

TESTUDO

Zeitschrift der Schildkröten-Interessengemeinschaft Schweiz



ISSN 1660-0762

12. Jahrgang / Heft 1

März 2003

www.sigs.ch

© Schildkröten-Interessengemeinschaft Schweiz (SIGS)

Untersuchungen über die Verdauung bei Galápagos-Riesenschildkröten (*Geochelone nigra*, QOUY und GAIMARD 1824)

- RICARDA GISLER -

Einleitung

Über Ernährung und Verdauungsfunktionen bei Reptilien sind – im Vergleich zu Säugetieren und Vögeln – nur wenige Arbeiten veröffentlicht worden. In den letzten beiden Jahrzehnten erfreuen sich aber Reptilien und somit auch Schildkröten bei Hobbyhaltern einer immer grösser werdenden Beliebtheit und spielen auch im Zusammenhang mit Artenschutzprogrammen eine grosse Rolle.

Es ist wichtig, neue Erkenntnisse über die Nahrungsverwertung bei Reptilien zu gewinnen. Mit dem Wissen, was mit einem bestimmten Futter im Tier geschieht, wird es möglich, Rückschlüsse auf die Bedürfnisse dieser Tierart zu ziehen. Herbivore (= pflanzenfressende) Schildkröten, zu denen auch die Galápagos-Riesenschildkröten gehören, stellen sehr hohe Anforderungen an ihr Futter. Viele dieser Tiere werden in der Tierarztpraxis wegen ernährungsbedingter Erkrankungen vorgestellt; eine Quelle sagt aus, dass der grösste Prozentsatz an Landschildkröten und grünen Leguanen an Fütterungsfehlern zugrunde geht. Leider

werden noch zu oft herbivore Reptilien in Gefangenschaft mit Ersatzfuttermitteln gefüttert, die den natürlichen Bedürfnissen der betreffenden Art nicht entsprechen. Als Folge davon treten Krankheitsbilder wie z.B. Rachitis oder Gicht auf. Konsequenz dieser Erkrankungen sind schlechte Nachzuchtergebnisse und geringere Lebenserwartung. Dies ist vor allem auch bei in Zoos gehaltenen Arten problematisch, da es sich dort häufig um bedrohte Tierarten handelt. Gerade hier können Daten über Ernährung und Verdauung wichtig sein, um effektive Managementstrategien zu entwickeln, die diese Tiere vor dem Aussterben bewahren und es ermöglichen, den Bestand wieder aufzubauen.

Beschreibung des Projekts

Ziel der im Folgenden beschriebenen Untersuchungen war es, Grundlagen über Verdauungsvorgänge bei herbivoren Riesenschildkröten zu gewinnen und damit zu ihrer artgerechten und erfolgreichen Haltung und Zucht beizutragen. Dadurch war dieses Forschungsprojekt auch ein Beitrag im Sinne der Welt-Zoo-

Naturschutzstrategie der IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources).

Die Untersuchungen gliederten sich in zwei Versuche und wurden mit den Galápagos-Riesenschildkröten des Zoologischen Gartens Zürich (Direktor Dr. Alex Rübel) durchgeführt. Es wurden verschiedene Verdauungsparameter ermittelt und Vergleiche zwischen den Ergebnissen bei erwachsenen und juvenilen Riesenschildkröten gemacht. Ausserdem wurde für die Ermittlung dieser Parameter zum ersten Mal bei Reptilien der Einsatz von neuen Futtermarkern, den sogenannten n-Alkanen, erprobt und deren Eignung als Futtermarker evaluiert.

N-Alkane – eine neue Generation von Verdauungsmarkern

Für die Ermittlung von Verdauungsparametern bedienen sich Ernährungswissenschaftler häufig der sogenannten Marker- oder Indikatormethode. Dabei wird einem Tier – in diesem Fall einer Riesenschildkröte – eine Markersubstanz verabreicht und anschliessend nach deren Passage durch den Magendarmtrakt der Kot des Tieres analysiert und versucht, eben diesen Marker erneut nachzuweisen. Das Prinzip

der Markermethode beruht auf der Annahme, dass die Menge aufgenommener Markersubstanz gleich der mit dem Kot ausgeschiedenen Markermenge ist. Weder die natürlichen Verdauungsvorgänge noch die Magendarmflora dürfen eine solche Markersubstanz beeinflussen.

Die Verwendung von sogenannten n-Alkanen als Verdauungsmarker wird erst seit ca. 20 Jahren praktiziert. Alkane sind Kohlenwasserstoffketten; sie kommen natürlicherweise in der Wachsschicht von sehr vielen Pflanzen vor (und somit in der natürlichen Nahrung von herbivoren Schildkröten). Alkane lassen sich aber auch synthetisch herstellen.

