Vorschläge zur physiologischen Gefangenschaftshaltung von Wasserschildkröten

Walter Sachsse

Eine Abbildung

Eingegangen am 29. Oktober 1966.

Inhalt: Einleitung — A. Behälter — B. Temperatur — C. Licht — D. Wasserzusammensetzung — Zusammenfassung — Summary — Schriften.

Eine Reihe von Gefangenschaftsbeobachtungen haben zu dem Bestreben geführt, gegenüber den herkömmlichen Versuchen, die Natur im Aquarium nachzubilden, etwas Neues zu schaffen, das den Bedürfnissen der Tiere stärker entgegenkommt. Daneben bestand aber auch der Wunsch, besser beobachten zu können und die Haltung zu rationalisieren.

Die im folgenden dargestellten Entwürfe befassen sich mit der unbelebten Umwelt, den sogenannten abiotischen Faktoren des Lebens (SCHWERDTFEGER, 1963). In Gefangenschaft werden sie umgrenzt durch den Behälter: Seine Einrichtung, die in ihm befindlichen Substrate, außerdem Temperatur und Licht.

A. Behälter

Der Schildkrötenpanzer schränkt die Beweglichkeit seines Trägers so stark ein, daß zur ausreichenden Entfaltung verhältnismäßig viel Platz beansprucht wird. Da sich aber Wasserschildkröten schwimmend auch in der dritten Dimension des Raumes bewegen, sollte diese möglichst stark ausgenutzt werden. Beobachtungen der Schwimmweise in Gefangenschaft haben gezeigt, daß viel mehr Arten als vermutet tiefes Wasser bevorzugen, also einen Wasserstand, der das Mehrfache der Länge des Tieres beträgt. Es sind die Schildkröten, die durch eine die Lunge umschließenden Muskel, das Striatum musculare pulmonale (GEORGE und SHAH, 1954) in ähnlicher Weise wie durch eine Schwimmblase befähigt sind, ihr spezifisches Gewicht so zu regulieren, daß sie im Wasser schweben können. Besonders gut zu beobachten ist das bei den Gattungen *Emys, Graptemys, Kachuga, Pseudemys, Lissemys, Pelusios, Chelodina, Emydura, Hydromedusa,* aber auch sämtliche Kinosterniden, *Chinemys, Cuora, Malayemys* und viele andere erwiesen sich dazu in der Lage. Das tiefe Wasser ist auch der Lebensraum der Jungtiere, sobald die ersten Wochen überwunden sind.

Zur Beobachtung ist stets ein übliches Aquarium ab 100 l, besser ab 200 l Inhalt am besten geeignet. Da die wesentliche Einrichtung für den Land- und Flachwasserteil an zwei Schienen von oben in die Mitte der Wasserfläche eingehängt werden soll, kann der Behälter bis knapp unter den Rand gefüllt werden. Für gut schwimmende Arten installiert man zwei Eternitplatten, etwa halb so groß wie die Wasserfläche, die etagenartig übereinander von isolierten Drähten getragen werden. Dazu werden die Platten an drei entgegengesetzten Stellen mit Bohrlöchern von 3 mm versehen, die auf Knoten des Drahtes zu liegen kommen. Die untere Platte soll horizontal und soweit unter dem Wasserspiegel hängen, daß die Tiere auf 4 Füßen stehend Luft holen können, die obere schräg und zwar so, daß sie an einer Seite 2 cm unter der Oberfläche beginnend um insgesamt 5—7 cm ansteigt. Dort, wo sie unter

Wasser liegt, soll sie die untere Platte nicht ganz überdachen, damit die Schildkröten eine Hilfe beim Hochsteigen haben und auch auf dieser Seite von unten Luft holen können. Da die Insassen ja meistens an den Seitenwänden hochschwimmen, läßt man die hängende „Etageninsel" dort nicht anstoßen. Dadurch ist auch oben das Entweichen unmöglich. Über dem Landeplatz bringt man die Strahlungslampe an. (Abb. 1). Statt Eternitplatten lassen sich auch solche aus Kunststoff verwenden. Beide sollen besonders an den Rändern kräftig mit grobem Schmirgelpapier bearbeitet sein, zum Halt für die Tiere und zum Ansatz von Algenwachstum. Bei Kunststoff empfiehlt es sich überhaupt, den Hochglanz der Oberfläche durch ein organisches Lösungsmittel (z. B. Xylol) zu zerstören.

Für die vorgenannte Anordnung gibt es viele Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Variation: In den Gattungen *Kachuga* und *Graptemys* finden sich z. B. gute Schwimmer, welche die Etage nicht benutzen, sondern vom Sonnenplatz stets sofort ins tiefe Wasser flüchten. Hier erübrigt sich die untere Platte. Andere Arten, z. B. *Malayemys*, gehen bei ausreichender Temperatur kaum an Land, sondern sonnen sich mit herausgestrecktem Kopf im flachen Wasser. Für sie bringt man nur eine Platte soweit unter der Oberfläche an, daß die Tiere gerade noch mit Wasser bedeckt sind. Das Flachwasser unter der Strahlungslampe erwärmt sich besonders stark. Schildkröten mit kleinen Extremitäten, z. B. *Kinosternon-*, *Sternotherus-* und *Cuora*-Arten haben etwas mehr Schwierigkeiten beim Hochschwimmen. Wenn nicht der gesamte Wasserraum mit *Elodea* oder anderen Pflanzen angefüllt ist, hängt man am besten mit Drahthaken an einer oder zwei Seitenwänden dünne Kokosmatten ein, die vom Boden bis kurz unter die Oberfläche reichen. Diese Sicherheit gegen Ertrinkungsunfälle hat sich auch bei allen Neuankömmlingen bewährt, die kein tiefes Wasser gewohnt waren.

