ausgleichen. In diesem Falle wird man einen stärkeren Motor einbauen und dann wiederum den Rumpf verlängern müssen. In einem Flugzeug ist jede konstruktive Einzelheit so genau auf die andere abgestimmt, daß bei jeder Veränderung eines Einzelteils auch die anderen Teile entsprechend angepaßt sein müssen, um das Gleichgewicht des Ganzen wiederherzustellen.“

Der Aufbau der tierischen Organismen erinnert an die eben geschilderten Verhältnisse. Alle Organe sind voneinander abhängig.

Verändert sich eines, müssen sich auch die anderen mehr oder weniger umwandeln, bis Harmonie und Gleichgewicht wiederhergestellt sind.

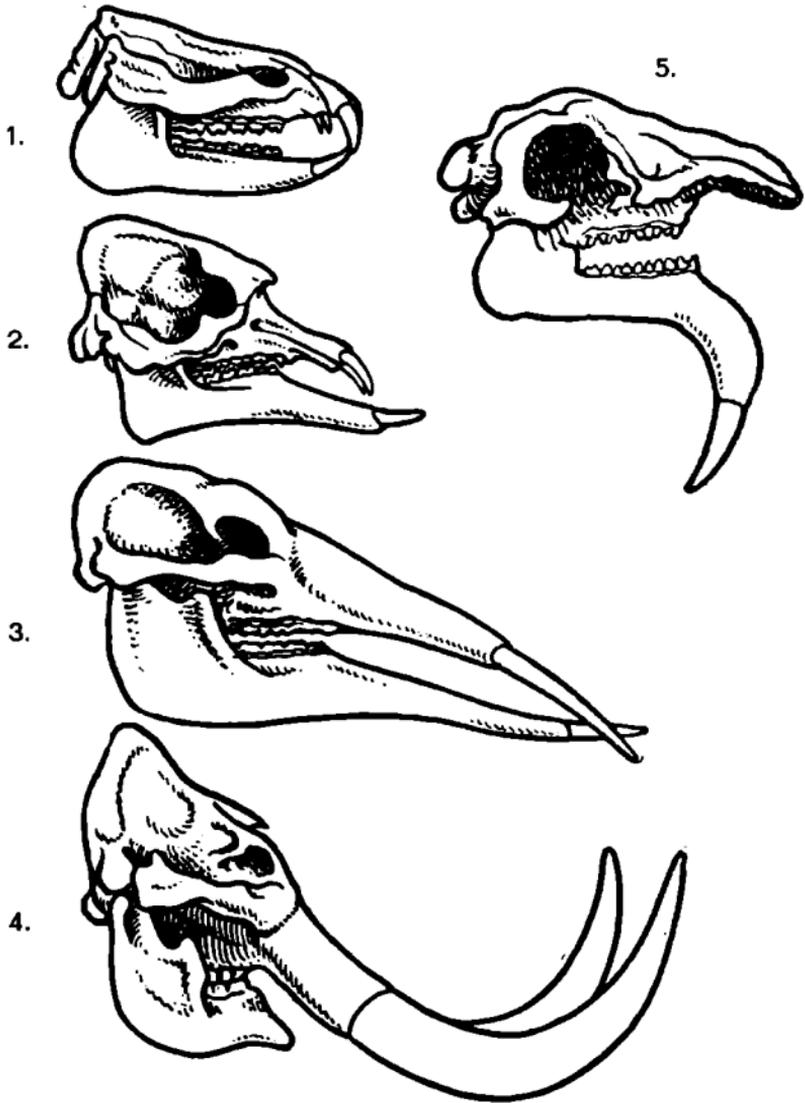
Unter dem Einfluß der Reize, die von außen her auf die Organismen einwirken, beginnen sich ab und zu Umgestaltungen zu vollziehen. Aber es bildet sich nicht gleich ein fertiges Organ, wenn in einer bestimmten Lage beispielsweise eines in

der Art des Rüssels notwendig sein sollte. Die Veränderungen gehen eher in den verschiedensten Richtungen vor sich, als probiere der Organismus mehrere Anpassungsmöglichkeiten aus. Erst das Leben verwirft diese oder jene Form, die für das Bestehen in einer bestimmten Umgebung unbrauchbar ist. So verschwindet eine neue Form manchmal kurz nachdem sie erscheint. Eine andere dagegen überdauert Zehntausende Jahre, bis sie sich eines Tages als schlecht erweist und einer neueren weicht, der es besser gelingt, sich an die Umwelt anzupassen.

Ein gutes Beispiel dafür sind die vor einem halben Jahrhundert erforschten Verhältnisse bei den Vorfahren der Elefanten.

Vor vielen Millionen Jahren lebte ein Tier mit sehr kurzem Hals, das etwa so groß wie ein Wildschwein war und wie dieses in sumpfigen Wäldern hauste. Dieses Tier besaß keine richtigen Hauer. Dagegen ragten aus seinem Maul zwei Schneidezähne weit hervor, die wie Stoßzähne wirkten. Es besaß auch keinen Rüssel, höchstens einen kleinen Ansatz dazu. Ein solcher Körperteil wäre auch nicht unbedingt notwendig gewesen; das Tier konnte bei seiner geringen Körperhöhe leicht den Boden erreichen und nach Nahrung wühlen. Die Wissenschaftler nennen dieses Tier „Moeritherium“.

Millionen Jahre später stampfte ein anderer Vertreter der gleichen Tierfamilie durch die Urwäl-



Entwicklung der Rüsseltiere: 1. Moeritherium, 2. Palaeomastodon, 3. Bunolophodon, 4. Mammut, 5. Dinotherium

der. Er erreichte schon die Größe eines Nashorns, wies bereits einen beachtlichen Rüssel auf, und aus seinem Ober- und Unterkiefer ragten lange Schneidezähne hervor. Man gab ihm den Namen „Palaeomastodon“.

Nun wissen wir zwar, wie beim Moeritherium und beim Palaeomastodon die Zähne aussahen. Das ist verständlich, weil in den gefundenen Schädeln sicher die Zähne erhalten geblieben sind. Wie können wir aber feststellen, ob das Tier einen Rüssel besaß oder nicht? Ein Rüssel ist ein ausgezeichnetes Greiforgan. Er besteht aus vierzigtausend Muskelbündeln, die eng von Nerven durchzogen sind; aber was ist davon im Laufe der zwanzig oder dreißig Millionen Jahre, die uns von der Zeit trennen, in der das Tier lebte, übriggeblieben?

Diese Frage ist leicht zu beantworten.

Durch übermäßigen Ausbau jener Weichteile am Kopf werden die Nasenknochen zurückgebildet. Das können wir beim Elefanten, bei der Saiga-Antilope, beim Tapir und auch beim Elch feststellen. Es handelt sich hierbei um wechselseitige Beziehungen zwischen den Organen. Je nachdem, wie sich der Nasenknochen zurückbildete, läßt sich ziemlich sicher erkennen, wie groß die Nase oder der Rüssel des Tieres gewesen sein muß.

Die Nachkommen des Moeritheriums und des Palaeomastodons, die sogenannten Mastodonten, verbreiteten sich von Afrika aus über alle Konti-

nente unserer Erde mit Ausnahme von Australien. Dabei veränderten sich innerhalb der Gattungen eine Reihe von Merkmalen.

Bei den einen wuchsen aus dem Ober- und Unterkiefer je zwei lange Schneidezähne heraus; man bezeichnet sie oft fälschlicherweise beim Elefanten als Eckzähne. Bei anderen verkümmerten mitunter die Zähne im Unterkiefer, während die im Oberkiefer immer länger wurden.

Beim „Dinotherium“ dagegen, einem Zeitgenossen des Palaeomastodons, verkümmerten die oberen Stoßzähne, und es entwickelten sich am Unterkiefer mächtige nach unten gebogene Schneidezähne. Dieses riesenhafte Tier war eineinhalbmal so groß wie der Elefant. Es hatte einen beachtlichen Rüssel, der ihm bei seiner Körpergröße sehr nützlich war. Die Dinotherien sind schon vor etwa zwei Millionen Jahren ausgestorben.

Merkwürdig veränderte sich auch der Kiefer mehrerer Rüsseltiergattungen, die übrigens nicht lange existierten. So wie sich der Rüssel ausdehnte, verlängerte sich auch der Unterkiefer. Das Maul sah dadurch wie ein langer Schnabel aus, bei dem der obere weiche Teil auf dem ausgedehnten dünnen und schmalen Unterkiefer wie auf einem Lager ruhte.

Bei den meisten Mastodonten vollzog sich jedoch der Prozeß in umgekehrter Richtung: Der Kiefer wurde nicht verlängert, sondern verkürzt. Bei den heutigen Elefanten, die sich aus den Mastodonten

entwickelt haben, können wir beobachten, wie stark Kiefer und Gesichtsschädel verkürzt sind. Bekanntlich findet auf jeder Seite nur je ein Backenzahn Platz. Also ist die beachtliche Länge des Elefantenrüssels auf zwei verschiedene Vorgänge zurückzuführen: Einerseits verlängerten sich die Weichteile der Nase und der Lippe im oberen

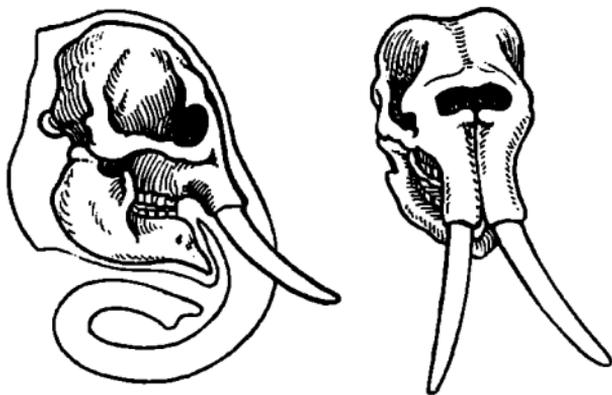


Das Dinotherium war größer als der Elefant

Teil des Maules, andererseits verkürzte sich der Kiefer.

Die Menschen des Altertums hielten die Elefantenschädel, die man in Europa häufig finden konnte, wegen ihrer Form für Knochen von Riesenmenschen. Da man die große gähnende Nasenöffnung – hervorgerufen durch die zurückgebildeten Nasenknochen in dem kugelförmigen Schädel – für ein einziges Augenloch in der Mitte des Schädels hielt, dachte man, dieser gewaltige Riese habe nur ein Auge besessen. So entstanden damals viele Sagen, zu denen auch die vom Zyklopen Polyphem aus der Odyssee, dem Heldenlied des griechischen Dichters Homer, gehört.

Wie kamen Elefantenschädel nach Europa? Diese Tiere leben doch in warmen Ländern. Heute ist das so; vor Jahrtausenden lebten jedoch die Vorfahren der Elefanten auch in unseren Breitengraden.



Elefantenschädel von der Seite und von vorn

Wie gesagt, breiteten sich die Mastodonten, die ursprünglich Afrika bewohnten, fast über die ganze Erde aus.

Ein Teil sind die Vorfahren der heutigen tropischen Elefanten, ein anderer die Väter der Elefanten, die im gemäßigten Klima lebten, der Mammuts. Zahlreiche Überreste dieser Tiere hat man im Raum von Sibirien gefunden. In den letzten zwanzig Jahren konnten dort die Stoßzähne – das Elfenbein – von nicht weniger als fünfzigtausend Mammutskeletten gesammelt und industriell genutzt werden.

Die Mammuts sind bereits in frühhistorischen Zeiten ausgestorben. Ähnlich erging es ihren Vorfahren, den Mastodonten, auf die noch die Ureinwohner Südamerikas Jagd machten.

Von der reichen Familie der Rüsseltiere ist also wenig übriggeblieben; und die beiden Elefantengattungen, die heute leben, hat man bis zur jüngsten Zeit in erschreckender Weise verringert. Allein im Jahre 1920 wurden 80 000 afrikanische Elefanten getötet. Man hat zwar Schutzmaßnahmen ergriffen, weiß jedoch nicht, ob es gelingen wird, die Tiere vor dem Aussterben zu bewahren; denn der indische Dschungel und die afrikanischen Urwälder, die Heimat der Rüsseltiere, werden immer kleiner.

Es kann sein, daß hier ähnlich wie bei den Bisons eine zweckmäßige Zucht das Aussterben verhüten wird. Den indischen Elefanten versucht man be-

reits als Haustier zu züchten. Auch der afrikanische Elefant, der schwer zu zähmen ist, läßt sich mit der Zeit zu einem Nutztier erziehen.

WO FÄNGT DER SCHWANZ DER SCHLANGE AN?

In Biologielehrbüchern lesen wir, der Körper eines Wirbeltiers bestehe aus vier Hauptteilen: dem Kopf, dem Rumpf, dem Schwanz und den Gliedmaßen. Manche Tiere besitzen zwischen Kopf und Rumpf noch den Hals.

Einzelne Körperteile können verkümmern: Manche Eidechsen und die Schlangen besitzen nicht einmal eine Spur von Beinen.

Es gibt wohl niemand, der den Kopf nicht von den Gliedmaßen unterscheiden könnte oder etwa die Lenden mit dem Schwanz verwechselte. Sogar beim Elefanten, den ein Forscher scherzhaft als ein Wesen mit zwei Schwänzen bezeichnete, würde niemand den Rüssel mit dem Schwanz gleichsetzen. Aber nicht in allen Fällen ist das so klar.

Ich hörte einmal ein Kind fragen: „Mutti, hat die Schlange einen Schwanz?“ Worauf die Mutti nach einigem Überlegen entschieden antwortete: „Selbstverständlich, alle Schlangen haben Schwänze.“

Das ist schnell gesagt, aber man muß solche Antworten gründlicher erläutern, wenn sie richtig

verstanden werden sollen. Wie kann man bestimmen, wo der Körperteil Schwanz beginnt? Bei den Säugetieren ist das ja einfach. Am Rumpf hängt ein dünner Auswuchs; man kann schon auf Grund der unterschiedlichen Stärke die Grenze zwischen beiden Körperteilen feststellen.