Die Markermethode mit Alkanen wurde erfolgreich bei Säugern, Vögeln und Fischen zur Bestimmung von Verdauungsparametern eingesetzt. Dabei haben sich die Alkane sowohl bei domestizierten Tieren als auch bei solchen in freier Wildbahn als gut geeignet erwiesen. Besonders wertvoll an der Alkanmethode ist, dass sie nicht invasiv ist und somit für die Tiere absolut unschädlich.

Versuch 1: Untersuchung der Verdauungskinetik

Unter dem Begriff «Verdauungskinetik» werden Parameter

zusammengefasst, die mit dem zeitlichen Ablauf der Verdauung – von der Futteraufnahme bis zur Ausscheidung des Kotes – zu tun haben. In Versuch 1 ging es darum zu erfahren, wie schnell das von den Riesenschildkröten aufgenommene Futter durch den Magendarmtrakt befördert wird. Dies geschah durch die Bestimmung der sogenannten «mittleren Verweilzeit» (MVZ) des Futters, welche die durchschnittliche Zeitdauer darstellt, die die einzelnen Futterbestandteile im Magendarmtrakt verbleiben. Es wurde dabei die sogenannte flüssige Phase des Futterbreis von den Festpartikeln (feste Phase) unterschieden.

Für diesen Versuch wurden acht Galápagos-Riesenschildkröten (4 erwachsenen und 4 juvenilen Tieren) einmalig drei verschiedene Marker verfüttert. Für die Markierung der flüssigen Phase wurde Cobalt-EDTA verwendet; für die Markierung der festen Phase wurde an Heupartikel gebundenes Chrom und das Alkan C36 eingesetzt. Die Riesenschildkröten nahmen die ihnen angebotenen Marker problemlos auf.

Im Anschluss an diese Markerfütterung erhielten die Riesenschildkröten wieder ihr normales Futter. Während einer Periode von 25 Tagen wurde täglich der Schildkrötenkot gesammelt und

diese Proben im Labor auf die Verdauungsmarker hin untersucht. Ziel war es, in den Kotproben den Verlauf der Markerkonzentrationen festzustellen – deren erstes Erscheinen, den Anstieg bis zum Maximum und anschliessend den Konzentrationsabfall bis zum Verschwinden.

Resultate und Schlussfolgerungen

Es ist bekannt, dass Reptilien als wechselwarme Lebewesen ihr Futter wesentlich länger verdauen als dies z.B. Säugetiere tun. Im Versuch stellte es sich nun heraus, dass bei den juvenilen Galápagos-Riesenschildkröten die MVZ sowohl für die flüssige als auch für die feste Phase des Futterbreis 9 Tage betrug. Bei den erwachsenen Tieren wurde eine MVZ für die flüssige Phase von ebenfalls 9 Tagen festgestellt, die MVZ der festen Phase betrug jedoch 12 Tage. Die Ursache für diesen Unterschied in den Verweilzeiten von Flüssig- und Festphase des Futterbreis liegt vermutlich in der Beschaffenheit der verfütterten Nahrung: den erwachsenen Riesenschildkröten wurden grobe Futterstücke verfüttert, wo hingegen die Jungtiere ihr Futter als fein zerkhacktes Gemisch erhielten. Die groben Futterstücke haben wahrscheinlich die Passage durch den Ma-

gendarmtrakt aufgrund ihrer Grösse verzögert.

Das hier erstmals eingesetzte Alkan C36 erwies sich als gut geeigneter Marker für solche Kinetikstudien. Mit C36 wurden ähnliche Resultate für die MVZen erhalten wie mit dem etablierten Marker Chrom, was den Rückschluss zulässt, dass C36 ebenfalls die Passage der festen Phase des Futterbreis repräsentiert und sich für weitere Kinetikversuche bei herbivoren Landschildkröten anbietet.

Versuch 2: Bestimmung von Futteraufnahme, Futterzusammensetzung und scheinbarer Verdaulichkeit

Zur Einleitung seien die oben genannten Parameter kurz beschrieben: Die Frage wie viel Futter ein Tier aufnimmt bzw. aus welchen Komponenten sich das aufgenommene Futter im Einzelnen zusammensetzt, ist für die Erforschung der Bedürfnisse der Tiere in Wildbahn und damit auch in menschlicher Obhut sehr wichtig. Die sogenannte «scheinbare Verdaulichkeit» ist das Mass für die effektive Leistung des gesamten Verdauungstraktes – eben wie viel, wie gut bzw. wie effizient einzelne Nährstoffe verdaut werden können.