Um eine Ablegemöglichkeit für Eier zu schaffen, kann man die gesamte „Etageninsel" durch eine 7—12 cm tiefe Kunststoffschale ersetzen, der man mit der Blechschere den Rand abgeschnitten hat, oder einfach durch eine größere Eisschrankschale. Ich schlage vor, bei der Erprobung mit fast trockenen Substraten zu beginnen. Kleinere Behältnisse dieser Art lassen sich dann im Gesamten in den Brutschrank stellen. Selbstverständlich sollen auch hier „Kletterstufen" angebracht sein, z. B. in Form angeklebter Kunststoffstreifen.

Die hängenden Einrichtungen bieten folgende Vorteile: 1. Das Ausmaß des Aquariums, bei großen Behältern kostspielig, bleibt in der Gesamtheit zum Schwimmen frei, im Gegensatz zu den herkömmlichen Einrichtungen (zusammengefaßt bei KLINGELHÖFFER, 1955; KREFFT, 1949 und JAHN, 1959), bei denen Flachwasser- und Landteil vom Boden her fest aufgebaut werden. 2. Der Bewegungsraum ist vervielfacht und in mehrere Ebenen übereinander gegliedert, wodurch sich rivalisierende Tiere außer Sicht kommen können. 3. Land- und Flachwasserteil sind sehr geräumig und leicht zu erklimmen. Letzterer bietet allen Tieren Sichtschutz von oben. 4. Die Beobachtungsmöglichkeiten von der Seite sind uneingeschränkt sehr gut, ebenso die Möglichkeiten zum fotografieren. 5. Unregelmäßig gestaltete, veralgte Platten stören das natürliche Aussehen kaum. 6. Die Anlage ist für die Tiere unfallsicherer. 7. Sie ist ohne größeren Arbeitsaufwand oder Materialverlust zu reinigen und zu desinfizieren. 8. Gute Haltbarkeit; für die Kokosmatte 2 Jahre, wenn sie die Oberfläche nicht erreicht. Erprobt wurden solche Einrichtungen seit 4 Jahren bei den Arten *Kinosternon bauri palmarum, flavescens* und *subrubrum, Chinemys reevesii, Chrysemys picta picta, Clemmys bealei, Cuora amboinensis, Emys orbicularis, Graptemys pseudogeographica, Kachuga t. tecta* und *t. tentoria, Pseudemys dorbigni* und *scripta elegans, Lissemys punctata, Pelusios sinuatus, Podocnemys unifilis, Chelodina longicollis* und *sulcifera, Emydura krefftii* und *macquarrii* und *Hydromedusa tectifera*. Fast stets zeigte sich bei der

ersten Orientierung der Schildkröten im Behälter bereits der Erfolg. Diese Zeitspanne gibt dem Beobachter allgemein die meisten Hinweise, welche besonderen Modifikationen für diese oder jene Art noch anzubringen sind. An dieser Stelle soll noch ein praktisches Provisorium angegeben werden: In eine der im Haushalt üblichen ovalen Plastikwannen von 100 l Inhalt werden 2 dicke Kokosmatten (Fußtum musculare pulmonale, z. B. *Trionyx* (SHAH, 1958); bei *Geoemyda* ist es nur teilweise vorhanden. Das besagt aber nicht, daß keine dieser Arten in Freiheit in tiefem Wasser vorkommt. Weichschildkröten stellen ihre Höhenlage im Wasser durch die Ruderkraft der Beine zusammen mit der flachen, großen Scheibe des Panzers her. Außerdem besitzen sie wie die Schnappschildkröten wirkungsvollere Mecha-