Wie ist es aber bei der Schlange, deren Rumpf allmählich dünner wird und bei der man den Übergang vom Rumpf zum Schwanz nicht sehen kann?

Für den Fisch trifft dasselbe zu. Wo ist hier der Schwanz? Ist es nur die Flosse am Ende des Körpers, oder gehört noch mehr dazu? Gibt es überhaupt ein Merkmal, nach dem man die Grenze zwischen Rumpf und Schwanz festlegen kann?

Viele werden sagen: Ein solches Merkmal sind die hinteren Gliedmaßen: bei dem Fisch die hinteren paarigen Flossen, bei den auf dem Lande lebenden Wirbeltieren die Hinterbeine.

Wir könnten so unser Thema abschließen, wollen jedoch überlegen, ob diese Antwort nicht in manchen Fällen, besonders wenn es sich um die Schlangen handelt, zu Widersprüchen führt. Alles stimmt sehr schön, wenn wir eine Kaulquappe, eine Eidechse, einen Hund, eine Maus oder einen Tiger in Betracht ziehen. Aber was machen wir bei Fischarten, die keine Bauchflossen besitzen, oder bei den Walen?

Die Fische können ihre Körperform leicht verändern. Einzelne Organe lassen sich ohne beson-

dere Schwierigkeiten an andere Körperstellen verlagern. Ich erinnere an die Flunder, deren zweites Auge allmählich auf die obere Seite des Kopfes gewandert ist.

Die Bauchflossen, die uns die Stelle zeigen sollten, an der der Schwanz beginnt, haben sich bei manchen Fischgattungen nach vorn geschoben. Als Beispiel führe ich den Barsch an. Betrachtet ihn auf einem Bild bitte einmal näher. Würden wir, wie vorgeschlagen, alles zum Schwanz zählen, was sich hinter den Bauchflossen befindet, dann gehörten bei diesem Fisch drei Viertel der Gesamtlänge dazu. Auch die Bauchhöhle mit ihren Organen läge dann in diesem Körperteil. Es gibt auch Fische, bei denen die Bauchflossen sogar vor die Brustflossen gewandert sind.

Sollten diese Beispiele noch nicht überzeugend genug sein, dann schaut euch den ersten besten Vogel an, zum Beispiel einen Hahn oder eine Henne. Rechneten wir bei ihnen alles zum Schwanz, was von den Beinen ab nach hinten zum Körper gehört, dann müßten wir einen beachtlichen Teil des Rumpfes dazu zählen.

So können wir also nicht vorgehen, wenn wir den Anfang des Schwanzes bestimmen wollen. Wir müssen uns nach einem neuen Merkmal umsehen. Ein anderes kann sehr wesentlich sein: der Ausgang des Verdauungswegs. Bei allen Tieren, in erster Linie natürlich bei den Wirbeltieren, befinden sich die Verdauungsorgane und die mit ihnen

verbundenen Drüsen, die Leber und die Bauchspeicheldrüse, in einer Körperhöhle, die ihren Sitz im Rumpf hat, also vor dem Ausgang des Verdauungsweges. Alles, was außerhalb der Körperhöhle das hintere Ende des Körpers bildet, zählt zum Schwanz.

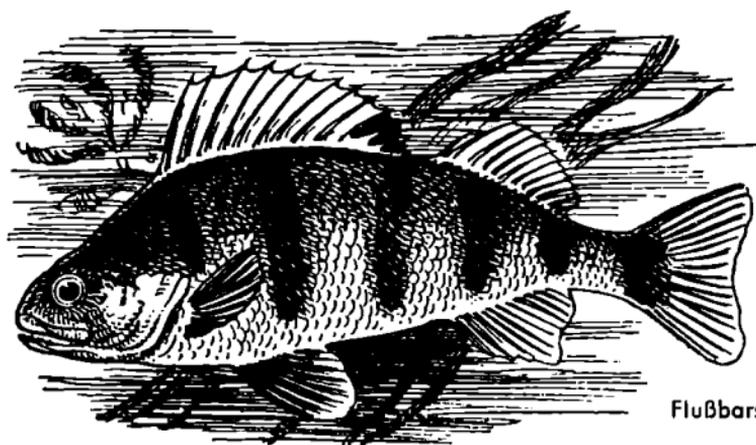
Betrachten wir unsere anfangs gestellte Frage so, dann werden wir weder bei den Fröschen noch bei den Vögeln besondere Schwierigkeiten haben, den Anfang des Schwanzes zu bestimmen.

Jetzt können wir auch bei der Schlange die Stelle zeigen, von der ab der Schwanz beginnt.

Begnügen wir uns damit. Wir haben unsere Frage von der morphologischen Seite her, also nach dem Aussehen der Tiere, betrachtet.

Welche Gewebe oder Organe können wir im Innern des Schwanzes finden?

Das ist jetzt einfach zu beantworten. Im Schwanz entdecken wir weder eine Körperhöhle noch innere Organe. Da er beweglich ist, können wir



Flußbarsch

annehmen, daß er hauptsächlich aus Muskeln besteht. Wie überall im Körper finden wir auch in diesem Teil Nervenzellen und Blutgefäße, die den Schwanz versorgen. Schließlich liegen in ihm bei den Wirbeltieren noch die sogenannten Steißwirbel.

Dem Schwanz fehlen also innere Organe ebenso wie besondere Drüsen, Nervenzentren oder Sinnesorgane (wir zählen selbstverständlich nicht diejenigen dazu, die sich normalerweise auf der Haut befinden). Man könnte daraus schließen, der Schwanz habe keine besondere Bedeutung.

Das wird mancher nicht ganz einsehen; denn auch die Gliedmaßen der Wirbeltiere besitzen hauptsächlich ein Knochen- und Muskelsystem, und doch können sie, wie beispielsweise die menschliche Hand, vielfältigen Aufgaben dienen.

Aber die Gliedmaßen sind besonders bei den Wirbeltieren sehr kompliziert gebaut und bestehen aus sehr vielen Einzelteilen. Die Knochen sind durch zahlreiche Gelenke verbunden, und daher vermögen zum Beispiel Beine und Arme die mannigfaltigsten Bewegungen auszuführen.

Im Schwanz dagegen befindet sich nur eine kleinere oder größere Anzahl von Wirbeln, die aneinandergereiht sind. Die Steißwirbel haben sogar die ringförmige Gestalt verloren, die für Brust-, Lenden- oder Halswirbel kennzeichnend ist.

Der Schwanz kann sich also höchstens hin und her bewegen.

Nehmen wir ein altes Biologiebuch zur Hand, dann lesen wir über die Aufgabe des Schwanzes immer nur das gleiche – er diene als Steuer.

„Der Vogel steuert mit dem Schwanz“, „der Fuchs steuert mit dem Schwanz“, „der Fisch steuert mit dem Schwanz“. Ich kann mich erinnern, daß ich oft in Verlegenheit geriet, wenn mich die Schüler bei Besuchen im zoologischen Garten fragten, warum die Füchse ihren Schwanz nach hinten richteten, obwohl sie doch still ständen. Ich wußte nicht, was ich antworten sollte. Verzweifelt griff ich nach einem Lehrbuch. Der Verfasser belehrte die Schüler, daß der Fuchs beim Laufen mit dem Schwanz steuert. Wenn er aber steht, zieht er ihn ein, weil er nicht zu steuern braucht.

Zu solchen Ungereimtheiten kann man kommen, wenn man nicht folgerichtig denkt. Wir wollen noch einmal überlegen.

Ein Fuchs, der sich während des Laufens wenden will, müsse mit dem Schwanz steuern, wurde gesagt. Warum ist das beim Hund nicht so, der dem Fuchs in seinem Körperbau sehr ähnlich ist?

Vielen Hunderassen stutzt man die Schwänze, und wir wissen, daß die Tiere trotzdem wendig in ihren Bewegungen sind. Gibt es jemand, der meint, ein Fuchs mit abgerissenem Schwanz könne nur vorwärts und rückwärts laufen, weil das fehlende Steuer ein Seitwärtsbewegen unmöglich macht?

Die in dem Lehrbuch angeführten Behauptungen zeugen von einer unwissenschaftlichen, unbiologischen Denkweise. Sie stützen sich auf falsche Vergleiche, wie zum Beispiel den folgenden: Der Schwanz ist am Ende des Körpers, das Steuer befindet sich am Ende eines Bootes oder Schiffes – also müssen beide dem gleichen Zweck dienen.

Dabei ist aber zu bedenken, daß beim Boot das Steuer hinten angebracht wird, weil es in seiner ganzen Länge starr ist. Schon ein Auto braucht bekanntlich keine Hinterradsteuerung. Seine Vorderräder sind leicht zu bewegen; und das ganze Fahrzeug fährt in der von ihnen eingeschlagenen Richtung.

Ebenso braucht der Fuchs nur den Vorderteil seines Körpers hierhin und dorthin zu wenden, um auch den Rest des Rumpfes in die gleiche Richtung zu bringen. Der Schwanz ist also dazu nicht unbedingt notwendig.

Der Vogel lenkt seinen Flug ähnlich. Er muß nur den Kopf nach links drehen und mit dem rechten Flügel kräftiger schlagen, um in die gewünschte Richtung zu fliegen. Er kann also darauf verzichten, mit dem Schwanz zu steuern.

Na, und ...? Kommen wir also zu der Schlußfolgerung, daß der Schwanz überflüssig ist?

Das wäre falsch! Falls wir erkennen sollten, daß ein Organ die ihm irrtümlicherweise zugeschriebene Aufgabe nicht erfüllt, so ist es noch keineswegs überflüssig. Wir wollen uns deshalb im letz-

ten Teil dieses Kapitels darüber unterrichten, welche Bedeutung der Schwanz für die Wirbeltiere hat.

Er ist sogar innerhalb einer bestimmten Klasse bei den verschiedenen Ordnungen von unterschiedlichem Wert. Beginnen wir bei den Fischen. Hier verleitet uns die äußere Ähnlichkeit mit einem Unterseeboot dazu, den Schwanz mit dem Steuer zu vergleichen.

Das ist in Wirklichkeit nicht der Fall. Wenn man schon unbedingt das Schiff als Vergleich heranziehen will, dann müßte man das Körperende eines Fisches eher einer Schiffsschraube gleichsetzen, die durch ihre Bewegungen das gesamte Fahrzeug vorwärts treibt. Der Fischeschwanz macht zwar keine Drehbewegungen wie diese, aber er vollführt rasche Schläge nach links und rechts, die es dem Tier ermöglichen, blitzschnell durch die Fluten zu gleiten.

Und die Flossen? Man behauptet doch, der Fisch schwimme mit ihrer Hilfe.

Die Flossen sind für das Vorwärtsbewegen nur unbedeutend; sie gestatten vielmehr dem Fisch, eine bestimmte Lage im Wasser einzunehmen. Sie dienen also dazu, das Gleichgewicht zu erhalten.

Nur beim Seepferdchen hat der Schwanz eine andere Aufgabe. Es besitzt übrigens in seinem Körperbau wenig Ähnlichkeit mit einem Fisch. Das Tierchen schwimmt senkrecht, und sein Schwanz

endigt nicht in einem flossenartigen Gebilde, sondern verjüngt sich nach dem Ende zu und rollt sich auf. Er dient auch nicht zum Fortbewegen, sondern zum Festhalten, indem er sich um Zweige der Wasserpflanzen oder um Felsspitzen windet. Auf diese Weise kann sich das Fischchen ausruhen. Es schaukelt leicht in der Strömung wie eine Wasserpflanze auf ihrem Stengel.

Kommen wir nun auf die Amphibien zu sprechen, vor allem auf die Frösche. Mancher meint, zu diesen Tieren gäbe es im Zusammenhang mit unserer Frage nichts zu erwähnen, weil sie bekanntlich schwanzlos sind. Aber bei den Kaulquappen, dem Jugendstadium der Frösche, und bei den Schwanzlurchen, die auch zu den Amphibien zählen, gibt es Schwänze. Sie erfüllen die gleiche Aufgabe wie bei den Fischen. Darüber brauche ich also nicht ausführlicher zu schreiben.

Über die Reptilien habe ich ebenfalls nicht viel zu sagen. Den Krokodilen dient der Schwanz gleichfalls zum Fortbewegen im Wasser.

Bei den Schlangen hebt er sich vom übrigen Körper nicht besonders ab. Er bewegt sich beim Kriechen zusammen mit dem ganzen Körper.

Der Eidechse dient der Schwanz weder als Steuer noch als Gleichgewichtsorgan. Sie gleitet beim Kriechen mit der Unterseite ihres Körpers auf dem Boden entlang und streckt die Beine seitwärts. Dadurch droht ihr selbst bei den schnellsten Bewegungen nicht die Gefahr, das Gleichgewicht

zu verlieren. Der Schwanz scheint für die Eidechse von geringer Bedeutung zu sein. Wie allgemein bekannt, wirft sie diesen Körperteil sehr leicht ab. Es genügt, ihn zu berühren, und er fällt ab. Die Eidechse kann monatelang so leben. Dann ist ein neuer Schwanz nachgewachsen.

Eine Ausnahme bildet das Chamäleon, das den Schwanz nicht abwirft. Er erfüllt bei ihm die gleiche Aufgabe wie beim Seepferdchen. Das Tier kann sich damit wie mit einem fünften Bein an den Zweigen festhalten.

Aus der Klasse der Reptilien bleiben uns noch die Schildkröten übrig. Bei ihnen ist der Schwanz ein zurückgebildeter Körperteil ohne eine deutliche Aufgabe. Jeder, der schon eine Schildkröte gesehen hat, weiß, wie klein er ist.

Sehen wir uns nunmehr die Vögel an.

Der eigentliche Schwanz besteht hauptsächlich aus Muskeln und Wirbeln. Er ist noch mehr als bei den Schildkröten zurückgebildet. Die Wirbel dieses kurzen Körperteils sind zu einem einzigen Knochen zusammengewachsen. Wir dürfen aber seine Aufgaben nicht unterschätzen. Die sogenannten „Steuerfedern“, die aus ihm herauswachsen, sind während des Fluges sehr wichtig, dienen



Das Chamäleon kann sich mit seinem Schwanz wie mit einem fünften Bein an den Zweigen festhalten

allerdings trotz des Namens keineswegs zum Steuern.