Für die Bestimmung von Futteraufnahme, -zusammensetzung und Verdaulichkeit musste zunächst ein Gleichgewicht an Futterbestandteilen und Markerkonzentrationen im Verdauungstrakt der Galápagos-Riesenschildkröten erreicht werden. Deshalb erhielten 9 Riesenschildkröten während einer Periode von 25 Tagen ein Mischfutter von konstanter Zusammensetzung: Heu als Hauptanteil, dazu Äpfel, Lattich und Alkan-beschichtete Schildkrötenpellets. Äpfel und Lattich wurden klein gehackt, sodass das Mischfutter zum Schluss als körnig-feuchte Masse verfüttert werden konnte. Von Heu und Apfel war bekannt, dass diese natürlicherweise Alkane enthalten (die als Marker ausgenutzt werden sollten); die Pellets wurden mit den synthetischen Alkanen C28, C32 und C36 beschichtet. Nach der Anfütterungsperiode von 25 Tagen wurde während weiteren sieben Tagen wiederum der Kot der Tiere gesammelt und chemisch analysiert. Neben den Alkananalysen wurden auch zwei «alt bekannte» Verdaulichkeitsmarker (Salzsäure-unlösliche Asche und saures Detergentienlignin) bestimmt, um die Ergebnisse der Alkanmethode vergleichen zu können. Bei vier juvenilen Galápagos-Riesenschildkröten wurde ausserdem die exakte Menge des

aufgenommenen Futters durch Wägen ermittelt sowie der gesamte ausgeschiedene Kot gesammelt. Diese sogenannte «Kollektionsmethode» lieferte die Referenzwerte, mit denen die unterschiedlichen Marker verglichen werden konnten.

Resultate und Schlussfolgerungen

Anhand des aus dem Kot analysierten Alkanmusters konnte die prozentuale Zusammensetzung des aufgenommenen Mischfutters sehr gut bestimmt werden. Die so berechneten Resultate stimmten mit den Resultaten aus der Kol-

lektionsmethode gut überein und deckten sich auch mit den Beobachtungen, die während des Versuchs gemacht wurden. In Abbildung 1 ist z.B. deutlich zu erkennen, dass die jungen Schildkröten aus der Gruppe 2 wesentlich mehr Äpfel gefressen hatten als die erwachsenen Tiere. In der Tat konnte ich während der Versuchsperiode beobachten, dass die Jungtiere aufgrund ihres kleineren Mundes die Apfelstückchen gut aus dem Mischfutter herausselektionieren konnten, während dies den erwachsenen Riesenschildkröten nicht möglich war.

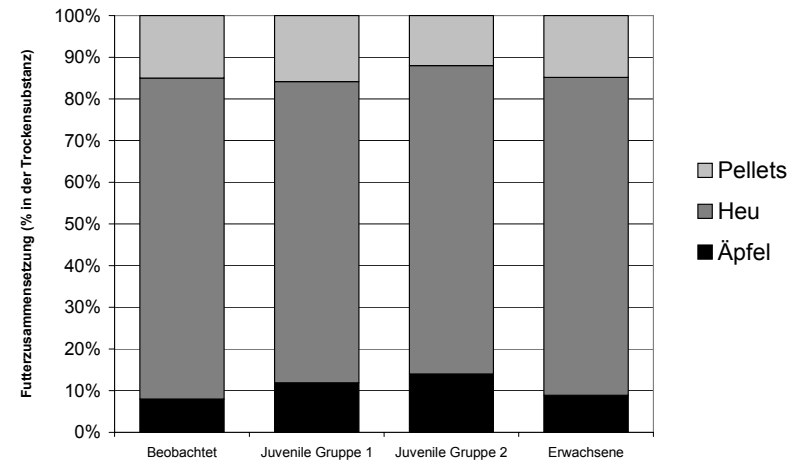


Abb. 1: Prozentuale Zusammensetzung des Futters (%-Anteile in der Trockensubstanz), das die Galápagos-Riesenschildkröten während des Versuches 2 aufgenommen hatten. Vergleich zwischen den beobachteten Werten (aus der Kollektionsmethode) und den mit der Alkanmethode berechneten Werten.



Abb. 2: Erwachsene männliche Galápagos-Riesenschildkröte im Zoo Zürich.



Abb. 3: Fütterung der juvenilen Riesenschildkröten während des Versuchs 1.



Abb. 4: Fütterung des Mischfutters während des Versuchs 2.