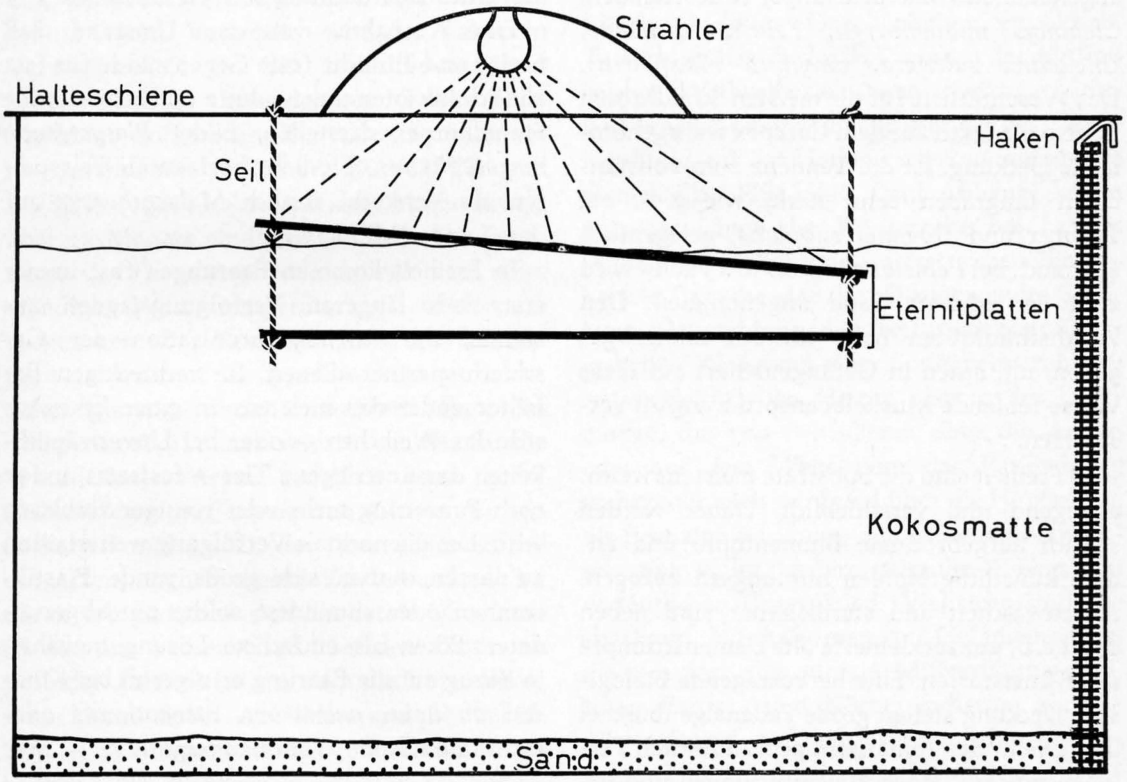

Abb. 1 Schematische Darstellung eines Aquariums für Wasserschildkröten. Näheres im Text.
Schematic drawing of an aquarium for turtles. Details in text.

abtreter) wie ein Dachfirst gegeneinandergestellt. Das Wasser kann so hoch reichen, daß die Matten noch um einige cm herausragen.

Ungeeignet sind die oben beschriebenen hängenden Inseln für die Gattungen *Trionyx, Macroclemmys, Chelydra, Platysternon*, einen Teil der *Clemmys*- und *Geoemyda*-Arten. Vielen dieser Schildkröten fehlt tatsächlich das Striatnismen zur direkten Sauerstoffaufnahme aus dem Wasser. Sie müssen also relativ weniger zur Oberfläche kommen (s. u.). Die wesentliche Einrichtung besteht hier aus einer Schicht feinen Sandes (Korngröße bis 1 mm), eineinhalb bis doppelt so hoch wie der Panzer des Tieres. Noch tiefere Lagen werden nicht ganz durchgewühlt und neigen dann zu stagnierender

Fäulnis. Die Höhe des Sandes, der physikalisch (Zirkulation, Oberflächenvergrößerung) und mikrobiologisch stets zur Klarhaltung des Wassers deutlich beiträgt, soll daher überhaupt von der Grabtätigkeit der Insassen abhängig gemacht werden. Diese ist nicht nur von der Art, sondern auch vom Lebensalter der Tiere (z. B. junge *Chelydra)* und vor allem vom Substrat selbst abhängig. Der im Verhältnis etwa zu Teichschlamm schwere Sand wird oft nicht angenommen *(Macroclemmys,* Kinosterniden, *Clemmys muhlenbergii, Pelusios sinuatus, Chelodina sulcifera, Emydura macquarrii).* Das Wesentlichste für die meisten Schildkröten ist also die taktil auf dem Carapax wahrgenommene Deckung. Ist die Tendenz zum vollständigen Eingraben sehr stark, wie z. B. bei *Trionyx* und *Dogania subplana,* gelegentlich aber auch bei *Pelusios sinuatus* u. a., dann wird auch der schwere Sand angenommen. Den Weichschildkröten habe ich ihn immer gegeben, um ihnen in Gefangenschaft auf diese Weise fehlende Muskelbeanspruchung zu verschaffen.

In Freiheit sind die Substrate meistens weich, anliegend und verschieblich. Daher werden seitlich aufgebrochene Blumentöpfe und andere künstliche Höhlen nur ungern bezogen. Auszuwaschen und sterilisierbar sind neben Sand z. B. gut zerkleinerte alte Damenstrümpfe aus Kunststoffen. Eine hervorragende biologische Deckung stellen große Fadenalgenbüschel dar. Die in der Aquaristik gebräuchlichen Perlongespinste können Umschnürungen und Ertrinkungsunfälle verursachen.

Schildkröten, die an der Wassergrenze leben, z. B. *Clemmys muhlenbergii* und *insculpta,* einige *Geoemyda*-Arten, *Terrapene carolina,* frischgeschlüpfte Jungtiere vieler Arten, benötigen ein Flachwasserbecken. Als Behälter eignen sich dazu neben Aquarien die durchsichtigen Plastikschalen größerer Vogelkäfige, z. B. 72 x 36 x 12 cm, oder rechteckige Plastikwannen, 80 x 80 x 20 oder 100 x 90 x 25 cm. Der Bewegungsfreude dieser Tiere und der geringen Menge schnell verschmutzenden Wassers muß man durch entsprechende Größen entgegenkommen. Als Landteil lassen sich Ziegelsteine mit Kokosmatten überdecken. Da hierbei durch die Oberflächenvergrößerung eine stärkere Verdunstung als durch eine glatte Wasserfläche eintritt, deckt man am besten, auch im Hinblick auf das Klima im Innern, fast dicht ab. In Geschäften für Gärtnereibedarf sind durchsichtige, mit Gitter verschmolzene Folien erhältlich, aus denen sich jede gewünschte Überdachung formen läßt.

Eine Ausnahme von dem Umstand, daß Steine und ähnliche feste Gegenstände für fast alle Schildkröten ungewohnte und behindernde Fremdkörper darstellen, bildet *Platysternon megacephalum:* Sie liebt horizontale Felsspalten als Versteck, ähnlich *Malacochersus* auf dem Lande (MELL, 1938).