In dem Kapitel „Fliegende Säugetiere“ wird berichtet, wie wichtig große Tragflächen beim Fliegen sind. Der Schwanz des Vogels ist solch eine Tragfläche, die sich vergrößern oder verkleinern kann. Damit vermag der Vogel den schwierigen Flug zu bewältigen.

Piloten erzählen, daß weder der Start noch die Führung des Flugzeuges soviel Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordern wie eine richtige Landung. Das bestätigt auch die Statistik der Unglücksfälle, von denen es die meisten beim Landen gibt. Wie schwierig ist es da erst für einen Vogel, der nicht auf einem besonders vorbereiteten und geebneten Flugplatz landen kann, sondern auf einem schaukelnden Zweig, auf einer glatten Regenrinne oder einem kleinen Gesims. Wir wissen, daß fliegende Körper eine große Geschwindigkeit haben müssen, um sich in der Luft halten zu können. Beim Landen muß diese plötzlich gebremst werden.

Dabei hilft vor allem der Schwanz. Beobachtet den Vogel, wenn er sich gerade auf einen Zweig setzt oder sich auf den Rand seines Nestes niederläßt. In diesem Augenblick dient der eigenartig gestellte und dabei weit ausgebreitete Schwanz als Bremse.

Anders sieht es bei einigen Wasservögeln aus. Die Ente braucht zum Beispiel ihre Bewegung nicht zu

hemmen, wenn sie sich auf der Wasseroberfläche niederläßt. Ihr Landeplatz ist groß genug. Sie besitzt auch nur sehr kurze Schwanzfedern.

Kommen wir nun zu den Säugetieren.

Bei den meisten Tieren dieser Klasse, besonders bei den großen, hat der Schwanz seine Aufgabe als Bewegungsorgan verloren, oder er ist auf dem Wege ganz zu verkümmern. Jeder weiß, daß beim Pferd, bei der Kuh, beim Hund oder beim Elefanten das Gewicht dieses Körperteils im Vergleich zu dem des gesamten Körpers derart klein ist, daß seine Lage während des Laufens auf das Gleichgewicht keinen Einfluß hat. Seine Oberfläche ist verhältnismäßig gering, so daß er weder die Aufgabe einer Bremse noch eines Steuers erfüllen kann.

Bei den Hirschen, Rehen, bei den meisten Antilopen und bei den Bären ist der Schwanz verkümmert.

Bei manchen der bereits erwähnten Säugetiere hat dieser Körperteil höchstens die Aufgabe, Insekten zu verjagen. Dem Fuchs, dem Wolf oder dem Schakal kann der Schwanz während des Laufens helfen, den Körper im Gleichgewicht zu halten. Die Zentrifugalkraft könnte das Tier bei raschen Wendungen zum Stürzen bringen. Eine entsprechende Haltung des Schwanzes wirkt dieser Kraft entgegen.

Beim Eichhörnchen vergrößert sich durch den buschigen Schweif die Weite des Sprunges.

Die Schwanzflosse des Wals hat die gleiche Aufgabe wie die der Fische.

Dem Biber gestattet der breite flache Schwanz, bei Gefahr sofort zu tauchen. Das Tier schlägt damit kräftig auf die Wasseroberfläche und kann blitzschnell senkrecht in die Tiefe hinabstoßen. In diesem einzigen Fall könnte man dem Schwanz die Rolle eines Steuers zuerkennen. Zu den Säugtieren gehören auch die Affen. Bei einigen hochentwickelten Arten, beim Schimpansen und beim Gorilla, ist der Schwanz verkümmert. Diese Tiere besitzen sogar noch weniger Steißwirbel als der Mensch. Die niederen südamerikanischen Affen besitzen jedoch Schwänze, die denen der Chamäleons oder Seepferdchen ähnlich sind. Sie können damit Zweige umfassen, daran hängen und sogar kleine Gegenstände vom Boden aufheben.



Die niederen Affenarten besitzen einen Greifschwanz

Wie ihr also seht, kann der Schwanz bei vielen Tieren, je nachdem, wie und wo sie leben, wichtige und mannigfaltige Aufgaben erfüllen. Bei anderen wiederum ist er überflüssig geworden.

KRALLEN UND HUFE

Nach vielen Kämpfen und Widerständen setzte sich vor einigen Jahrzehnten endgültig die Lehre von der Evolution durch. Sie besagt, daß die heute lebenden Tiere und Pflanzen unter dem Einfluß der Umwelt aus früheren älteren Formen entstanden sind.

Es ist aber nicht immer einfach, die sich aus dieser Lehre ergebenden Fragen zu beantworten. Der jahrelang andauernde Widerstand, dem die Lehre von der Evolution unter den Nicht-Naturwissenschaftlern begegnet, läßt sich darauf zurückführen, daß die auftauchenden Fragen hin und wieder nicht restlos geklärt werden. Dadurch sind gewisse Unklarheiten geblieben.

Einmal sprach ich auf dem Lande vor Bauern und Landarbeitern über ein Thema, an das ich mich heute nicht mehr erinnere, und erwähnte nebenbei die Evolution.

Kurz zuvor hatten meine Hörer – wie ich wußte – einen Vortrag gehört, in dem ihnen am Beispiel des einzehigen Pferdefußes, der sich aus einem fünfzehigen Fuß entwickelt hat, die Lehre von der

Evolution ausführlich dargelegt worden war. Bekanntlich besaß der Vorfahre unseres Pferdes fünf Zehen. Groß war mein Erstaunen, als mir jemand in der Diskussion erklärte: „Die Evolution, die Sie vorhin erwähnten, ist doch reiner Unsinn!“

Es kam noch schlimmer! Aus den Mienen der Anwesenden und aus deren beifälligem Nicken konnte ich deutlich erkennen, daß die Mehrheit die Ansicht des Mannes teilte. Ich fragte, wie sie zu diesem entschiedenen Urteil kämen, was mich um so mehr wundere, da sie doch vor kurzer Zeit gerade über dieses Thema einen ausführlichen Vortrag gehört hätten.

„Der Redner“, antwortete man mir, „versuchte uns davon zu überzeugen, daß die Lebensbedingungen in der Steppe, der Mangel an Futter und manchmal auch an Wasser die ursprünglich fünfzehigen Tiere zu raschen Bewegungen zwangen. Dazu brauchten sie längere Gliedmaßen. Die Tiere sollen deshalb immer häufiger auf den Zehen gestanden haben und auch darauf gelaufen sein. Dadurch wären allmählich die vier kürzeren Zehen verkümmert, während die mittlere, die längste, allmählich immer kräftiger geworden sei. Auf diese Weise sollen sich die Hufe der Pferde, der Zebras, der Esel und ihrer Verwandten entwickelt haben. Diese Veränderungen gingen also zwangsläufig von den erwähnten Umwelteinflüssen aus.“

„War das nicht überzeugend genug?“ fragte ich verwundert.

„Natürlich nicht“, antwortete man mir im Chor. „Was soll denn dabei zwangsläufig gewesen sein? Der Hase, das Wildkaninchen und sogar der Wolf leben doch auch in der Steppe oder in einer ähnlichen Umgebung, und sie alle besitzen keine Hufe. Sie haben vier oder fünf Zehen und laufen, wenn nicht besser, dann sicher auch nicht schlechter als das Pferd. Warum spricht man also bei ihm von angeblich dringenden Notwendigkeiten?“ Wie sollte ich auf diese Vorwürfe eingehen? Erklärungen von der geschilderten Art begegnet man oft, so daß bei den Hörern Zweifel entstehen, die die ganze doch so richtige Lehre untergraben.

In unserem Fall bestand der Fehler darin, daß die Begriffe „Steppe“ und „Lebensbedingungen in der Steppe“ allzu einseitig aufgefaßt wurden. Man hätte vielmehr mit allem Nachdruck betonen müssen, daß Veränderungen an den Organen oder den Gliedmaßen der Tiere und Pflanzen erst durch mannigfaltige Einflüsse vor sich gehen.

Aber in diesem Fall waren es doch viele Bedingungen, die für den Hasen, das Pferd und den Wolf in gleicher Weise paßten, werdet ihr sagen.

Keineswegs! Nur ein Teil traf für alle gleich zu, denn außer dem Klima, der Vegetation, dem Boden, also allem, was außerhalb liegt, gehören

auch die für den betreffenden Organismus besonderen Eigenschaften dazu. Das läßt sich am besten durch ein Beispiel erklären. Stellt euch vor, ich habe zwei Hunde der gleichen Rasse, die im gleichen Zimmer untergebracht sind und denen ich die gleiche Nahrung gebe.

Sie bekommen jeder eine Schüssel mit Brei, darin sind zehn Fleischstücke, ungefähr so groß wie ein Hühnerei. Da ich es immer eilig habe und vermeiden möchte, daß mir die Hunde das Zimmer allzusehr beschmutzen, lasse ich ihnen nur fünf Minuten Zeit zum Fressen. Dann nehme ich ihnen, gleichgültig, ob sie alles aufgefressen haben oder nicht, die Schüsseln wieder weg. Jeden Tag wiederholt sich der gleiche Vorgang.

Beide Tiere leben also unter den gleichen äußeren Bedingungen. Trotzdem konnte ich schon nach wenigen Wochen feststellen, daß der eine Hund wie ein Kloß aussah, der andere dagegen auffällig mager geworden war. Der Magere wies keinerlei Anzeichen von Krankheit auf.

Was zeigte sich aber? Der eine Hund hatte eine dünnere Speiseröhre als der andere, eine Eigenschaft, die nicht schädlich ist. Infolgedessen konnte er aber innerhalb von fünf Minuten gerade seinen Brei verschlingen und dann nur noch höchstens zwei bis drei Stücke Fleisch mit den Zähnen zerkleinern.

Sein Kumpan dagegen, dessen Speiseröhre normal ist, verschlang die ganze Portion, ohne auch nur

einen Rest übrigzulassen. Häufig erwischte er sogar noch einige Fleischstücke von der Portion seines Stubengenossen, der beim besten Willen nicht schneller fressen konnte. Nicht sämtliche Bedingungen, unter denen die beiden Hunde aufwuchsen, waren also gleich, obwohl es zunächst so aussah.

Zwei mit gleicher Schnelligkeit fahrende Züge – das bitte ich zu beachten – die von der gleichen Station aus auf zwei nicht ganz parallel laufenden Gleisen abfahren, werden sich nach jedem Kilometer weiter voneinander entfernen, obwohl sie ursprünglich einmal fast auf der gleichen Stelle standen.

Ebenso verhält es sich bei der Evolution. Jede unterschiedliche Anpassung, sei sie ursprünglich auch noch so geringfügig gewesen, vergrößert mit der Zeit den Unterschied zwischen zwei verwandten Gattungen.

Auch die Umwandlung der Krallen in Hufe oder Nägel hat sich auf dem Wege der Evolution vollzogen. Wie allgemein bekannt, entwickelten sich die Gliedmaßen der auf dem Lande lebenden Wirbeltiere – der Amphibien, Reptilien, Vögel oder Säugetiere – aus Fischflossen. Die Flosse braucht keinen besonderen Schutz, weil sie nur mit Wasser – also dem flüssigen Element – in Berührung kommt. Ganz anders ist es, wenn die Enden der Gliedmaßen auf einem harten Boden das Körpergewicht tragen müssen. Bei den Amphibien, sowohl bei den Frosch- als auch bei den

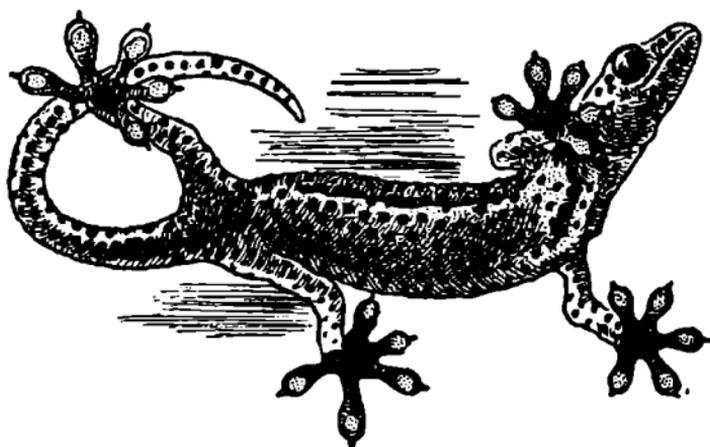
Schwanzlurchen, finden wir am Ende der Zehen keine eigentlichen Krallen, nur die Oberhaut ist kaum merklich verdickt. Aber zählen die Amphibien zu den auf dem Lande lebenden Tieren? Sie halten sich die meiste Zeit ihres Lebens im Wasser auf und kriechen nur hin und wieder einmal auf weichem, morastigem Boden umher.

In diesem Zusammenhang ist noch etwas zu erwähnen. Bei den Fröschen, die auf der Suche nach Nahrung (vor allem nach Insekten) den Boden verlassen und auf die Zweige der Sträucher und sogar Bäume klettern, begannen sich die Enden der Zehen in einer anderen Richtung an die veränderten Lebensverhältnisse anzupassen. Statt harte spitze Hornkrallen zu bilden, erweiterten sich die Enden aller Zehen zu weichen runden Plättchen, zu Haftballen. Mit ihnen können sich diese Tiere sehr leicht auf Steinen, ja sogar an senkrechten Flächen vorwärts bewegen.

Derartig angepaßt haben sich zum Beispiel die Laubfrösche.

Aber sucht im zoologischen Garten oder im Museum ähnliche Gebilde nicht etwa an den Fingern des Gorillas oder des Schimpansen. Obwohl diese auch überwiegend auf Bäumen leben, mußte sich bei ihrem Gewicht der Körper anders an seine Lebensweise anpassen; Haftballen wären für diese Tiere unbrauchbar. Dagegen gibt es solche Gebilde sehr oft bei Halbaffen.

