

Was ist Ballast in der Nahrung von Schildkröten?

WALTER SACHSSE

Unter Ballast versteht man zusätzliches Gewicht, ursprünglich bei der Fortbewegung im Wasser. Im Sinne der Verdauungsphysiologie bezeichnet man als Ballast unverdauliches, aber nicht notwendigerweise überflüssiges Material. Beides steht bei Reptilien zur Diskussion.

Nachdem zuerst BRANDER (1925) bei Krokodilen die Aufnahme von Steinen als Beschwerungsballast gedeutet hat, griff COTT (1961) diese Hypothese bei seinen eingehenden Untersuchungen am Nilkrokodil auf. Er lehnt eine unterstützende Wirkung bei der Zerkleinerung der Nahrung, wie sie bei Vögeln längst anerkannt ist, gänzlich ab.

Von Schildkröten kennt man nun sowohl bei wasser- als auch bei landbewohnenden Arten in gleicher Weise das Verhalten, kleine Steine aufzunehmen, was für einen Zusammenhang mit der Verdauung spricht. BENZIEN (1955) zeigte bei *Kinixys homeana* und SKOREPA (1966) bei *Terrapene ornata*, daß dies sogar ein Bedürfnis darstellt. SEDIVY (1954) beobachtete die Aufnahme von Steinchen bei *Cuora amboinensis*. SOKOL (1971) sah „Lithophagie“ nicht nur bei den Landschildkröten *Testudo hermanni* und *Gopherus agassizii*, sondern auch bei den Echsen *Tupinambis rufescens* und *Tiliqua occipitalis*. JOHNSON (1966) vertritt nach Untersuchungen an *Sceloporus undulatus*, *Sceloporus magister* und *Cnemidophorus tigris* die Ansicht, daß die aufgenommenen Steine der Zerkleinerung der Nahrung dienen. Dem schließt sich auch SOKOL an. Die für Krokodile diskutierte Korrektur des eigenen spezifischen Gewichtes scheidet aber zumindest für Schildkröten sicher aus. Diese besitzen nämlich ausgezeichnete Regulationsmöglichkeiten ihrer Schwere mittels der Atmungsorgane. Im Vergleich dazu ist ein Zusatz von 1% des Körpergewichtes an Steinen hydrostatisch kaum wirksam.

Das Verschlucken von Steinchen läßt sich am leichtesten nachweisen, wenn man Wasserschildkröten aus einem mit grobem Sand ausgestatteten Aquarium in einen Behälter ohne Bodengrund setzt. Häufig werden dann einige kleine, meistens ziemlich runde Steine getrennt vom Kotballen abgesetzt, etwa zwei bis zehn an der Zahl und schätzungsweise etwa 3 mm dick bei Tieren von 10 cm Panzerlänge und ca. 7 mm dick bei 20 cm Panzerlänge. Eigene Beobachtungen liegen dem Verfasser zahlreich aus fast allen Familien der wasserbewohnenden Halsbergerschildkröten vor, bisher aber nicht von Halswendern; das kann jedoch auf Zufall beruhen. Mit Hilfe von Röntgenaufnahmen ließ sich bei kleinen Weichschildkröten mit einiger Wahrscheinlichkeit Sand von 0,5-1 mm Korngröße im Verdauungstrakt erkennen. Eine *Lissemys p. punctata* von 17 cm Panzerlänge erbrach einmal unter angestrengtem Hoch- und Rückwärtsbiegen des Halses einen runden Kiesel von 7 mm Dicke.

Eigenartigerweise beobachtete HUNT (1956) Todesfälle bei freilebenden *Testudo elegans* durch Darmverstopfung mit den rauen Samen von *Curica papaya*,

wobei sich jeweils in einer Schildkröte von weniger als 15 cm Länge drei bis fünf Körner von $5,5 \times 4$ mm Größe befanden. Beim Verfasser nahmen frisch geschlüpfte *Testudo hermanni* neben Sand ohne Schaden die kleinen, etwa millimetergroßen Samen von Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) mit auf, desgleichen nahmen *Kinixys erosa* von 15-25 cm Panzerlänge Hobelspäne, die unverdaut den Darmtrakt passierten.