In Freiheit kommen Paarungen fast immer erst nach längeren Verfolgungsjagden zustande, die der Synchronisation der Geschlechtspartner dienen. Im rechteckigen Behälter endet das meistens in einer Ecke, wo sich das Weibchen — oder bei Unverträglichkeiten das unterlegene Tier — festsetzt und je nach Panzerung mehr oder weniger zerbissen wird. Um die normale Verfolgung weiterlaufen zu lassen, haben sich große runde Plastikwannen oder zumindest solche mit abgerundeten Ecken als einfachste Lösung bewährt; in Bezug auf die Paarung erfolgreich bei *Kinosternon bauri palmarum, Sternotherus odoratus* und *Clemmys muhlenbergii.*

Ob man die Anlage „steril", also für häufige, vollständige Reinigung und Desinfektion bzw. Filterung, oder „biologisch" also mit Pflanzen einrichtet, hängt so eng mit den Faktoren Licht und Wasserzusammensetzung zusammen, daß diese Frage dort behandelt werden soll.

B. Temperatur

In Freiheit stellen Schildkröten die Vorzugstemperatur ihres Körpers durch Aufsuchen einer entsprechend temperierten Umgebung her. Diese Auswahl wird in Gefangenschaft sehr eingeengt; je kleiner der Behälter ist, desto

mehr. Aus den Verbreitungsgebieten läßt sich ersehen, daß die Ansprüche an Wärme im Vergleich zu anderen Reptilien verhältnismäßig hoch sind. Es ist anzunehmen, daß der Panzer auch der Temperaturkonstanz dient, aber ob Schildkröten Mechanismen besitzen, um ihre Körpertemperatur selbst etwas gegen die Außentemperatur zu regulieren, wie dies neuerdings für verschiedene Echsen festgestellt wurde (BARTHOLOMEW, TUCKER und LEE, 1965; BARTHOLOMEW, 1966), ist noch nicht bekannt. Vermutlich wird den Tieren in Gefangenschaft ein zur Bewältigung ihrer Lebensvorgänge ungeeigneter Temperaturrhythmus aufgezwungen, wahrscheinlich ein im Durchschnitt zu kalter. BOYCOTT und ROBINS (1961) haben mit dem besten Erfolg über 18 Monate eine größere Serie von Jungtieren von *Pseudemys scripta elegans* bei einer ständigen Wassertemperatur von 30 ± 3 °C aufgezogen. Zur Beschleunigung der fermentativ gesteuerten Stoffwechselvorgänge ist es sicher günstig, wenn einmal am Tage das Temperaturoptimum erreicht wird, das für die verschiedenen Arten zwischen etwa 27 °C *(Macroclemmys, Platysternon, Clemmys muhlenbergii)* und 34 °C (der überwiegende Teil der Arten) liegt. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß sich das letale Maximum jeweils nur wenige Grad über dem Optimum befindet. Falsch ist sicher auch die Vorstellung, man könne durch Abkühlen und Nicht-Füttern — Winterruhe — einen Sparzustand erreichen. Die Untersuchungen von DUNSON und WEYMOUTH (1965) haben gezeigt, daß sich die Arten aus den gemäßigten Breiten zwar durch einige spezielle Toleranzen gegenüber harten Lebensbedingungen angepaßt haben, daß dies aber nicht ohne Substanzverlust und Gefährdung verläuft, wie auch oft Freilandbeobachtungen bestätigt haben. Leider gibt es hierüber noch wenig Beobachtungen an Schildkröten. Durch Erlahmen des Stoffwechsels an der Zellmembran verlieren Süßwasserschildkröten bei Kälte Elektrolyte, die sie erst wieder bei Wärme ersetzen können. Ein stärkerer Verlust dieser Blutsalze führt unweigerlich zum Tod. Für die Praxis in Gefangenschaft heißt das, daß ein die Nahrung verweigerndes Tier bei normalen Temperaturen weniger Körpersubstanzen verliert als bei niedrigen.

C. Licht

Licht und Temperatur sind in Natur gekoppelt. Wahrscheinlich haben sich die noch stark von ihrer Umgebung abhängigen Reptilien im Laufe der Geschichte in ihrer Physiologie entsprechend diesen Gegebenheiten entwickelt. Tatsächlich hat P. LICHT (1966) den Einfluß solcher Wechselbeziehungen zwischen Licht- und Wärme-Einwirkung im Verlauf des Tagesrhythmus auf das Hodenwachstum von *Anolis* festgestellt. FISCHER fand Abhängigkeiten von der Länge der Winterruhe bei *Lacerta* (1966). Diese Befunde unterstreichen die bekannte Tatsache, daß die oft angewandte Glühlampenbestrahlung der Terrarien quantitativ in keiner Weise mit einer Sonneneinstrahlung zu vergleichen ist. Hierin, also in der Lichtmenge, die von den Tieren über die Augen oder auf dem Wege über das Parietalauge wahrgenommen wird und über die Hypophyse die Sexualentwicklung, den Mineralstoffwechsel und vieles andere stimuliert, liegt ein wesentlicher Unterschied. Vielleicht sind die abartigen Wuchsformen in Gefangenschaft, die sich fast alle auf ein Mißverhältnis zwischen Panzer- und Körperwachstum zurückführen lassen, auf dem Wege falscher hormoneller Impulse durch den Hypophysen-Zwischenhirn-Apparat entstanden. Die geringste Ausprägung dieser Störung besteht darin, daß der Panzer im Verhältnis zum Gewicht kleiner ist, das Tier also höher bzw. dicker.