Bei den Reptilien finden wir gewöhnlich richtige



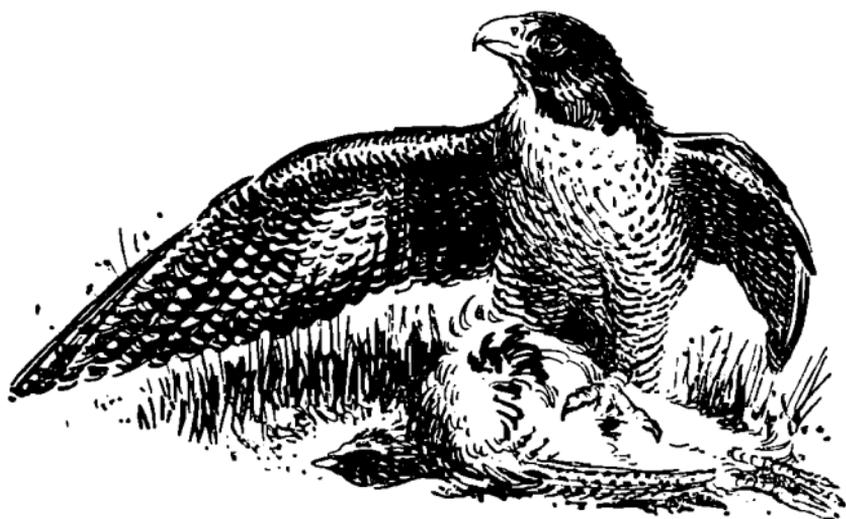
Mit seinen Haftzehen kann der Gecko sogar an Glasscheiben hochklettern

Krallen. Die Zellen der Oberhaut besitzen die Fähigkeit, zu verhornen. Besonders die Enden der Zehen sind mit einem harten spitzen Käppchen bedeckt.

Eine Ausnahme bilden manche Geckos.

Diese Tiere leben in felsigen Gegenden, also müssen sie an steilen, zum Teil senkrechten Wänden hochklettern können. Bei ihnen haben sich die Gliedmaßen an die besondere Lebensweise angepaßt, indem Haftzehen ausgebildet wurden. Sie können damit sogar an Fensterscheiben oder Zimmerdecken so geschickt laufen wie unsere einheimischen Eidechsen auf ebener Erde.

Die ursprüngliche Kralle könnte man mit einem angespitzten Fingerhut vergleichen, nur ist der Fingerhut überall gleich dick, während die Kralle eine unterschiedliche Wandstärke besitzt.



Wanderfalke kröpft ein Rebhuhn

Es gibt bei der Kralle eine Vorder- oder Rückenfläche, die gewöhnlich massiv und dick ist, sowie eine hintere, viel zartere und weichere Fläche. Dadurch reibt sich die Kralle ungleichmäßig ab; man kann auch sagen, sie schärft sich ständig von allein.

Ich unterstrich bisher nur die Rolle der Krallen als Schutz, weil sie bei den Reptilien auch keinem anderen Zweck dienen. Eine Ausnahme bildet hier nur das Krokodil, das seine Krallen auch dazu gebraucht, die erbeutete Nahrung festzuhalten.

Ähnlich verhält es sich bei den Vögeln. Lediglich die Tagraubvögel und die Eulen gebrauchen ihre Krallen zum Zerreißen der Beute. Sonst hat bei den Vögeln der Schnabel diese Aufgabe; mit den Krallen wird lediglich die Beute festgehalten.



Der Ameisenbär kratzt mit seinen langen Krallen Termitenbauten und Ameisenhügel auf

Aber das ist schon eine neue Eigenschaft, die sich diese Tiere erworben haben.

Bei den Säugetieren haben sich die Krallen weiter verändert. Sie haben auch eine andere Aufgabe als bei den bisher erwähnten Lebewesen. Da sich die Gliedmaßen bei dieser Tierklasse sehr unterschiedlich weiterentwickelten, veränderten sich auch die schützenden Horngebilde entsprechend.

Am auffälligsten ist das bei den Walen. Sie verließen das Land und kehrten in die Umwelt ihrer Vorfahren, der Fische, zurück. An den vorderen Gliedmaßen sind die Krallen verschwunden, während hinten sogar auch die Gliedmaßen zurückgebildet wurden.

Bei einem Teil der Säugetiere, bei Nagetieren und bei Raubtieren aus der Familie der Hunde, vervollkommneten sich die Krallen im Vergleich zu denen der Reptilien nicht, bei denen sie die empfindlichen Gliedmaßen schützen.

Sehenswert sind dagegen die Pfoten des Faultiers oder seines Verwandten, des Ameisenbären. Die riesigen sichelförmigen Horngebilde daran erinnern an die Steigeisen, die die Arbeiter benutzen, wenn sie Telegrafentangen erklettern. Zu ähnlichen Zwecken benutzt auch das Faultier seine Krallen. Der Ameisenbär wiederum zerreißt mit ihrer Hilfe steinharte Termitenhügel oder wühlt damit Ameisenhügel auf.

Die meisten Tiere aus der Familie der Katzen besitzen vor dem letzten Glied jeder Zehe eine



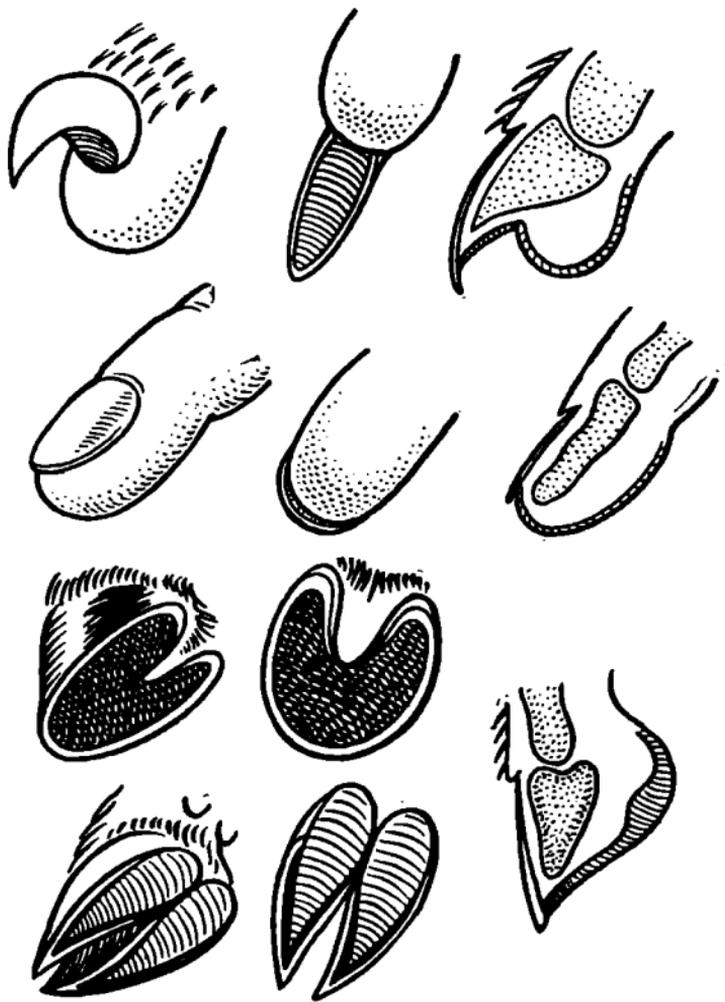
Junger Leopard. Die spitzen Krallen können eingezogen werden

Hautfalte, in der die sehr spitzen und harten Krallen verschwinden, wenn sie nicht mehr gebraucht werden. Das ist nicht verwunderlich: Ein Werkzeug wird in speziellen Futteralen aufbewahrt, damit es scharf bleibt.

Bei den Affen oder den Primaten, zu denen auch der Mensch gehört, haben sich die schützenden Horngebilde weiter umgebildet. Auf Krallen verzichteten diese Lebewesen ganz. Für die auf Bäumen lebenden Tiere ist es wichtig, die Elastizität, die Haltbarkeit, die Größe und die Oberfläche der Zweige fühlen zu können; Krallen an den Zehen würden sie daran hindern. Daher ist nur die Vorderfläche der Kralle als Schutz erhalten geblieben. Die untere Hornseite ist verkümmert. Betrachten wir unsere Hand, bemerken wir, daß nur ein schmaler Streifen in der Vertiefung zwischen der Fingerkuppe und dem Nagel zurückgeblieben ist. Er bildet den Boden im Nagelbett, in dem sich leider so sehr oft Schmutz ansammelt.

Bei den Affen und Primaten entwickelten sich die Fingerkuppen sehr stark. Sie sind dicht von Nerven durchzogen und somit zum Hauptträger des Tastsinns geworden. Auf diese Weise bildete sich die menschliche Hand bei gleichzeitiger Weiterentwicklung des Gehirns zum besten Werkzeug des Menschen aus.

Besonders weitgehend formte sich die Kralle jedoch bei den Huftieren um. Die vordere oder obere Fläche der Kralle umfaßt hier das ganze



Krallen, Nägel, Hufe, Klauen

Ende der Zehe. Sie bildet die Wand eines Hornschuhs, dessen Boden aus einer weitaus weicheren kuppelartig gebogenen Hinter- oder Sohlenschicht besteht. Wer einen Pferdehuf kennt, wird wissen, daß in diese Sohlenschicht ein Hornkiel hineinragt. Dieser Teil – man bezeichnet ihn als Strahl – entspricht der Zehkuppe, die hier allerdings sehr dick und verhornt ist. Ich habe hier nur den Pferdehuf beschrieben; denn bei den Hufen der Paarzeher finden wir keine wesentlichen Unterschiede. Da sie zwei Zehen besitzen, gibt es auch zwei Hornschuhe. Man findet bei ihnen nicht den Strahl, der für das Pferd charakteristisch ist.

Wir wollen uns in dem folgenden Abschnitt noch damit beschäftigen, wie die Kralle, der Nagel oder die Hufe wachsen.

Da, wo alle diese Gebilde in die Haut der Zehe übergehen, gibt es eine kleine walzenartige Verdickung. Sie besteht aus Zellen, die sich sehr intensiv vermehren. Sie erzeugen laufend neue Hornschichten. Obwohl Nägel, Krallen und Hufe ständig abgenutzt werden, können sie durch das ununterbrochene Wachstum bis zum letzten Lebenstag des Besitzers ihre wichtigen Aufgaben erfüllen.

WIE DER WAL SEIN HAARKLEID VERLOR

Erst seit kurzer Zeit gehen die Naturwissenschaftler an biologische Fragen mit wissenschaftlicher



Der Biber hat ein dichtes, wärmendes Fell

Genauigkeit heran. In alten Lehrbüchern finden wir deshalb noch oftmals Angaben, die nicht folgerichtig sind.

So lesen wir in ein und demselben Buch, der Wal habe sich dem Leben im Wasser sehr gut angepaßt. Sein spindelförmiger Körper ermögliche ihm eine sehr schnelle Fortbewegung. Wenige Seiten danach steht geschrieben, der kurze, gedrungene Körperbau des Bibers ermögliche die Bewegung im Wasser ausgezeichnet. An einer dritten Stelle können wir dann wiederum lesen, die Ringelnatter gleite besonders leicht durch die Wasserfluten, weil ihr schlangenartiger Körper sie allen anderen Wassertieren überlegen mache.

Man könnte noch Hunderte solcher Widersprüche in älteren Büchern finden. Viele Autoren unterrichten uns darüber, daß die Säugetiere, die zum Wasserleben übergegangen sind, ihr Haarkleid verloren haben; sie nennen als Beispiel den Wal oder das Nilpferd. Der Leser aber erinnert sich an den Biber, den Seehund oder an den Fischotter, die alle ein dichtes, wärmendes Fell besitzen. Jeder weiß, daß auch sie Säugetiere sind, die im Wasser leben. Nach der Behauptung der Verfasser müßten sie aber unbehaart sein, weil sie sich im feuchten Element aufhalten.

Kurz und gut, seit etwa zehn Jahren beschäftigt die Biologen die Frage der Anpassung der Lebewesen an die Umwelt außerordentlich stark; da die Wissenschaftler darin die Haupttriebfeder für

die Entwicklung sehen, konnten sie nicht weiterhin so oberflächlich, wie es die Beispiele in den Büchern zeigen, darüber hinweggehen. Wir wollen uns in diesem Kapitel am Beispiel des Wals mit der Frage etwas näher beschäftigen.

Der stromlinienförmige Körper, wenn ich diesen technischen Ausdruck anwenden darf, ermöglicht es dem Wal, sich mühelos im Meer zu bewegen, weil er dem Wasser verhältnismäßig geringen Widerstand bietet.

Wenn sich diese Form als günstig erwiesen hat, warum haben da der Biber oder das Nilpferd nicht eine ähnliche Körperform entwickelt?

Man muß die Einwirkungen der Umwelt genauer betrachten, aber nicht etwa so: Das Wasser ist überall gleich, es ist naß und damit gut! Sondern so:

Wir erfahren, jemand sei ein Bergbewohner. Ist damit bereits gesagt, welchen Umweltbedingungen er dort ausgesetzt ist? In den Bergen lebt der Schäfer in seiner Hütte, verbringt der Erholungsuchende seine Zeit in einem Sanatorium am Fuße eines Berges, auf dessen Gipfel der Stationsvorsteher der Bergbahn wohnt.

Die Lebensbedingungen und die klimatischen Verhältnisse sind bei jedem anders, obwohl es sich in allen drei Fällen um die Berge handelt.

Ähnlich ist es auch, wenn man sagt: Wal und Biber leben im Wasser. Ein Tier, das sich wie der Wal ständig im Wasser aufhält, muß ihm anders

angepaßt sein als der Biber, der überwiegend auf dem Lande wohnt und sich dort ernährt. Für diesen wird das Wasser in der Hauptsache ein Versteck vor Gefahren sein. Anders wiederum muß ein Tier aussehen, das auf dem Land zur Welt kommt, dort lebt und das Wasser nur als Jagdrevier benutzt, wie zum Beispiel der Fischotter.

Es ist auch verständlich, daß ruhige morastige Teiche andere Bedingungen schaffen als Flüsse mit starker Strömung oder schließlich die unermessliche Weite der Ozeane.