Dieses Material hat sich, ähnlich wie bei Nagerzuchten, für Schildkröten ausgezeichnet bewährt. Als ein leichtes, kaum verwesendes Substrat, dessen Feuchtigkeitsgehalt gut abzustimmen ist, wird es gern zum Eingraben angenommen. Die Beseitigung ätherischer Öle und die Desinfektion läßt sich durch Erhitzen erreichen.

Kinixys erosa und *K. belliana* suchten sich nach längerem Entzug unter verstreut liegenden Kieseln optisch passende Größen aus. An dieses Verhalten lassen sich auch unschwer experimentelle Studien anknüpfen.

Ballast im Sinne der Verdauungsphysiologie umfaßt sämtliches Material, das unverändert wieder ausgeschieden wird, durch seine Beimengung jedoch physikalisch je nach Menge den Ablauf der Verdauung beeinflusst. So können manche grüne Pflanzenteile unbeschädigt den Verdauungskanal von Schildkröten passieren. FOLKERTS (1968) beobachtete bereits, daß *Sternotherus minor peltifer* beim Fressen 2 mm großer Schnecken auch die Fadenalgen, an denen die Weichtiere saßen, teilweise mit aufnahmen. Von der ebenfalls Schnecken bevorzugenden Wasserschildkröte *Geoclemys hamiltoni* berichtet MINTON (1956), daß Algen zusammen mit Gehäuseresten aus der Kloake ausgeschieden wurden; er bezeichnet dies als zufällig. Da solche Schildkrötenarten ein großes Geschick besitzen, Schnecken von der zerbissenen Schale zu befreien, darf man annehmen, daß sie auch imstande wären, die Fadenalgen zu meiden. Dies ist auch aus den Darlegungen von GANS (1969) zu folgern.

Dem Verfasser fiel seit Jahren auf, daß besonders Kinosterniden, aber auch *Lissemys* und *Chelodina*-Arten, die aus Behältern mit Fadenalgen, aber ohne Schnecken, in algenfreie Aquarien gesetzt wurden, fast regelmäßig kleine Klumpen von Fadenalgen ausschieden, etwa doppelt so groß wie die erwähnten Kiesel, aber viel häufiger. Wesentlich ist nun, daß diese Algen (Chlorophyceae) anschließend weiterwuchsen. Die Temperatur betrug 24° bis 32° C. Verblieben die Tiere ohne Nahrung zwei bis drei Wochen in einem Behälter mit reicher Fadenalgenvegetation — die Algenpolster nahmen in Aquarien von 20 l bis 200 l Inhalt oft die Hälfte des Wasservolumens ein —, so verwandelten sie diese nach und nach von der gewöhnlichen, lang fadenförmigen Wuchsform in kleine, runde Ballen, deren Wuchsdicke vom Zeitraum nach der Passage durch den Schildkrötendarm abhing. Eine Erklärung für dieses Verhalten ist vielleicht auch darin zu sehen, daß die Tiere das reichlich anhängende Plankton und die Bakterienflora aufzunehmen suchen. Fadenalgen sind offensichtlich besonders schwer „angreifbare“ Pflanzen, sogar für herbivore Arten. So zeigte sich bei einer *Pseudemys*-Population (Moss 1955), deren Nahrung etwa zur Hälfte aus diesen Pflanzen bestand, daß während eines Sommers kein Wachstum erfolgte. Da gleichzeitig eine Abwanderung deutlich wurde, darf man vielleicht annehmen, daß die Fadenalgen nur aus Mangel an besserer Kost überhaupt oder zumindest überwiegend genommen wurden.