Mangels genauer Kenntnis können wir heute nur ein spektral möglichst sonnenähnliches Licht mit gleichzeitiger Erwärmung auf das Temperaturoptimum bieten. Ob die Intensität von Strahlern wie z. B. Leuchtstoffröhren, Ultra-Vitalux-Lampen oder andere Glühbirnen, mit Sonnenstrahlung vergleichbar ist, läßt sich in etwa durch einen elektrischen Be-

lichtungsmesser (Fotografie) feststellen. Die Anwendung intensiven Lichtes hat die Aktivität und den Appetit der Schildkröten stets sehr gesteigert, auch bei sogenannten dunkelheitsliebenden Arten wie *Macroclemmys, Chelydra* und *Sternotherus odoratus*. Für wenig begründet halte ich dagegen die immer wieder angeführte Behauptung, daß ultraviolette Strahlung zur Verhütung von Rachitis bei Reptilien notwendig sei: 1. läßt die dicke, stoffwechselarme Oberflächenbedeckung der Kriechtiere fast überhaupt keine UV-Strahlen ins Gewebe (Durchdringung in Wasser bis 1 mm!), 2. wird mit der Nahrung stets genügend D_3 aufgenommen. Viel bedeutsamer erscheint mir ein ausreichender Fettgehalt des Futters zur Resorption der fettlöslichen, für Wachstum und Calciumstoffwechsel verantwortlichen Vitamine A und D. Erfolge nach UV-Bestrahlung sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die verwendeten Lampen spektrale Anteile sichtbaren, intensiven Lichtes enthielten (z. B. Ultra-Vitalux), die den üblichen Glühbirnen fehlen. Das hat die erkrankten Tiere möglicherweise hormonell aktiviert und geheilt. Interessant wäre der Versuch einer UV-Bestrahlung bei abgedecktem Kopf.

Die „biologische Haltung", der ich bei allen empfindlichen und ausgeprägt aquatilen Arten den Vorzug geben würde, beinhaltet, daß man nicht mehr als 1—2 kg Schildkröten in 200 l Wasser halten kann. Erforderlich sind dazu eine mehrstündige tägliche Sonneneinstrahlung oder ebenso starke Kunstbelichtung und ein einmaliger Wasserwechsel pro Monat. Die Vegetation soll so üppig wuchern, daß bei diesem Wechsel jeweils die Hälfte entfernt werden kann. Im tiefen Wasser hat sich am besten frei treibende *Elodea densa* bewährt, da an ihren glatten Blättern Schwebstoffe nicht hängen bleiben. Dagegen ist dies bei Fadenalgen der Fall. Ihre noch stärkere Assimilation macht sie zusammen mit der Eigenschaft, daß sie sich kaum auf den Landteil verschleppen lassen, besonders geeignet für den Flachwasserbehälter. Schwimmpflanzen sind nachteilig, weil sie den Wasserteil verdunkeln und kühl halten. Zusätzlich stellt sich bald eine Schwebealgentrübung ein, — sie bildet die einzige Vegetation eines Behälters mit pflanzenfressenden Schildkröten.

Die „sterile Haltung" erlaubt eine dunklere Aufstellung, stärkeren Besatz mit Tieren, bedarf aber als anfälliges System häufigerer Reinigung und stärkerer Kontrolle. Selbstverständlich sind viele exakte Untersuchungen nur in einem solchen kontrollierten System möglich. Der Unterschied dieser beiden Haltungsweisen, man kann sie auch die „natürliche" und die „technische" nennen, ist so groß, daß ihre physiologischen Auswirkungen heute noch nicht zu übersehen sind, besonders in der mikrobiologischen und biochemischen Zusammensetzung des Wassers.

D. Wasserzusammensetzung

Nicht nur bei jedem Freßakt, sondern praktisch bei jeder Inanspruchnahme der Rachenschleimhaut als zusätzliches Atmungsorgan, nehmen Wasserschildkröten einzellige Algen, Bakterien und tierische Einzeller des umgebenden Wassers in sich auf. Viele dieser Mikroorganismen produzieren selbst Vitamine. Zumindest bestehen sie aus organischer, großenteils verdaulicher Substanz und besitzen einen eigenen Stofwechsel. Daneben setzen sie sich mit der Darmflora — der charakteristischen Mikroorganismenwelt des Verdauungstraktes eines jeden höheren Tieres — auseinander, sind vielleicht zum Teil damit identisch. Dadurch wird andeutungsweise der Unterschied klar, der für die Schildkröten entsteht, je nachdem ob das Behälterwasser durch Exkremente und Futterreste in eine weißlich-graue oder in eine grüne Trübung umschlägt. Der Abbau der Stickstoffverbindungen ohne eine Schwebealgenflora, also die Fäulnis, führt zu so hohen Nitratkonzentrationen, daß in diesem Wasser die meisten Fische nicht mehr lebensfähig sind. Abhilfe kann nur durch Wasserwechsel erreicht werden; eine Filterung hierfür gibt es nicht. Es ist klar, daß dieser sich im Behälter ab-

spielende Vorgang der Nitratkonzentration je nach Ausmaß auch für Schildkröten unnatürlich bis gefährlich ist. Es darf aber auch nicht verschwiegen werden, daß es in einer dichten Schwebealgenflora, wenn sie in flachen Behältern starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist, zu einer so massiven Assimilation kommen kann, daß die Tiere im Wasser, soweit sie nicht stark fressen, unter den pH- und Elektrolytverschiebungen bzw. Entzug durch die Algen zu leiden haben. Das ist natürlich sehr leicht schon durch einen teilweisen Wasserwechsel zu beheben, daneben dadurch, daß alle Tiere ans Futter kommen.

Eine Algenflora produziert bei Licht reichlich Sauerstoff, den ausgeprägt aquatile Schildkröten mittels Pharyngealorgan, Analblasen, Weichschildkröten sogar durch das gesamte Plastron aufnehmen können und damit seltener zum Luftholen hochschwimmen müssen. Es ist daher nicht unbedingt notwendig, Weichschildkröten in so flachem Wasser zu halten, daß sie mit der Nasenspitze die Oberfläche erreichen können. Der Sauerstoffgehalt des Wassers spiegelt sich bei ihnen im oberflächlichen Blutgefäßnetz des Plastrons wieder. Auch hier gilt, daß man in Gefangenschaft nicht alle physiologischen Beanspruchungen vermeiden sollte, die in diesem Zustand an sich schon viel seltener eintreten. So fehlen bekanntlich Feinde und oft auch lange Suche nach Nahrung.