Wasser ist eben nicht gleich Wasser, und jeder Körper paßt sich anders seiner Umwelt an.

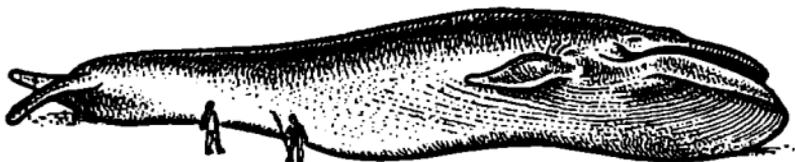
Der spindelförmige Körperbau kann einem Tier besonders nützlich sein, das sich schnell bewegen muß und weite Wanderungen im Ozean unternimmt, manchmal sogar von einer Erdhalbkugel zur anderen. Für ein Tier, das – wie beispielsweise der Biber – am Ufer zu Hause ist, wird eine spindelförmige Körperform nicht so bedeutungsvoll sein, weil es die längste Zeit seines Lebens auf dem Lande verbringt und niemals schwimmend lange Strecken zurücklegt.

Wie sieht es nun mit dem „verlorenen Haarkleid“ aus? Jeder kennt die Bedeutung des Haarkleides für die Landtiere. Zwischen Körperoberfläche und Felldecke des Tieres soll eine Luftschicht gebildet werden, die erwärmt wird. Luft ist ein schlechter Wärmeleiter, und so verliert der Organismus

nicht zuviel von der Energie, die er laufend erzeugen muß. Dadurch kann das Tier mit den aufgenommenen Nahrungsstoffen sparsam haushalten. Wie würde aber eine solche Einrichtung im Wasser funktionieren? Flüssigkeit isoliert nicht so gut wie Luft. Es wäre also zwecklos, eine erwärmte Wasserschicht zu bilden. Daher hat auch der Körper eines ständig im feuchten Element lebenden Säugetiers keinen Antrieb erhalten, sich sein Haarkleid zu bewahren.

Einzelne Tiere der Art, die aus unbekanntem Gründen kein dichtes Haarkleid besaßen, waren also den anderen gegenüber nicht benachteiligt; sie vermehrten sich weiter und vererbten die „Haarlosigkeit“ ihren Nachkommen. Die Haut der Wale wurde nackt bis auf einige Haare an der Mundöffnung, die sich zu Tastorganen ausgebildet haben. Sie zeugen davon, daß dem Tier das Haarkleid, ein Merkmal der Säugetiere, ursprünglich nicht vollkommen fehlte.

Nun schön, etwas Unbrauchbares zu verlieren kann ganz nützlich sein. Viel wichtiger wäre es jedoch, zu erfahren, wie der Organismus des



An Land gebrachter Blauwal. Die Spindelform des Körpers ist deutlich zu erkennen

Wals sich vor der Abkühlung durch das kalte Meerwasser schützte. Dieses Säugetier hat immerhin eine Eigentemperatur von fast vierzig Grad, obgleich es im Wasser lebt.

Der Wal kann an der Körperoberfläche keine Wärme speichern, das haben wir bereits überlegt. Die entsprechenden Einrichtungen müssen unter der Haut liegen. Es gibt außer der Luft noch einen anderen schlechten Wärmeleiter: das Fett. Und tatsächlich finden wir unter der Haut des Wals Speckschichten, die manchmal über einen halben Meter dick sind.

Und wie sieht es bei Biber, Fischotter und Seehund aus? Warum ist bei ihnen das Haarkleid nicht zurückentwickelt?

Dieses Rätsel ist leicht zu lösen, wenn wir dabei die Umweltverhältnisse, von denen vorhin die Rede war, genauer betrachten und nicht immer nur die allgemeinen Begriffe wie „Luft“, „Land“, „Wasser“ wählen.

Der Wal unterscheidet sich in seinen Gewohnheiten von den eben erwähnten Säugetieren vor allem darin, daß er das Land überhaupt nicht aufsucht. Er könnte also niemals sein Fell, falls er eins hätte, mit jener wärmeisolierenden Luftschicht füllen.

Aber sowohl der Fischotter wie auch der Biber und der Seehund kommen sehr oft an Land, und in dieser Zeit leistet ihnen das Fell gute Dienste. Im Wasser dagegen schützt sie vor dem Abkühlen

eine nicht allzu knappe Fettschicht. Darüber hinaus ist zu erwähnen, daß selbst während eines stundenlangen Bades das Tier nicht bis auf die Haut naß wird. Das sehr dichte Fell hält das Wasser ab. Dadurch bleibt die schützende Luftschicht auf der Haut erhalten. Eine doppelte Sicherung verhindert also bei ihnen jeden Wärmeverlust.

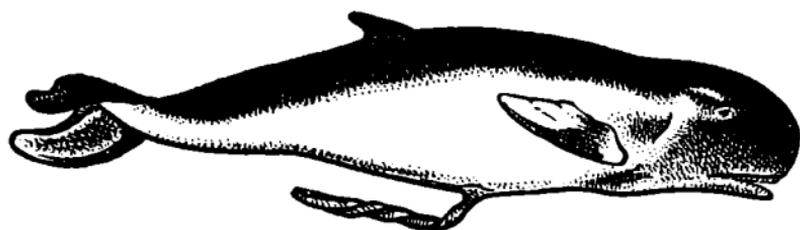
Nun gibt es noch ein anderes Tier, das im Wasser und auch auf dem Lande lebt. Scheinbar widerlegt sein Äußeres die bisherigen Erläuterungen. Außer einigen Borsten am Maul ist es nämlich nackt – ich meine das Nilpferd. Aber auch hier läßt sich durch genaues Überlegen alles erklären.

Das Nilpferd besitzt eine dicke Speckschicht. Es erleidet also keinen Wärmeverlust im Wasser. Wirklich erfrieren könnte es nur auf dem Land, wenn . . . sein Wohnsitz diese Gefahr nicht vollkommen ausschliesse. Er liegt im tropischen Teil Afrikas.

Nun wollen wir uns damit beschäftigen, wie der Wal im Wasser den lebensnotwendigen Sauerstoff aufnimmt, wie sich die Atmungsorgane der Lebensweise angepaßt haben.

Alle Säugetiere, die das Wasser nicht verlassen, und auch diejenigen, die sich nur zeitweilig darin aufhalten, haben ihre Feinde vor allem auf dem Land. Dem Biber, dem Fischotter, dem Nilpferd drohen Gefahren hauptsächlich von dorthier; das gleiche gilt für die Seehunde und die Wale.

Außer den großen Raubwalen, die das Leben der Seehunde im Wasser bedrohen und manchmal auch ihren Verwandten, den gewaltigen planktonfressenden Walen unangenehm werden können, fühlen sich alle aufgezählten Säugetiere in der Tiefe der Gewässer am sichersten. In diesem Versteck können sie sich jedoch nicht dauernd aufhalten; denn sie müssen von Zeit zu Zeit Luft



Pottwal-Baby mit Nabelschnur, durch die es mit dem Muttertier verbunden war. Der Wal ist also ein Säugetier

schöpfen. Dabei verrät zum Beispiel der Wal seinen Standort. Wären die Eingänge zu den Atmungsorganen, also die Nasenlöcher, vorn am Kopf angebracht, dann müßte er sich beim Einatmen senkrecht aufstellen – eine unnormale Lage – oder den Kopf etwa zu drei Vierteln über die Wasseroberfläche erheben. Dadurch wäre ein großer Teil des Körpers den Angriffen von Feinden ausgesetzt; denn bei manchen Walen nimmt der Kopf ein Drittel der gesamten Länge ein. Für ein Tier, das im Wasser lebt, muß es also von großem Nutzen sein, wenn sich die Nasenlöcher

von der Spitze nach den Augen hin verlagern. Das läßt sich tatsächlich auch bei allen genannten Tieren feststellen.

Beim Wal sitzt die Nasenöffnung sogar fast zwischen den Augen. Daher kann das Tier dicht unter der Wasseroberfläche schwimmen und braucht nur die Nasenlöcher darüber hinauszuhoben, um die Lunge mit dem erforderlichen Luftvorrat zu versorgen.

Mit kräftigen Muskeln kann der Wal die Nasenlöcher willkürlich verschließen.

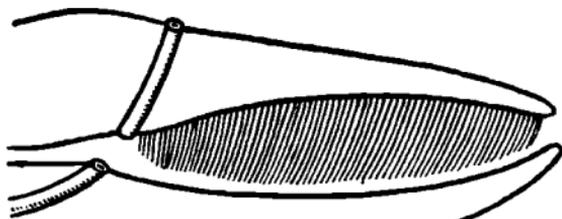
Wesentlich bei der Lebensweise der Wale ist eine Einrichtung, die es den Tieren ermöglicht, die Atemwege von den Nahrungswegen innerhalb der Mundhöhle zu trennen.

Bekanntlich wandert die durch den Mund aufgenommene Nahrung in die Speiseröhre; die Luft wird durch die Nase eingeatmet und der Luftröhre zugeführt. Diese beiden Wege kreuzen sich im hinteren Teil des Rachens. Eine besondere Falte, der Kehldeckel, verschließt die Luftröhre, wenn wir schlucken, wenn dem Magen also Nahrung zugeleitet wird. „Verschlucken“ wir uns, haben wir sofort einen starken Hustenanfall.

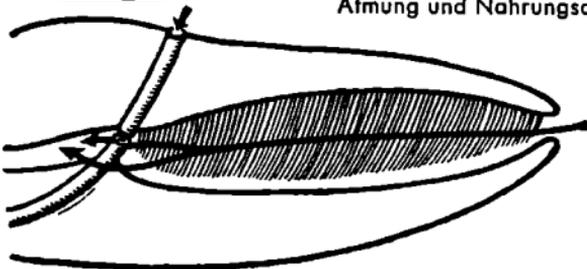
Bei dem Wal mußten sich die Atmungsorgane seiner Lebensweise anpassen. Er muß mit dem Luftholen ziemlich schnell fertig werden. Vielleicht will er gerade in diesem Augenblick den Rachen weit öffnen, um eine Menge kleine Krebse zu erwischen, die dicht unter der Wasserober-

fläche leben. Wie sind bei ihm Luftweg und Verdauungsweg voneinander getrennt, damit die unerwünschten Teile nicht in die „falsche Kehle“ geraten?

Die Mündungen der Nasenlöcher im Gaumen und auch der Eingang zur Luftröhre besitzen im Verhältnis zu dem breiten trichterförmigen Rachen nur einen kleinen Durchmesser. Allmählich wurde die Luftröhre durch einen entsprechenden Knorpel verlängert. Sie kann mit besonderen Muskeln dicht an die Nasenlöcher herangeführt werden, die an der Oberseite des Gaumens münden. Die Luft gelangt also unmittelbar zur Lunge. Zwar trifft die Nahrung bei ihrem Wege auf ein Hindernis, die wie eine Säule aufragende Luftröhre, da aber auf beiden Seiten noch genügend Raum ist, kann sie direkt zur Speiseröhre gelangen.



Atmung und Nahrungsaufnahme beim Wal



Dem Leben im Wasser sind selbstverständlich auch die Sinnesorgane angepaßt. Bei den Walen nimmt das Gehör die erste Stelle der Organe ein, die die Eindrücke von der Außenwelt aufnehmen. Die Ohrmuscheln sind zurückgebildet, und der lange Gehörgang ist mit Wasser gefüllt oder durch einen Pfropfen Ohrenschmalz abgeschlossen; aber zahlreiche Hohlräume in den Knochen, die das mittlere und innere Ohr umgeben, fördern die Resonanz gut. Dem inneren Ohr werden die Schallwellen von der Haut zugeleitet. Wale können schon schwache Geräusche aus einer Entfernung von etwa fünf Kilometern wahrnehmen. Daraus vermögen sie den Abstand der Beute oder eine drohende Gefahr zu erkennen.

Wie es scheint, besitzen sie außerdem in der Ohrkapsel noch ein Organ, das ihnen den Wasserdruck anzeigt. Das ist für die Wale, von denen manche bis zu dreihundert Meter tief tauchen, sehr wichtig. Man muß bedenken, daß schon in fünfzig Meter Tiefe der Wasserdruck je Quadratzentimeter um das Fünzigfache höher ist als an der Wasseroberfläche.

Beim lang anhaltenden Tauchen zehrt der Wal von einem Luftvorrat, den die große Nasenhöhle unter dem zugewachsenen rechten Nasenloch enthält.

Wenn wir die Frage der Atmung beim Wal erschöpfend behandeln wollen, müssen wir uns auch die Lungen ansehen. Sie sind traubenförmig

gebaut; dadurch wird die Oberfläche stark vergrößert, an der sich der Gasaustausch mit dem Blut vollzieht. Ein eineinhalb Meter langer Delphin, diese Gattung gehört ebenfalls zur Ordnung der Wale, hat im Vergleich zum etwa gleich großen Menschen in jedem Lungenflügel die doppelte Anzahl von Lungenbläschen. Die Bläschen sind mit besonderen Muskeln versehen, so daß die Luft darin viel länger festgehalten werden kann. Der Sauerstoff wird von diesen Tieren viel besser ausgenutzt.

Wenden wir uns nun dem Blut zu, das den Sauerstoff den Geweben zuführt. Der rote Blutfarbstoff, das Hämoglobin, der Wassersäugetiere ist in der Lage, um dreißig Prozent mehr Sauerstoff aufzunehmen als der rote Blutfarbstoff der Landtiere. Außerdem verbindet sich der Sauerstoff mit dem Hämoglobin der im Wasser lebenden Tiere sehr schnell.

Am interessantesten ist die Fähigkeit der Tiere, dieses Gas in den Muskeln zu speichern. Bekanntlich wird das Hämoglobin des Blutes in der Lunge mit Sauerstoff beladen. Das Blut fließt weiter, gibt das Gas in den Geweben ab und kehrt wieder zu den Lungenbläschen zurück. Neue Sauerstoffportionen werden geholt. Man könnte das Hämoglobin mit einem kleinen Eimer vergleichen, der Sauerstoff aus einem Sammelbecken schöpft und ihn in ein anderes gießt: Der Eimer selbst behält dieses Gas nicht.