Pseudemys sind, wie viele herbivore Reptilien, als Jungtiere noch carnivor. Spezialisiert-herbivor sind sie aber niemals, sondern stets nur „opportunistisch“ (CLARK & GIBBONS 1969), das heißt, sie nehmen jegliche animalische Nahrung, wenn sie solche bekommen können. LEGLER (1966) hat diesen Begriff des „opportunistischen Nahrungssuchers“ sogar für die Kinosterniden gebraucht: Sie seien überwiegend herbivor. Ob diese Beobachtung nicht auf ein knappes Angebot an animalischer Nahrung in Freiheit zurückzuführen ist? Allgemein kennt man Kinosterniden als Schneckenfresser. Solche Beispiele gibt es noch mehr, so etwa die Beobachtungen von PELL (1940) an *Chelydra*. Frisch gefangene Schildkröten sind auch meistens auffallend mager im Vergleich zu solchen, die lange in Gefangenschaft gehalten wurden und dort eine starke Tendenz zeigen, ausschließlich animalische Nahrung aufzunehmen.

Pflanzenmaterial ist im Durchschnitt weit schwerer verdaulich und weniger ergiebig. Daraus, sowie aus der Tatsache, daß es keine Schildkröten gibt, die sich in der Jugend mehr von pflanzlichen und später mehr von tierischen Stoffen ernähren, kann auf die carnivore als die ursprünglichere Ernährungsweise geschlossen werden. Hierbei sollte die meines Wissens bisher kaum beachtete Frage gestellt werden, ob nicht ein wesentlicher Zusammenhang zwischen dem Übergang auf Pflanzenkost und ausgeprägt hohen Vorzugstemperaturen besteht. PRITCHARD & GREENHOOD (1968) halten zwar, am Rande erwähnt, „die Begünstigung der Zelluloseverdauung durch das Sonnenbaden“ nicht für unmöglich, wenden sich aber in ihrer Diskussion über dieses Verhalten ganz überwiegend der Vitamin D-Synthese zu, an der doch, zumindest in der Reptilienhaut, angeregt durch UV-Strahlen, starke Zweifel bestehen. Zur Körpertemperatur sei auf die umfangreiche Arbeit von BRATTSTROM (1965) verwiesen, zur Ökologie des Sonnenbadens auf BOYER (1965). Es ist längst erwiesen, daß das Wirkungsoptimum für die Verdauungsfermente zwischen 35° und 40°C liegt. Ausgeprägte Spezialisierungen des Magen-Darm-Trakts zum Aufschließen schwer verdaulicher Nahrung, wie sie zum Beispiel von grasfressenden Säugetieren bekannt sind, fand man unter den Schildkröten bisher nur bei der Lederschildkröte (*Dermodochelys coriacea*) (VAILLANT 1896), deren Ernährungsweise aber noch weitgehend unbekannt ist.

Zahlreiche Beispiele lassen sich dafür anführen, daß die Aufnahme von Pflanzenkost mit hohen Vorzugstemperaturen einhergeht: Die Emydiden-Gattungen *Pseudemys*, *Chrysemys*, *Clemmys*, *Kachuga*, *Ocadia* und andere zeigen besonders ausgeprägt das Verhalten des Sonnenbadens, ebenso *Chelonia mydas* als einzige pflanzenfressende Seeschildkröte. Bei den Landschildkröten wiederum sind gerade die Bewohner offener, heißer Biotope rein herbivor, während Waldtiere wie beispielsweise *Kinixys erosa* und *Testudo denticulata* partiell carnivor sind. Schließlich kommt man auch bei der Aufstellung von „herbivory in lizards“ von SOKOL (1967) zu dem Schluß, daß diese Arten in Freiheit meist eine sehr hohe Körpertemperatur erreichen. Auch hier ergab sich kein Hinweis auf Darm-spezialisierungen oder zellulosespaltende Symbionten. Als Beispiel seien die Meererechse (*Amblyrhynchus cristatus*), der Chuckwalla (*Sauromalus obesus*) oder die Dornschwanzagamen (*Uromastyx*) genannt.