Naturgemäß steigt die Atemfrequenz bei höherer Temperatur als Folge abnehmender Sauerstoffsättigung des Wassers und erhöhten Stoffwechsels, in Erregung und nach der Nahrungsaufnahme. Abgesehen davon ist die Atmung atmosphärischer Luft bei sehr vielen Arten oft über erstaunlich lange Zeit — eine halbe oder eine ganze Stunde — nicht erforderlich. BOYER (1963) hat erste Untersuchungen über Anpassungsmechanismen an vermindertes Sauerstoffangebot bei *Chelydra serpentina* angestellt.

Einer Diskussion der Mineralzusammensetzung des Wassers für aquatile Schildkröten muß man vorausschicken, daß diese Tiere sich erst sekundär aus Landtieren wieder zu Wassertieren entwickelt haben. Dort unterliegen sie einem ständigen Salzverlust durch Diffusion. Wie oben bereits erwähnt, stellten DUNSON und WEYMOUTH (1965) eine aktive Kochsalzaufnahme durch die Rachenschleimhaut bei *Trionyx spiniferus* fest. Dabei ergaben sich Hinweise auf denselben Mechanismus bei anderen Süßwasserschildkröten. Diese Autoren wie auch HUTTON und GOODNIGHT (1957) wiesen auf die physiologisch für Süßwasserschildkröten bei der Winterruhe entstehenden Gefahren des Salzverlustes hin. Da im Meerwasser alle Elemente gelöst vorkommen und entsprechend der Evolution die Mineralzusammensetzung der Körperflüssigkeiten sich sogar noch bei hochevoluierten Landwirbeltieren vom Meerwasser ableitet, habe ich mich bei den in reinem Süßwasser lebenden Schildkröten ebenfalls zur Anwendung von schwachen Meersalz-Konzentrationen entschieden. Dadurch werden neben der Salzzufuhr, für deren Notwendigkeit es im Tiererich die verschiedensten Beispiele gibt, auch sämtliche Spurenelemente angeboten. Von besonderer Bedeutung sind wahrscheinlich Jod, Kupfer, Mangan und Kobalt. Praktisch bewährt hat sich die Zugabe von 0,1 bis 0,2 % Meersalz zum Wasser während der Winterruhe und bei heruntergekommenen Tieren, deren Wassergehalt vermindert oder ödematös vermehrt war. Diese Konzentration bleibt weit unter der, die für das Reptilienblut osmotisch normoton ist (etwa 0,6 %); die des Meerwassers beträgt etwa 3,5 %. Nachteile oder Schädigungen konnten über einen Zeitraum von anderthalb Jahren bei den oben bereits genannten Schildkrötenarten nicht beobachtet werden. Sie sind aber auch unwahrscheinlich, da verschiedenste Arten von Süßwasserschildkröten auch im Brackwasser leben können (MERTENS, 1959). Bisher beobachtet wurde dieses bei *Chelydra serpentina* (CARR, 1952; CONANT, 1958; POPE, 1961), *Kinosternon bauri* (POPE, 1961), *Batagur baska*

SCHMIDT und INGER, 1957), *Chinemys reevesii* (MELL, 1938), *Clemmys caspica* (SCHMIDT und INGER, 1957; GIJZEN und WERMUTH, 1958), *Clemmys guttata* (POPE, 1961), *Clemmys marmorata* (CARR, 1952; POPE, 1961), *Chrysemys p. picta* (POPE, 1961), *Pseudemys rubriventris* und *floridana suwannensis* (CARR, 1952; POPE, 1961), *Pseudemys floridana mobilensis* (CARR, 1952), *Carettochelys insculpta* (SCHULTZE-WESTRUM, 1963), *Dogania subplana* (GIJZEN und WERMUTH, 1958), *Lissemys punctata* (DERANIYAGALA, 1953), *Trionyx ferox* (DITMARS, 1936). Diese Aufzählung ist wahrscheinlich noch lange nicht vollständig. Einige Wasserschildkröten können sogar als euryhaline oder holeuryhaline Tierarten (STRENZKE, 1963) gelten, d. h. also, daß sie in der Lage sind, bei sämtlichen Salzkonzentrationen von Süßwasser bis zu Meerwasser zu leben. Hierher gehören *Kinosternon subrubum* (CARR, 1952; CONANT, 1958; POPE, 1961), *Dermatemys mawii* (SCHMIDT und INGER, 1957; HELLMICH, 1965), *Malaclemmys terrapin* (CARR, 1952; POPE, 1961), *Pelochelys bibroni* (DE ROOIJ, 1915; MELL, 1929; HELLMICH, 1965). Diese Befunde müssen als auffallende physiologische Besonderheit gewertet werden. Ist der natürliche Biotop nachweislich sehr mineralarm, wie z. B. das *Sphagnum*-Moor bei *Clemmys muhlenbergii*, vielleicht auch die Gebirgsbäche, in denen *Platysternon* lebt, dann wird man von einer Salzzugabe absehen.

REICHENBACH-KLINKE und ELKAN (1965) empfehlen eine 0,5%ige Kochsalzlösung zur Desinfektion und Vorbeugung von Erkrankungen. Da das Abtöten von Erregern aber mit einer schwach normotonen Lösung nicht möglich ist, können eingetretene Erfolge nur von einer Stützung der stoffwechselaktiven Membranen herrühren.