Das Hämoglobin gibt es jedoch nicht nur im Blut. Es befindet sich auch in den Muskeln. Bei den Tieren, die im Wasser leben, sogar in zehnfach größerer Menge als beispielsweise bei einem sich ständig auf dem Festland aufhaltenden Lebewesen. Dieses Hämoglobin kann man nicht mehr mit einem beweglichen Eimer vergleichen, der Sauerstoff nur transportiert, sondern es wirkt wie ein in den Muskeln aufgestelltes Faß, das das Blut mit Sauerstoff füllt. Das Gas wird nur dann entnommen, wenn bei langem Tauchen kein neues aus der Lunge zugeführt werden kann.

Während manche Wale bis zu zwei Stunden unter Wasser bleiben können, ohne Luft zu schöpfen, vermögen die Seehunde „nur“ eine halbe Stunde zu tauchen.

FLIEGENDE SÄUGETIERE

Fliegende Säugetiere? . . . Dann kann doch nur von den Fledermäusen die Rede sein?

Es gibt auch andere Säugetiere, die fliegen können, und wir wollen uns ansehen, wie sich bei dieser Tierklasse die Fähigkeit zum Fliegen entwickelt hat.

In der Schule wird darüber gesprochen, wie sich beispielsweise bei den Fledermäusen die Finger zu verlängern begannen, wie sich vor allem die Haut zwischen den Fingern erweiterte, die bei

jedem anderen Säugetier gewöhnlich nur eine kleine Falte bildet.

Wir wollen die Frage, wie sich die Flughaut entwickelte, einmal von einer anderen Seite aus betrachten.

Wenn man den Verlauf der Evolution, der Entwicklung vom niederen Lebewesen zum höheren, erklären will, geht man gewöhnlich von einem Tier mit einer besonderen Eigenschaft aus, verfolgt die Reihe seiner Vorfahren bis zu dem Urahnen zurück, bei dem diese Eigenschaft erst im Ansatz vorhanden ist.

Diese Untersuchung hat aber gewisse Nachteile. Sie könnte den Eindruck erwecken, als vollzöge sich die Entwicklung in der Tier- und Pflanzenwelt nur auf eine solche Art und Weise. Vielleicht kommen wir dann noch zu dem falschen Schluß, daß die Fähigkeit, Organe oder Gliedmaßen zu verändern, nur jeweils einer bestimmten Familie oder Gattung „angeboren“ sei. Einige Beispiele: Wir könnten annehmen, nur die Nachkommen des Urahns der Pferde, des etwa pudelgroßen Eohippus, zeigten die Fähigkeit, die Gliedmaßen in einer bestimmten Art und Weise zu verändern; nur die Nachkommen des Moeritheriums, eines wildschweingroßen Vorfahren des Elefanten, wären in der Lage gewesen, einen Rüssel und Stoßzähne auszubilden, und von den Säugetieren wiederum hätten nur die Vorfahren der Fledermaus nach und nach die Gliedmaßen zu Flug-

häuten umgewandelt. Überlegen wir in dieser Weise, dann dürften die Ursachen für die Veränderungen in der Evolution schwer zu ergründen sein. Das wäre kein wissenschaftliches und ein vollkommen unmaterialistisches Herangehen an diese Fragen. Es würde so aussehen, als hätten die Vorgänge auf der Erdkugel innerhalb der verschiedenen Erdzeitalter gar keinen Einfluß auf die Entwicklung der Tierwelt genommen. Wie wir aber wissen, waren gerade die Veränderungen in den Lebensverhältnissen der Antrieb, der die Gestalt der Organismen formte.

Die Gestalt des Lebewesens, seine Tätigkeit, ja sogar die Fertigkeiten und Gewohnheiten der einzelnen Tiere sind die Folge von Veränderungen durch den Einfluß der Umwelt.

Sehen wir uns an, wie sich die verschiedenen Säugetierfamilien, die miteinander keineswegs eng verwandt sind und auch kaum gemeinsame Erbanlagen besitzen, durch das Ausbilden von Flugorganen an ihre Umwelt angepaßt haben.

Die Flugversuche sehen sehr unterschiedlich aus. Den einen gelingen sie besser, den anderen schlechter.

Ein gemeinsames Merkmal stellen wir jedoch bei allen fliegenden Säugetieren fest: Sie leben in der gleichen Umwelt.

Bei Säugetieren, die auf dem Erdboden leben, finden sich keine Ansätze zu Flughäuten. Weder die der Steppe noch die des Polarkreises können

fliegen. Diese Fähigkeit wäre aber besonders für die letzteren sehr nützlich, weil sie schnell große schneebedeckte Räume überfliegen könnten, wenn sie ihre Nahrung suchen.

Hier zeigt sich deutlich, daß für bestimmte Tiergruppen brauchbare Fähigkeiten oder Organe sich nicht deshalb ausbilden, weil sie nützlich sind, sondern in erster Linie dann, wenn die Umwelt den Antrieb gibt.

Zweifellos begünstigte der Urwald die Entwicklung von fliegenden Säugetieren. Wir denken hier nicht an Tiere, die sich zwischen den Stämmen auf dem Erdboden fortbewegen. Nur diejenigen konnten Flieger werden, die sich von der Erdoberfläche gelöst hatten und die meiste Zeit ihres Lebens im verschlungenen Dickicht der Baumkronen und Lianen verbrachten.

Die Fledermäuse, die übrigens von den im Wald lebenden Insektenfressern abstammen und mit dem Maulwurf und Igel eng verwandt sind, sind Meister auf diesem Gebiet. Sie bewegen sich sehr geschickt in der Luft und sind allen fliegenden Säugetieren überlegen.

Als der Mensch die Kunst erlernte, sich frei in die Lüfte zu erheben, begann er zu erkennen, daß der Flug nicht ausschließlich von der Bewegung der Flügel abhängt. Das Wesentlichste beim Fliegen ist eine große Körperoberfläche. Das Tier breitet sich, so weit es kann, in der Luft aus. Darüber hinaus muß es eine gewisse Bewegungs-

geschwindigkeit haben. Wenn beides in Einklang gebracht werden kann, dann wird das Fliegen nicht nur möglich, sondern auch leicht und sicher.

Warum schätze ich in diesem Fall die Flügel gering? Nur durch deren Bewegung erreichen doch die Fledermäuse oder die Vögel die notwendige Fluggeschwindigkeit.

Das stimmt schon; aber nicht in jedem Fall ist das so. Manchmal ist besonders bei Störchen oder Adlern zu beobachten, daß sie sich von ihrem Stützpunkt – also von einem Dach oder Felsen – mit wenigen Flügelschlägen erheben und dann wie ein Segelflugzeug mit starren Tragflächen am Himmel kreisen.

Hier wird die eigene Geschwindigkeit durch den Aufwind unterstützt. Geschickt nutzen die Tiere die Erdanziehungskraft aus, das heißt die Fallgeschwindigkeit, und legen von oben herab im Gleitflug Strecken von zehn Kilometern und mehr zurück.

Die erforderliche Geschwindigkeit läßt sich also nicht nur durch die Bewegung der Flügel erreichen!

Am wichtigsten für den Gleitflug ist demnach die Körperform. Das Tier muß sich während des Fliegens ausbreiten können, so daß der Körper von einer möglichst großen Luftmenge getragen wird.

Kommen wir nun wieder zu den Tieren zurück, die im Dickicht der Äste und Zweige leben und dort ihre Flugversuche unternehmen. Bei ihnen

ist die Fluggeschwindigkeit wie beim Gleitflug durch die Erdanziehungskraft gegeben. Wenn ein Tier von einem Zweig abrutscht, wird es zunächst etwa zwei bis drei Meter senkrecht hinunterfallen, aber schon einen Augenblick später bringt es den Körper in einen bestimmten Gleitwinkel und bewegt sich nun auf einer geneigten Linie abwärts.

Bei dieser Gelegenheit kann sich das Tier etwa hundert Meter von seinem Standort entfernen. Das geht um so leichter, wenn das Tier beim Start zu seinem Flug kraftvoll in Richtung des Landeplatzes springt.

Selbstverständlich ist das noch kein Fliegen; von den Säugetieren können es nur die Flédermäuse richtig. Wir wollen uns aber gerade mit den weniger vollkommenen Fliegern beschäftigen.

Beginnen wir mit dem Eichhörnchen, das zu den Nagetieren gehört.

Dieses Tier verlängert seine Sprünge, indem es die Oberfläche seines Körpers vergrößert. Die Beine streckt es weit aus, den Schwanz hält es waagrecht, und sogar die Haare werden an beiden Seiten des Körpers abgespreizt. Das Haar Kleid ist in seiner Bedeutung als Tragfläche nicht zu unterschätzen. Auch die Feder ist ein dem Haar entsprechendes Horngebilde und gleichzeitig das beste Material für leichte und elastische Tragflügel, die dem Luftstrom gegenüber widerstandsfähig sind.

Tatsächlich kann ein Eichhörnchen, das sich mauert oder dem man zu Versuchszwecken die Haare an den Seiten abrasiert, nur sehr geringe Strecken überspringen, weil die tragfähige Oberfläche verkleinert wurde.

Einen Schritt weiter in der Entwicklung sind nicht die nächsten Verwandten des Eichhörnchens, sondern die Lemuren, die zu einer anderen Säugetierordnung gehören. Manche dieser Halbaffen heben beim Sprung von hoch gelegenen Plätzen die Hände schräg über den Kopf; dabei kann man in den Achselhöhlen zwischen den Armen und den Körperseiten kleine Hautfalten beobachten. Diese, der lange buschige Schwanz und auch die Haare an den Körperseiten unterstützen die gleitflugartigen Sprünge des Tieres.

Ein Kapuzineräffchen, der Satansaffe, hat nicht nur Falten in den Achselhöhlen wie die Lemuren, sondern es besitzt noch Flughäute zwischen Hals und Oberarm.

Eine richtige, vollkommen ausgebildete Hautfalte, die sich vom Ellenbogen bis zur großen Zehe ausdehnt, können wir erst bei der Beutelmaus feststellen.

Dieses kleine Tier, das vom Kopf bis zum Schwanzende nicht länger als 15 Zentimeter ist, kann sich Sprünge bis zu zehn Metern leisten.

Ein naher Verwandter der Beutelmaus, der gleichfalls zu den Beuteltieren gehört, ist dreimal so groß und nutzt für die Ausdehnung der Flug-

haut die gesamte Länge der Vorder- und Hinterbeine aus. So ausgerüstet, kann sich das Tier von einem zehn Meter hohen Baum zu einem Ziel gleiten lassen, das dreißig Meter von ihm entfernt ist.

Wer noch immer meint, das seien trotz der beachtlichen Luftreisen keine Flüge, sondern nur Sprünge, der nehme das Zuckereichhörnchen als Beispiel. Von einem hohen Eukalyptusbaum kann es vierzig bis fünfzig Meter im Gleitflug zurücklegen und verfehlt sein Ziel niemals. Das Tier vermag sogar in der Luft die Richtung zu ändern und auf einem anderen Baum zu landen, als ursprünglich beabsichtigt war.

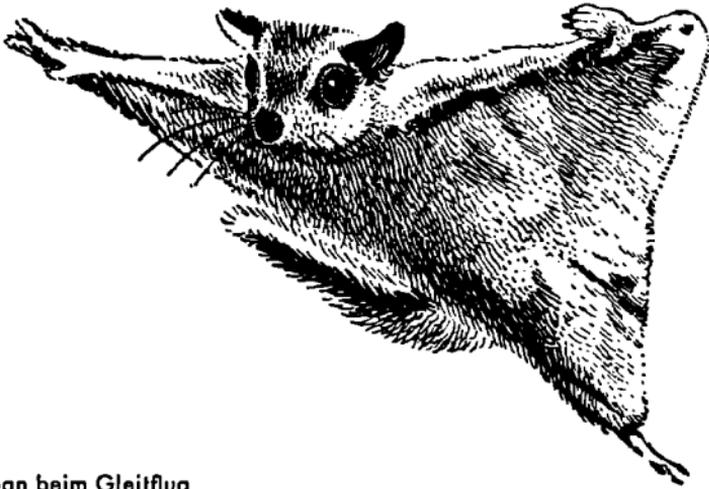
Damit sind wir aber noch nicht am Ende der Liste der fliegenden Säugetiere angelangt. Kehren wir zu den Nagetieren zurück. Ein Verwandter des Eichhörnchens ist der Taguan.

Hier haben wir ein Tier von der Größe einer Hauskatze vor uns. Es ist etwa sechzig Zentimeter lang. Macht sich der Taguan sprungbereit und dehnt dabei seine Flughäute aus, dann gleicht er einem großen Quadrat, das sich in die Lüfte erhebt. Der Taguan besitzt Flughäute zwischen den Vorderbeinen und dem Hals, zwischen den Vorder- und Hinterbeinen sowie zwischen den Hinterbeinen und dem Ansatz des Schwanzes. So werden alle herausragenden Teile des Körpers ausgenutzt, um dazwischen Tragflächen zu spannen.



Flughörnchen

Deutlich sind die Flughäute zwischen den Gliedmaßen zu erkennen



Assapan beim Gleitflug

Zur Gruppe der fliegenden Säugetiere gehört auch das sibirische Flughörnchen, das außer den erwähnten Flughäuten noch einen abgeplatteten Schwanz hat, so daß sich die Oberfläche vergrößert.

Neben den Taguanen, die in Indien oder auf Ceylon leben, und dem Flughörnchen in Sibirien gibt es noch weitere fliegende Nagetiere. Hier sei nur noch der in Nordamerika lebende Assapan erwähnt, ein naher Verwandter des sibirischen Flughörnchens, der bedeutend kleiner ist. Er wird sehr zahm und daher von den Menschen oft gefangen und gezüchtet.

Ich habe alle diese Tiere erwähnt, um zu beweisen, wie auch in den verschiedenen Erdteilen das Leben im Wald, also die gleiche Umwelt, bei verwandten und oft sogar bei verhältnis-

mäßig entfernt verwandten Gattungen ähnliche Veränderungen hervorruft.