Insgesamt wird durch diese Überlegungen die Vermutung nahegelegt, daß mit fortschreitender Erniedrigung der Temperatur zunächst je nach Härte des Mate-

rials zunehmend größere Anteile der aufgenommenen Pflanzen, später auch animalische Stoffe, für ektotherme Tiere zu Ballast werden, bis schließlich kein Gewinn mehr aus der Nahrung gezogen werden kann. Man sollte hiermit auch die Frage verbinden, ob die auffallende Bevorzugung tierischer Kost, wie sie viele Reptilien in Gefangenschaft zeigen, nicht damit zusammenhängt, daß sie die für die Pflanzenverdauung notwendigen höheren Temperaturen in ihrem Behälter nicht erreichen können. REGAL (1966) hat mit einer Thermosonde im Beutetier verfolgen können, daß eine Schlange den jeweils verdauenden Körperabschnitt einer begrenzten Wärmequelle exponiert. Für den höheren Wert der Fleischkost spricht auch die Beobachtung des Verfassers, daß Gemischtfresser unter den Schildkröten nach einer Sättigung mit tierischer Nahrung wesentlich länger spontan vergraben bleiben als nach einer solchen mit pflanzlicher (*Terrapene ornata*, *Testudo hermanni*, *Kinixys erosa*). Schließlich ist zu erwähnen, daß auch kleine Anteile animalischer Nahrung, wie etwa die Haare und Zähne von Säugern, unverdaut den Darm passieren.

SOKOL (1971) erwägt, daß durch kleine Mengen von Humuserde die Darmflora herbivorer Leguane kurzfristig wieder ergänzt werden könne, nachdem für eine „Dauerkultur“ von Symbionten dort die Voraussetzungen fehlen. Der Verfasser konnte bisher nie beobachten, daß Humuserde aufgenommen wurde, wohl aber feststellen, daß häufig bei Landschildkröten eine ausgeprägte Vorliebe für verwesende Nahrung bestand.

Die gestellte Frage nach dem Ballast in der Nahrung von Schildkröten ist also mehrfach zu beantworten: 1. Die Menge dessen, was von der Nahrung zu Ballast wird, hängt von der Temperatur ab. 2. Schildkröten, die durch ihre Langsamkeit ihren Nahrungskonkurrenten (die stammesgeschichtlich zumeist jünger sind) oft unterlegen sind, nehmen wahrscheinlich in Ermangelung von geeigneter Nahrung vielfach Stoffe an, die sie nicht optimal auswerten können. Es ist dabei noch ungeklärt, inwieweit diese Stoffe doch speziellen Bedürfnissen entgegenkommen oder auch nur physikalisch die Verdauung erleichtern. 3. Für aufgenommene Steine oder Sand ist eine Funktion bei der Zerkleinerung der Nahrung am ehesten anzunehmen.

Zusammenfassung

Einige Besonderheiten bei der Nahrungsauswahl von Schildkröten geben zu der Frage Anlaß, wieviel Verdauungsballast in der Nahrung enthalten ist. Wahrscheinlich werden durch die Konkurrenz die verhältnismäßig langsamen Schildkröten oft auf Nahrungsstoffe angewiesen sein, die für sie nur zu geringen Teilen verwertbar sind. Bei wechselwarmen Tieren schwankt der eventuell unverdaut bleibende Anteil auch stark in Abhängigkeit von der Temperatur. Zahlreiche Beispiele weisen darauf hin, daß herbivore Ernährung mit höheren Vorzugstemperaturen gekoppelt ist. Das gilt auch für Ech-

sen. Man kann dies damit erklären, daß Pflanzenmaterial den Verdauungsfermenten weit stärker widersteht. Fadenalgen wachsen nach der Passage durch den Schildkröten-darm weiter. Daneben werden aber auch kleine Steine aufgenommen, die höchstwahrscheinlich die Nahrung zermahlen helfen.