Die Feuchtigkeit der Luft bedarf ebenfalls der Erwähnung. Nicht nur um dem Wärmeverlust vorzubeugen, sollen Schildkrötenbehälter fast vollständig abgedeckt sein: Lediglich auf diese Weise ist das Klima über dem Wasser in einem einigermaßen natürlichen Verhältnis zur Wassertemperatur zu halten. Außerdem entstehen viele „Erkältungskrankheiten" nicht durch Kälte, sondern durch Austrocknung der Schleimhäute in den Atemwegen. Die Trockenheit der Zimmerluft findet in Natur kaum einen Vergleich. BENTLEY und SCHMIDT-NIELSEN (1966) konnten zeigen, daß der Wasserverlust durch die für so undurchlässig gehaltene Reptilienhaut zwar weit geringer als bei Amphibien ist und eine ausgeprägte Abstufung von Wasser- zu Wüstentieren aufweist, aber in keinem Fall die günstigen Werte geringer Oberflächenverdunstung erreicht, wie sie bei Säugetieren gemessen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Reihe von Vorschlägen zur Gefangenschaftshaltung von Wasserschildkröten sollen sowohl den physiologischen Eigenarten der Tiere als auch einer Rationalisierung entgegenkommen.

1. Überraschend viele Arten bevorzugen tiefes Wasser, das dementsprechend geboten werden sollte.
2. Ein Landteil sowie flaches Wasser lassen sich durch zwei Platten aus Eternit oder Kunststoff herstellen, die an drei Drähten als „Insel in Etagen" in die Mitte des Behälters eingehängt werden.
3. Modifikationen dieses Prinzips sind für einzelne Arten oder spezielle Bedürfnisse leicht zu treffen. Die hängende Insel kann z. B. durch eine wasserfeste Plastikschale mit einem fast trockenen Substrat gebildet werden, in das die Weibchen ihre Eier legen. Kleinere Schalen dieser Art können dann in den Brutschrank gestellt werden, ohne daß die Eier erst umgebettet werden müssen.
4. Kokosmatten, die an einer oder beiden Seitenwänden eingehängt werden, ermöglichen vielen Arten, besonders den weniger guten Schwimmern, hochzuklettern. Diese Matten können auch im Flachwas-

serbehälter als Bodenbelag verwandt werden oder dachartig gegeneinander aufgerichtet als Landteil für eine provisorische Unterbringung.

5. Vorgenannte Einrichtungen bieten große Vorteile: Sie nehmen keinen Platz fort und erlauben freie Beobachtung, obwohl die Tiere Deckung von oben haben. Außerdem lassen sich diese Einrichtungen ohne besonderen Arbeitsaufwand reinigen und desinfizieren.
6. Die Eigenschaften einiger Substrate werden erklärt, in denen sich die Tiere unter Wasser eingraben können (Sand, Nylon, Pflanzen).
8. Die Unterschiede in der Mikrofauna und -flora zwischen einer „sterilen" Einrichtung, saubergehalten lediglich durch häufigen Wasserwechsel, und einer biologischen mit großen Mengen assimilierenden Pflanzenmaterials werden diskutiert. In letzterem Fall sind 200 l Wasser als Raum für etwa 1—2 kg Schildkröten notwendig. An Pflanzen eignen sich *Elodea densa* und Fadenalgen am besten.
9. Wenig ist über den Einfluß von Licht- und Temperatur sowie deren Wechselbeziehung auf das Leben der Wasserschildkröten bekannt, sicher gehen aber wesentliche Einflüsse hiervon aus. Während die Bestrahlung für die Synthese von Vitamin D_3 bei Reptilien höchstwahrscheinlich nicht notwendig ist, bildet das sichtbare Licht einen Stimulus auf das Wachstum und die sexuelle Entwicklung, und zwar auf dem Wege: Auge—Hypothalamus — Hypophyse — Hormonsystem. Abartiges Wachstum in Gefangenschaft ist meistens auf ein Mißverhältnis zwischen Panzer und Körperwachstum zurückzuführen.
10. Um allen Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung der Blutkonzentration von Elektrolyten und Spurenelementen vorzubeugen, werden 0,1—0,2 % Meersalz als Zugabe zum Wasser empfohlen. Es liegen so zahlreiche Berichte über das gelegentliche Vorkommen von Süßwasserschildkröten im brackigen oder im Meereswasser vor, daß man eine Euryhalinität als physiologische Eigenart weitgehend annehmen kann.
11. Da Schildkröten durch Verdunstung große Mengen Wasser verlieren können, sollten die Behälter oben fast vollständig geschlossen sein. Hohe Luftfeuchtigkeit kann viele Erkrankungen des Atmungssystems verhindern.

SUMMARY

Several suggestions are being made for keeping turtles in captivity, first according to their physiology, second for simplifying all working procedures.

1. More species than expected are living in deep water, so this should be given. In general captivity should not be free of the natural stressing factors.
2. Dry land and shallow water are being arranged by two plates of asbestos-cement or plastic material, hung up as an island by three wires in the middle of the container (scheme).
3. Modifications from this principle are easily to be made for species with own needs. The artificial island also can be a water-proof box with an almost dry substrate — accepted by the females to deposit their eggs. Such boxes then can be moved into the incubator without being disturbed.
4. Plaited mats are being fixed at 1 or 2 side walls to allow climbing up to the surface for turtles less enabled to swim. They can also be used as a layer on the bottom in shallow containers or erected against each other in temporary containers.
5. These arrangements have many advantages: there is far more space; free observation possible while the animals are provided with the feeling of being sheltered; cleaning and desinfection is easy.
6. The qualities of several materials for burrowing below water (sand, nylon, living plants) are being explained.
7. Round containers are recommended for maintaining the pursuits concomitant in mating.
8. The microbiological differences between a "technical" arrangement, being cleaned by frequent changes of the water, and a "natural" with large amounts of assimilating plant material are being discussed; in the latter 200 l water content are necessary for about 1—2 kg turtles. Most adequate plants are *Elodea densa* and Algae.