Wer Gelegenheit hat, eine Fledermaus mit ausgedehnten Flügeln zu beobachten, kann sich davon überzeugen, daß sie auch drei Flughäute besitzt. Durch die Ausdehnung ihrer Gliedmaßen



Ohrenfledermaus. Bei den Fledermäusen bildete sich zwischen den langen Fingern noch zusätzlich eine Flughaut

sind diese bedeutend größer als bei den anderen fliegenden Säugetieren. Darüber hinaus wurde der gesamte Flugmechanismus vervollkommen: Zwischen den langen Fingern hat sich noch eine zusätzliche Haut entwickelt. Nur der Daumen ist frei geblieben. Der Brustkorb hat sich vergrößert, die Muskulatur verstärkt. Fledermäuse sind in der Lage, von jeder beliebigen Stelle aus zu starten. Sie brauchen dazu nicht immer einen hoch gele-

genen Startplatz; es genügen auch kleine Erhöhungen wie Maulwurfshügel.

Die Fähigkeit zu fliegen hat sich aber nicht nur bei Vögeln und Säugetieren entwickelt. Auch bei Reptilien, bei Amphibien und sogar bei Fischen sind Ansätze für bestimmte Fluggliedmaßen zu finden.

VON RUCKENBRUTERN UND FISCHEN, DIE LEBENDE JUNGE ZUR WELT BRINGEN

Bis vor kurzer Zeit waren die Biologen der Meinung, daß nur die höchstentwickelten Tiere lebende Junge zur Welt bringen. Alle anderen – Vögel, Reptilien, Fische, Weichtiere, Insekten und Würmer – vermehren sich, indem sie Eier legen. Heute braucht man niemand mehr zu erklären, daß sich alle Tiere, mit Ausnahme der Einzeller, aus Eiern entwickeln. Aus der Eizelle bildet sich ein neuer vielzelliger Organismus.

Ich betone also, daß sich alle Tiere durch Eier geschlechtlich fortpflanzen.

Den Begriff „geschlechtlich“ mußte ich hinzufügen; denn aus einem durchgeschnittenen Regen-



Schlüpfende Krokodile

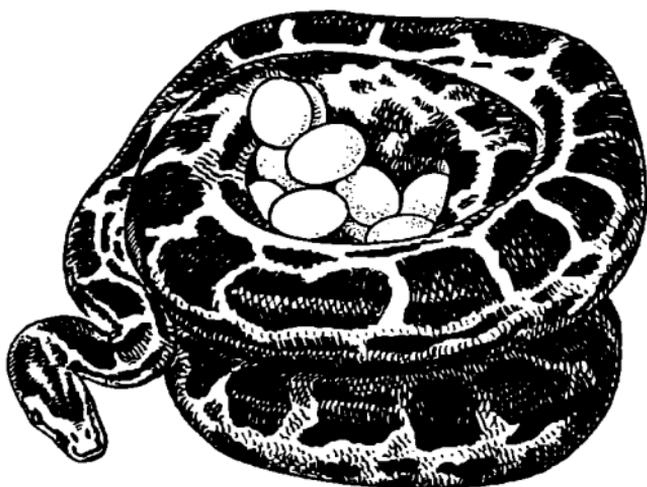
wurm, dessen Teile die fehlende Hälfte ersetzen können, werden zum Beispiel zwei Tiere. Das läßt sich mit „Vermehrung“ gleichsetzen. Es gibt auch viele niedere Tiere, vor allem Hohltiere, die sich außer auf geschlechtliche Art auch durch Knospung fortpflanzen.

Aber es stimmt doch, daß einige Tiere lebende Junge zur Welt bringen, während andere Eier legen?

Die Nachkommen mancher Tiere verlassen den mütterlichen Körper als ein fertig ausgebildeter Organismus, der mehr oder weniger lebensfähig ist. Bei anderen entwickelt sich die befruchtete Eizelle außerhalb des mütterlichen Körpers und formt sich weiter.

Die früheren Naturwissenschaftler betrachteten den Organismus als etwas Feststehendes, als Ergebnis einer Schöpfung, das für alle Zeiten Bestand hat. Sie beachteten nicht, daß sich jeder Organismus ständig verändert, entwickelt. Sie begingen den Fehler, das Lebendgebären als Eigenschaft einer bestimmten Tiergruppe anzusehen, und meinten, diese Form der Fortpflanzung sei die vollkommenste und nur bei den im zoologischen System am höchsten stehenden Tieren möglich.

In Wirklichkeit bringen nicht ausschließlich Säugetiere, sondern auch Reptilien, Amphibien und Fische manchmal lebende Junge zur Welt. Ich brauche nicht bei den niedersten Wirbeltieren



Pythonschlange ringelt sich um ihre Eier, bis die Jungen schlüpfen

haltzumachen; das gleiche kommt auch bei Insekten und Würmern vor.

Erstaunlicherweise gebären die Weibchen innerhalb einer Ordnung, ja einer Art unterschiedlich: Die einen bringen lebende Junge zur Welt, die anderen legen Eier. Dasselbe Weibchen kann sogar in einem Jahr vollentwickelte Larven gebären und im nächsten Eier legen.

Diese Erkenntnisse zeigen uns, daß sich auf Grund des Geburtsvorganges, der so unterschiedlich ist, die Tiere nicht systematisch ordnen lassen. Aber er beweist uns etwas anderes sehr Wesentliches, nämlich wie ausgezeichnet sich die Tiere an die Verhältnisse ihrer Umwelt anpassen können. Die Brutpflege in ihrer Vielfältigkeit bietet hierfür ein anschauliches Beispiel.

Beginnen wir bei den Reptilien.

Die Schildkröten zum Beispiel kümmern sich um ihre Nachkommenschaft nicht mehr, sobald sie die Eier dem Sand anvertraut haben.

Einige Riesenschlangen zeigen in der Brutpflege schon einen Fortschritt: Das Weibchen ringelt sich um seine Eier und bewacht sie, bis die Jungen ausschlüpfen.

Die Vögel, die nächsten Verwandten der Reptilien, sind in der Brutpflege schon sehr weit vervollkommnet. Sie bedecken ihre Eier mit dem Körper, und zwar nicht nur, um sie zu behüten, sondern vor allem, um ihnen Wärme zu spenden. Die Nesthocker bringen ihren unbeholfenen Nachkommen nach dem Ausschlüpfen noch längere Zeit hindurch Nahrung und Wasser. Die Nestflüchter führen ihre Jungen zu den besten Futterplätzen und versuchen sie vor drohenden Gefahren zu schützen.

Bisher habe ich nur Tiere erwähnt, die Eier legen. Wie aber geht es bei denen zu, die lebende Nachkommen zur Welt bringen?

Die Mutter überläßt ihre Nachkommen nicht im Embryonal-Stadium der Umwelt, sondern behält das befruchtete Ei im Körper. So ist der Embryo, der Keimling, noch geschützt während der für ihn gefährlichsten Zeit, in der er noch keine Organe besitzt, um die Nahrung aufnehmen zu können oder zu atmen, und in der er über kein Zentrum verfügt, das seinen Organismus steuert.



Cichliden-Weibchen (Maulbrüter) mit Jungfischen

Wie bei der vorher beschriebenen Tiergruppe, die Eier legt, können wir auch bei den lebende Junge zur Welt bringenden Tieren verschiedene Entwicklungsstufen der Brutpflege beobachten, sogar den Übergang von der einen zur anderen.

Hierzu gehören jene Fische, die den Namen Cichlidae tragen. Sie legen noch Eier, die Mutter nimmt aber diese anschließend ins Maul, bis die kleinen Fische ausschlüpfen. Oft gestattet sie ihnen sogar, solange sie noch klein und unbeholfen sind, diesen sicheren Zufluchtsort weiterhin zu benutzen. Jedenfalls vollzieht sich die gesamte embryonale Entwicklung innerhalb des mütterlichen Körpers, obwohl diese Fische Eier legen.

Kommen wir nun zu den Haien.

Eine Art legt Eier von merkwürdiger Form. Sie sehen aus wie viereckige Tabakdosen; außen sind sie mit langen elastischen Fäden versehen, mit denen sie an Wasserflanzen befestigt werden.

Andere Haie, also Tiere innerhalb der gleichen Ordnung, werden mit der Brutpflege anders fertig.

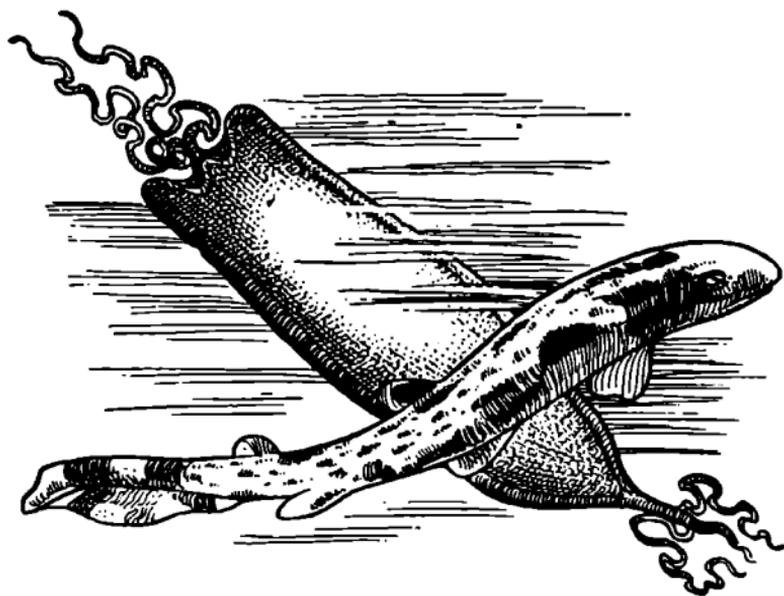
Ihre Eier verlassen den Körper nicht. An einer bestimmten Stelle des Eileiters entwickelt sich bei ihnen ein taschenförmiges Gebilde, dessen Wände reichlich mit Kapillargefäßen, feinsten Blutadern, durchsetzt sind, und dort werden die Eier „aufbewahrt“. Der Keimling wächst mit dem Dottersack an den blutreichsten Teil des Eileiters

seiner Mutter an. So findet er in ihrem Körper nicht nur Schutz und nutzt die Dottervorräte aus, die ihm die Mutter mitgab, sondern nimmt noch zusätzlich aus ihrem Blut Nahrung auf.

Ähnlich ist es auch bei den Säugetieren. Bei ihnen bildet sich eine Placenta (Mutterkuchen), durch die sich der Embryo ernährt.

Wo bleibt nun die eingangs erwähnte Vielfältigkeit der Brutpflege?

Ein wenig Geduld! Mit den Haien sind die Rochen sehr nahe verwandt. Früher wurden sie sogar zur gleichen Ordnung gezählt. Auch bei ihnen verbleiben die Eier im Eileiter. Es läßt sich



Geschlöpfter Katzenhai
Eitasche, die mit Fäden an Wasserpflanzen befestigt wird

aber kein der Placenta ähnliches Gebilde feststellen. Bei den Rochen münden lange röhrenförmige Drüsen in den Eileiter, die eine fett- und eiweißhaltige milchartige Flüssigkeit erzeugen. Die Drüsenausgänge wachsen zeitweilig an die Kiemenöffnungen des Embryos an. Auf diese Weise dringt die nahrhafte Flüssigkeit unmittelbar in die Verdauungswege des kleinen Wesens ein. Das ist eine andere Art der Brutpflege als bei den bisher erwähnten Tieren. Die Drüsen der Rochen sind aber nicht mit den Milchdrüsen der Säugetiere zu vergleichen. Mit der Milch werden bereits geborene Säugetiere ernährt, während das Erzeugnis der Rochendrüsen für den sich im Körper der Mutter entwickelnden Embryo bestimmt ist.

Es gibt noch ein anderes System der Brutpflege, dem wir aber nicht bei Wirbeltieren begegnen, sondern bei Gliederfüßlern, bei Skorpionen. Auch hier verläßt das Ei nicht den mütterlichen Körper. Während der ersten Entwicklungsstadien



Skorpion mit Jungen auf dem Rücken

ernährt sich der Keimling von den Dottervorräten. Sobald sich aber der Verdauungsapparat und die Mundöffnung gebildet haben, wachsen aus dem Darm der Mutter lange Röhrchen hervor. Jedes davon verbindet sich mit der Mundöffnung des Embryos. In diesem Fall bildet die Mutter in ihrem Körper weder Milch noch gibt sie etwas von der bereits verarbeiteten und vom Blut transportierten Nahrung ab, sondern teilt die frisch verzehrte Mahlzeit mit ihrem Kind.

Welches System das beste, welche Anpassung die günstigste ist, darauf wird kein Naturwissenschaftler eine Antwort geben können. Aber am weitesten verbreitet ist das System, Nährstoffe aus dem Blut der Mutter in das Blut des Embryos abzugeben.

Die Nährstoffe werden jedoch von den Keimlingen nicht immer in der gleichen Weise in der Gebärmutter oder in den Eileitern aufgenommen.

Ähnlich, wie ich von den Cichliden berichtete, die ihre Eier im Maul ausbrüten, macht es ein bestimmter Frosch. Bei ihm nimmt das Männchen die Eier auf. Diese gelangen durch die Mundhöhle in die sogenannten Schallblasen. Zunächst ernähren sich die Embryonen vom Dotter. Ist es verbraucht, wachsen sie an den Wänden der Schallblase fest und ernähren sich von den im väterlichen Blut transportierten Nährstoffen. Hier bleiben sie, bis sie sich aus Kaulquappen zu fertigen Fröschen entwickelt haben. Dann kommen sie

aus dem Maul des ziemlich erschöpften Vaters auf die Welt.

Etwas anders sieht die Brutpflege bei den Rückenbrütern aus. Schon der Name sagt darüber Näheres aus. Das Männchen befestigt die frisch gelegten befruchteten Eier auf dem Rücken des Weibchens. Die Haut schwillt an und umgibt die Eier mit einem Gewebe, das mit Blutgefäßen reich durchsetzt ist. Aus jedem Ei entwickelt sich in einer kleinen Gewebekammer ein Frosch, der von den eiweißhaltigen Absonderungen der Wände seiner Wohnung lebt.