Summary

Some peculiarities of the choice of food in chelonians are raising the question, how much digestive ballast this food contains. Most likely while in competition the comparatively slow turtles frequently will have to take "nutritive substances", which are only of low value. In ectothermic animals food can partly remain undigested, depending on temperature. Many examples point to a correlation between herbivory and high preference temperatures. This also extends to the suborder Sauria. It can be explained by the fact that plant material is far more resistant against digesting enzymes. Filamentous algae continue to grow after a passage through a turtle. Also small stones are swallowed; most likely they help macerating the food.

Schriften

- X BENZIEN, J. (1955): Beobachtungen an meinen Gelenkschildkröten *Kinixys homeana* BELL. — *Aquar.-Terrar.-Z.*, 8: 240-243. Stuttgart.
- BOYER, D. R. (1965): Ecology of the basking habit in turtles. — *Ecology*, 46: 99-118.
- BRANDER, D. (1925): Stones in crocodile's stomach. — *Field*, 146: 537. London.
- BRATTSTROM, B. H. (1965): Body temperatures of reptiles. — *Amer. Midland Naturalist*, 73: 376-422.
- CLARK, D. B. & GIBBONS, J. W. (1969): Dietary shift in the turtle *Pseudemys scripta* (SCHOEFFLE) from youth to maturity. — *Copeia*, 1969: 704-706.
- COTT, H. B. (1961): Scientific result of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. — *Trans. zool. Soc. London*, 21: 211-356.
- DACHSEL, M. (1954): *Cuora amboinensis* DAUDIN, die Malayische Dosenschildkröte. — *Aquar.-Terrar.-Z.*, 7: 214-215. Stuttgart.
- FOLKERTS, G. W. (1968): Food habits of the stripe-necked musk turtle, *Sternotherus minor peltifer* SMITH and GLASS. — *J. Herpet.*, 2: 171-173.
- GANS, C. (1969): Comments on inertial feeding. — *Copeia*, 1969: 855-857.
- HUNT, T. H. (1956): Deaths of *Testudo elegans* from intestinal obstruction. — *Brit. J. Herpet.*, 2: 35.
- JOHNSON, D. R. (1966): Diet and estimated energy assimilation of three Colorado lizards. — *Amer. Midland Naturalist*, 76: 504-509.
- LEGLER, J. M. (1966): Notes on the natural history of a rare Central American turtle, *Kinosternon angustipons* LEGLER. — *Herpetologica*, 22: 118-122.

- MINTON, S. A. (1966): A contribution to the herpetology of West-Pakistan. — Bull. amer. Mus. nat. Hist., 134 (2): 27-184. New York.
- MOSS, D. (1955): The effect of the slider turtle *Pseudemys scripta scripta* (SCHOEPPF) on the production of fish in farm ponds. — Proc. southeast. Assoc. Game and Fish Commiss. Meet., 1955: 97-100.
- PELL, S. M. (1940): Notes on the food habits of the common snapping turtle. — Copeia, 1940: 131.
- X PRITCHARD, P. C. H. & GREENHOOD, W. F. (1968): The sun and the turtle. — Turtle & Tortoise Soc. J., 2 (2): 20-25, 34.
- REGAL, P. J. (1966): Thermophilic response following feeding in certain reptiles. — Copeia, 1966: 588-590.
- SEDIVY, J. (1954): In DACHSEL, M. (1954).
- SKOREPA, A. C. (1966): The deliberate consumption of stones by the ornate box turtle, *Terrapene ornata* AGASSIZ. — J. Ohio Herpet. Soc., 5: 108.
- SOKOL, O. M. (1967): Herbivory in lizards. — Evolution, 21: 192-194.
- X — — — (1971): Lithophagy and geophagy in reptiles. — J. Herpet., 5: 69-71.
- VAILLANT, M. L. (1896): Remarques sur l'appareil digestif et le mode d'alimentation de la tortue luth. — C.R. hebd. Séanc. Acad. Sci., 123: 654-656.

Verfasser: DR. WALTER SACHSSE, 65 Mainz, Ricarda-Huch-Straße 6.