9. The influence of light and temperature and the relation among each other is little known, but deserves far more attention.

While the importance of radiation for the synthesis of vitamin D_3 is very dubious in reptiles, there is most likely much stimulation of growth and sexual development by light — following the pathway eye — hypothalamus — hypophysis — hormonal regulations. Abnormal growth in captivity can frequently be observed as disproportional growth of shell and body.

10. The addition of 0,1 — 0,2 % sea-salt is recommended to prevent difficulties in the maintenance of the electrolyte levels and trace elements. Surprisingly many freshwater turtles have been met also in brackish or salt water, so there can be assumed a physiological feature to tolerate different salt concentrations.

11. Since turtles can loose much water by evaporation, also to prevent diseases of the upper respiratory system, containers should be covered almost completely.

SCHRIFTEN

Bartholomew G. A., V. A. Tucker, A. K. Lee (1965): Oxygen consumption, thermal conductance, and heart rate in the Australian skink *Tiliqua scincoides*. — Copeia 1965 (2) 169—173.

Bartholomew G. A. (1966). A field study of temperature relations in the Galapagos marine iguana. Copeia 1966 (2): 241—250.

Bentley P. J. and K. Schmidt-Nielsen (1966): Cutaneous water loss in reptiles. — Science 151 : 1547—1549.

Boycott B. B. and M. W. Robins (1961): The care of young red-eared terrapins *(Pseudemys scripta elegans)* in the laboratory. — Brit. J. Herpetol. 2 : 206—210.

Boyer Don R. (1963): Hypoxia: Effectas on heart rate and respiration in the snapping turtle. — Science 140 : 813—814.

Carr, A. (1952): Handbook of Turtles (United States, Canada, Baja California). — New York, Cornell University Press.

Conant, R. (1958): A Field Guide to Reptiles and Amphibians of Eastern North America, USA and Canada, East of the 100th Meridian. — The Riverside Press Cambridge, Mass.

De Rooij, Nelly (1915): The Reptiles of the Indo-Australian Archipelago, I. — E. J. Brill Ltd., Leiden.

Deraniyagala, P. E. P. (1953): A Colored Atlas of some Vertebrates from Ceylon, Vol. II Tetrapod Reptilia. — Ceylon National Museums Publication. The Ceylon Government Press.

Ditmars, R. L. (1936): The Reptiles of North America. — New York: Doubleday Doran & Company.

Dunson W. A. and R. D. Weymouth (1965): Active uptake of sodium by the softshell turtle *(Trionyx spinifer)*. — Science 149 : 67—70.

Fischer K. (1966): Untersuchungen über die Jahresperiodik der Sexualität bei männlichen Reptilien der gemäßigten Zone, insbesondere bei *Lacerta campestris* (Ruineneidechse). Vortrag auf der Tagung der DGHT, Sept. 1966.

George J. C. and R. V. Shah (1954): The occurrence of a striated outer muscular sheath in the lungs of *Lissemys granosa* Schoepff. — J. Animal Morphol. Physiol. 1 : 13.

Gijzen, A. und H. Wermuth, (1958): Conseil pour la détermination des tortues et leur conservation en captivité. — Bull. Soc. Royale Zool. Anvers. No. 6.

Hellmich, W. (1965): Klasse Reptilia, Kriechtiere. — Handbuch der Biologie VI/2, Das Tier. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz-Stuttgart, 671—744.

Hutton K. E. and Goodnight C. J. (1957): Variations in the blood chemistry of turtles under active and hibernating conditions. — Physiol. Zool. 30 : 198—207.

Jahn J. (1959): Schildkröten. — Lehrmeisterbücherei Nr. 166, Minden.

Klingelhöffer W. (1955): Terrarienkunde. — A. Kernen-Verlag, Stuttgart.

Krefft G. (1949): Die Schildkröten. — G. Wenzel & Sohn, Braunschweig.

Licht P. (1966): Reproduction in lizards: Influence of temperature on photoperiodism in testicular recrudescence. — Science 154 : 1668—1670.

Mell, R. (1929): Grundzüge einer Ökologie der chinesischen Reptilien (Beiträge zur Fauna sinica). — Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig.

Mell, R. (1938): Aus der Biologie chinesischer Schildkröten. — Beiträge zur Fauna sinica, VI. Arch. f. Naturgeschichte N. F. 7: 390—476.

Mertens, R. (1959): La vie des Amphibiens et Reptiles. — Horizons de France, Paris.

Pope, C. H. (1961): Turtles of the United States & Canada. — New York, Alfred A. Knopf.

Reichenbach-Klinke H. H. and E. Elkan (1965): The principle diseases of lower vertebrates. — Academic Press, London, New York.

Schmidt, K. P. und R. F. Inger (1957). Reptilien — Knaurs Tierreich in Farben. Droemer'sche Verlagsanstalt.

Schultze-Westrum, Th. (1963): Die Papuaschildkröte aus Neu-Guinea. — Natur und Museum, Frankfurt/Main, 93 : 119—127.

Schwerdtfeger F. (1963): Autökologie. Die Beziehungen zwischen Tier und Umwelt. — Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.

Shah R. V. (1958): The occurrence of a pericardial extension of the lung muscle in some turtles. Brit. J. Herpetol. 2 : 215—217.

Strenzke, K. (1963): Ökologie der Wassertiere. — Handbuch der Biologie III/1, Allgemeine Biologie. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz — Stuttgart, 115—192.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Walter Sachsse, 65 Mainz, Ricarda-Huch-Straße 6