Die Kreuzotter ernährt ihre Embryonen, die sich im Ei entwickeln, weder durch ihr Blut noch mit Absonderungen von Drüsen. Sie verzehren nur das Eidotter. Das Muttertier bringt die Jungen erst in dem Zeitpunkt zur Welt, in dem sie die Eihülle als normale kleine Schlangen verlassen können, die sich selbständig bewegen.

Nun kommen wir endlich zu dem eingangs erwähnten Fall: Dasselbe Tier bringt manchmal



Salamander

lebende Junge zur Welt, manchmal legt es Eier. Im Süden Polens lebt eine Salamanderart, die wir uns daraufhin ansehen wollen. Dieser Lurch wandert im Frühjahr – wie das die Lurche allgemein zu tun pflegen – zu flachen stehenden Gewässern, um dort seinen Laich abzulegen. Aus den Eiern entwickeln sich Larven, die den Kaulquappen ähneln. Nach einer gewissen Zeit wachsen ihnen Beine, die Kiemen bilden sich zurück, und schließlich kriecht ein kleiner Salamander an Land.

Die Gelehrten stellten mit diesen Salamandern Versuche an. Man brachte die Tiere in Terrarien ein und verringerte das Wasser in den darin befindlichen kleinen Bassins von Tag zu Tag.

Was geschah daraufhin?

Die Salamander begannen ihre Eier in den Eileitern zu behalten. Da sich die Befruchtung der Eier bei diesen Amphibien im Körper vollzieht, entwickelten sich auch die Embryonen im Körper des Weibchens. Das feuchte mütterliche Gewebe ersetzte das Wasser. Und jetzt zeigten sich die Unterschiede: Manche Salamander „legten“ lebende Kaulquappen, die noch keine Beine hatten, in die Wasserbehälter, andere Kaulquappen mit Gliedmaßen. Schließlich gab es auch Muttertiere, die unter diesen außergewöhnlichen Bedingungen bereits voll ausgebildete Salamander zur Welt brachten.

Hier erkennen wir deutlich, daß alle Unterschiede

in der Brutpflege durch die Umweltbedingungen hervorgerufen werden. Nur Tiere, die sich anpassen können, bleiben erhalten.

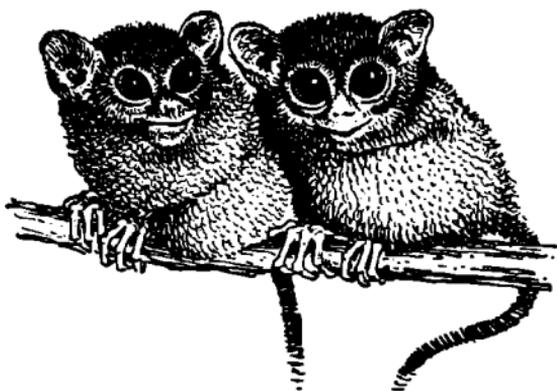
SOMMER- UND WINTERSCHLAF

Wie wir wissen, besteht der menschliche, der tierische und auch der pflanzliche Körper aus Zellen, deren Hauptbestandteil eine gallertartige, durchsichtige Masse bildet – das Protoplasma. Im Protoplasma der Zellen werden Stoffe aus der Umwelt zu körpereigenen Stoffen umgewandelt.

Während des Schlafs hört diese Arbeit in den Zellen nicht vollkommen auf, sie wird jedoch stark gehemmt: Die Muskelbewegungen sind herabgesetzt, die Atmung und die Herzschläge werden verlangsamt, und auch die Ausscheidungsorgane schränken ihre Tätigkeit ein.

Zahlreiche Wissenschaftler versuchten die Ursachen des Schlafs zu ergründen, aber keinem gelang es vollkommen. Eines ist jedoch klar: Es handelt sich beim Schlaf um eine Hemmung in der Großhirnrinde, einem Teil des Gehirns. Der Schlaf ist also vor allem auf Vorgänge im Nervensystem zurückzuführen.

Wir wollen hier aber nicht näher darauf eingehen, sondern nur auf den Standpunkt eines französischen Gelehrten hinweisen. Er hat fest-



Diese großäugigen Koboldmakis sind an das Nachtleben angepaßt

gestellt, daß der normale Schlaf eine biologische Erscheinung ist, die es dem Lebewesen ermöglicht, sich an bestimmte Veränderungen in seiner Umwelt anzupassen.

Zum Beispiel: Tag und Nacht lösen sich ab. Dadurch wird das Tier innerhalb von kurzen Zeiträumen vor andere Lebensbedingungen gestellt. Der Organismus, der bei Licht tätig ist und mit dem Gesichtssinn Nahrung zu suchen sowie drohende Gefahren wahrzunehmen vermag, zeigt sich in der Nacht sehr hilflos. Seine Bewegungen werden unsicher, da er sich im Dunkel schwer zurechtfinden kann. Umgekehrt fühlen sich die Tiere am Tage unsicher, die sich an ein nächtliches Leben angepaßt haben und überwiegend vom Geruch, Gehör oder Tastsinn geleitet werden. Tageslicht blendet sie. Der Schlaf hilft den einen wie auch den anderen, über die für sie ungünstige Zeit hinwegzukommen.

Besonders deutlich zeigen uns der Sommer- und Winterschlaf, wie sich der Organismus der Tiere an die Lebensverhältnisse angepaßt hat. Wenn zum Beispiel durch übermäßige Hitze, Frost oder Schnee ein Mangel an Nahrung entsteht, dann wird diese Zeit „verschlafen“.

Erinnern wir uns noch einmal an den Hinweis am Anfang des Kapitels, daß sich während des Schlafs die Tätigkeit einzelner Organe verändert und vor allem die Stoffumwandlung stark gehemmt wird. Das Herz des amerikanischen Opossums schlägt unter normalen Bedingungen hundertmal und, wenn es gereizt wird, vierhundertmal in der Minute, während des Schlafs jedoch nur alle drei Sekunden einmal und an sehr kalten Orten sogar nur alle zwölf Sekunden. Dasselbe Tier atmet statt zweihundertmal in der Minute zu normalen Zeiten nur einmal in zwei Minuten während des Dauerschlafs. Die Körpertemperatur sinkt von plus 32 Grad auf plus 3 Grad, ja sogar nur auf plus 1 Grad. Trotzdem wird der Stoffwechsel nicht völlig gehemmt; das ist schon aus dem Verlust des Körpergewichts ersichtlich.

Das Opossum verliert im Laufe des fast ein halbes Jahr währenden Schlafs nahezu zehn Prozent seines Gewichts; der Igel nach 18 Wochen etwa 30 Prozent und die Fledermaus nach 23 Wochen ein Drittel ihres ursprünglichen Gewichts.

Wir sagen: Ein Tier hat soundso viel Prozent von seinem Gewicht verloren. Was soll man als das

normale Gewicht des Tieres annehmen, wonach die Prozente des Gewichtsverlustes berechnen? Wir wissen, daß kein Tier plötzlich in den Dauerschlaf verfällt; der Igel zum Beispiel beginnt damit nicht auf einmal, kriecht also nicht sofort in einen Blätterhaufen, um vier Monate hindurch zu schlafen, sondern unterbricht die Ruhe während der ersten Zeit mehrmals.

Der Organismus eines Tieres bereitet sich etwa acht Wochen lang auf den Schlaf vor. Es sammelt unter der Haut, in der Bauchhöhle, zwischen den Därmen große Fettvorräte an. Der Gewichtsunterschied bei einem Igel zwischen Sommer und Herbst, also unmittelbar bevor er in den Winterschlaf verfällt, beträgt 15 bis 20 Prozent. Trotz der großen Fettvorräte wacht das Tier sehr erschöpft auf.

Zweifellos ist der Dauerschlaf, wie bereits gesagt, auf die Umweltbedingungen zurückzuführen. Es wäre aber falsch, anzunehmen, er sei die unmittelbare Folge des Nahrungsmangels oder der Kälte.

Durch zahlreiche Experimente konnte man feststellen, daß manche Tiere trotz beachtlicher Kälte nicht in den Winterschlaf verfallen, während das bei anderen bereits bei 16 Grad Wärme geschieht.

Manche Wissenschaftler erklärten sich den Winterschlaf damit, daß die Kälte das Tier zwingt, sich in einen Blätterhaufen oder in die Erde ein-

zugraben, wo die Atembedingungen sehr erschwert sind. Sie meinten, der Mangel an Sauerstoff und der Überfluß an Kohlendioxyd im Versteck seien die Ursache für diesen körperlichen Zustand. Aber das erwies sich als falsch, weil diese Tiere auch bei genügend Atemluft in den Winterschlaf verfielen.

Auch der bereits erwähnte Futtermangel hält einer genauen Untersuchung nach der unmittelbaren Ursache des langen Schlafs nicht stand. Die Murmeltiere verfallen in den Winterschlaf bereits zu einer Zeit, in der noch ringsumher viele Pflanzen zu finden sind, von denen sie sich ernähren könnten. Das gleiche gilt auch für Tiere in zoologischen Gärten, die täglich ihre Futterrationen erhalten.

Anscheinend handelt es sich beim Dauerschlaf in jedem Fall um feste, vor langen Zeiten erworbene Gewohnheiten, die mit immer wiederkehrenden Veränderungen im Nervensystem und der Tätigkeit bestimmter Drüsen zusammenhängen.

Die Wissenschaftler unterscheiden heute bei den Winterschläfern drei Gruppen:

Die Reptilien, Amphibien, Schnecken oder Insekten, die zu den wechselwarmen Tieren gehören, verfallen in eine lang andauernde winterliche Erstarrung, die man eigentlich nicht als Schlaf bezeichnen kann. Sobald nämlich die Temperatur unter plus zehn Grad absinkt, wird die Lebensfähigkeit in den Zellen stark herabgesetzt, und es tritt die Starre ein.

Im zweiten Fall handelt es sich um den wirklichen Winterschlaf, den wir in diesem Kapitel behandeln. Tiere mit gleichwarmem Blut, die die Fähigkeit besitzen, ihre Gewebe in der für den Stoffwechsel notwendigen Temperatur zu halten, vermögen diese mehr oder weniger herabzusetzen und verfallen in den Winterschlaf.

Schließlich halten Tiere mit gleichwarmem Blut auch die sogenannte Winterruhe. Sie hemmen ihre Lebenstätigkeit ziemlich stark, verlassen die Lager, Nester und Höhlen fast gar nicht, verfallen aber nicht in einen richtigen Schlaf. Zu diesen Tieren zählt man den Bären, den Dachs und das Eichhörnchen.

In Gegenden, in denen ein äußerst strenger Winter von einem sehr heißen Sommer abgelöst wird, und auch in den Tropen, begegnen wir Tieren, die in den Sommerschlaf verfallen. Er dauert manchmal drei bis vier Monate.

Haselmaus im Winterschlaf



Die Haselmaus schläft in beiden Jahreszeiten. Während sich das Tier im Winter zu einem Knäuel zusammenrollt, streckt es sich während des Sommerschlafs zu voller Länge aus. Das unterschiedliche Verhalten ist wahrscheinlich auf die Außentemperatur zurückzuführen. Das Tier schläft schon bei plus 18 Grad Celsius, also bei mittleren Temperaturen, gewöhnlich von Mitte Juni bis Mitte Juli.

Beim Ziesel geht der Sommerschlaf manchmal ohne Erwachen in den Winterschlaf über. Es kann vorkommen, daß das Tier ohne Pause bis zu acht Monaten schläft und ein normales Leben nur im Frühling führt.

Während der Winterschlaf in gewissem Grade mit dem Schutz vor der Kälte und damit der Temperatur zusammenhängt, steht der Sommerschlaf nur begrenzt mit den Wärmeverhältnissen in Verbindung.

Der Sommerschlaf ist nämlich nur zwischen zwölf und zwanzig Grad möglich. Steigt die Außentemperatur an, sind die Tiere derart erschöpft, daß ihre Körpertemperatur auf 31 Grad absinkt; sie verfallen aber nicht vollkommen in Schlaf. Auch wenn sie bereits schlafen, wachen sie sofort auf, falls das Thermometer über 22 Grad Wärme anzeigt.

Jedenfalls haben die Wissenschaftler recht, die alle Formen des Dauerschlafs nur als Anpassung an die klimatischen Verhältnisse betrachten.

Auch die Vögel, die überhaupt nicht in Dauerschlaf verfallen, sondern alljährlich ihre Züge durchführen, haben sich damit an ihre Umwelt angepaßt.



Ziesel

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| Wo kamen die Zähne her? | 5 |
| Die Bakterienfarm im Magen | 18 |
| Wie der Elefant zu seinem Rüssel kam | 28 |
| Wo fängt der Schwanz der Schlange an? | 42 |
| Krallen und Hufe | 55 |
| Wie der Wal sein Haarkleid verlor | 68 |
| Fliegende Säugetiere | 81 |
| Von Rückenbrütern und Fischen, die lebende Junge zur Welt bringen | 92 |
| Sommer- und Winterschlaf | 103 |

MEHR WISSEN – MEHR VERSTEHEN

durch unsere Buchreihe

Die „Welt In der Tasche“

- | | | |
|--------|-------------|--------------------------------|
| Nr. 1 | Kloffe | Energie der Zukunft |
| Nr. 2 | Kannenberg | Auf den Spuren des Lichts |
| Nr. 3 | Seyfert | Vögel auf großer Fahrt |
| Nr. 4 | Czaya | Schätze des Meeres |
| Nr. 5 | Lewandowska | Tiere als Baumeister |
| Nr. 6 | Hitziger | Dem Mann im Monde auf der Spur |
| Nr. 7 | Alschner | Tiere auf großer Wanderung |
| Nr. 9 | Seyfert | Aus den Gärten des Südens |
| Nr. 10 | Iljin | Die Sonne auf dem Tisch |
| Nr. 11 | Iljin | Wie spät ist es? |

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN



MEHR WISSEN – MEHR VERSTEHEN

Die „Welt in der Tasche“

Unsere Buchreihe aus Forschung und Technik

Jeder Band

2
MARK