Was die Bestimmung von Fut-
teraufnahme und Verdaulichkeit
angeht, so stellte es sich heraus,
dass die Kollektionsmethode nach
wie vor die genaueste Methode
zur Berechnung dieser Parameter
ist. Alle getesteten Verdauungs-
marker liessen sich nicht in dem
gleichen Masse aus dem Kot ana-
lysieren, wie sie verabreicht wor-
den waren. Allerdings wurden mit
dem Alkan C36 Ergebnisse erzielt,
die denjenigen aus der Kollekti-
onsmethode am nächsten kamen.
Dies bedeutet, dass bei Untersu-
chungen in freier Wildbahn, wo
die exakte Erfassung von aufge-
nommenem Futter und Kot
schlichtweg nicht möglich ist, die
Alkanmethode durchaus zur un-
gefährten Bestimmung der
scheinbaren Verdaulichkeit ge-
eignet ist.

Bemerkenswert waren die Er-
gebnisse der scheinbaren Verdau-
lichkeit der Nährstoffe Rohprotein
(Eiweisse) und Nahrungsfasern.
Rohprotein wurde von den Ga-
lápagos-Riesenschildkröten sehr
gut verdaut. Die scheinbare Ver-
daulichkeit lag bei 63%. Diese
hohe Verdaulichkeitsrate ist für
Jungtiere sehr nützlich, da sie
Protein für ihr Wachstum benöti-
gen. Gleichzeitig soll dies aber
auch eine Warnung für die Fütte-
rung von erwachsenen Schildkrö-
ten sein: zuviel Protein führt
nämlich zu gesundheitsschädi-

genden Folgen, weshalb erwach-
sene Tiere eher proteinarm gefüt-
tert werden sollen.

Die scheinbare Verdaulichkeit
der einzelnen Nahrungsfasern
stellte sich bei den Galápagos-
Riesenschildkröten als sehr hoch
heraus. Sie betrug z.B. bei Rohfa-
sern 55%. Diese hohe Verdau-
lichkeitsrate lässt sich mit der
speziellen bakteriellen Dickdarm-
flora der herbivoren Schildkröten
erklären. Diese Bakterien helfen
der Schildkröte durch Fermentati-
onsprozesse, auch schwerverdau-
liche Nahrung aufzubereiten und
wertvolle Nährstoffe daraus zu
gewinnen. Bei Pferden, die aus-
gezeichnete Verwerter von Nah-
rungs- bzw. Pflanzenfasern sind,
wurden ähnlich hohe Werte fest-
gestellt. Galápagos-Riesenschild-
kröten sind somit vorzüglich an
die karge Vegetation in ihrem na-
türlichen Umfeld angepasst. Auch
im Zoologischen Garten Zürich
werden die Galápagos-Riesen-
schildkröten nun mit einem er-
heblich höheren Anteil an Nah-
rungsfasern in Form von Heu ge-
füttert. Dies soll die Tiere gesund
und fit halten.

Zusammenfassung der Studienergebnisse

Die in dieser Arbeit bei Repti-
lien erstmals eingesetzten n-
Alkane haben sich als gute Mar-

ker für verdauungsphysiologische
Untersuchungen erwiesen.

Alkane bieten folgende Vorteile:

- Sie sind in praktisch allen Fut-
terpflanzen natürlicherweise
enthalten. Somit können Tiere
ihr gewohntes Futter aufneh-
men. Dies macht die Alkane
zu geeigneten Markern für Un-
tersuchungen mit Schildkröten
in freier Wildbahn.
- Alkane sind absolut ge-
schmacklos und gesundheit-
lich völlig unbedenklich. Auch
während dieser beiden Ver-
suche zeigten die Riesen-
schildkröten weder Abneigung
gegen das Futter noch ir-
gendwelche gesundheitlichen
Probleme im Zusammenhang
mit ihrer Verdauung.
- Des weiteren lassen sich Alka-
ne bereits in winzig kleinen
Mengen (im µg-Bereich)
nachweisen. Die Alkananalyse
lässt sich leicht und ohne gros-
sen Aufwand bewerkstelligen.

Zusammenfassend ist festzu-
stellen, dass n-Alkane ein grosses
Potential für verdauungsphysiolo-
gische Untersuchungen bei pflan-
zenfressenden Schildkröten, so-
wie bei Reptilien allgemein besit-
zen. Es ist zu hoffen, dass zu-
künftig weiteres Grundlagenwis-
sen bezüglich Fütterung, Futter-

bedürfnisse und Verdauung bei
diesen Tieren gesammelt werden
kann.

Literatur

Der vorliegende Artikel ist eine
Zusammenfassung der Dissertati-
on:

GISLER R. (2002) : Verdauungsphysiologi-
sche Untersuchungen bei Galapagos-
Riesenschildkröten (*Geochelone ni-
gra*). – Veterinärmedizinische Fakultät
der Universität Zürich, Departement
für Kleintiere, Abteilung für Zoo-,
Heim- und Wildtiere und Zoologischer
Garten Zürich.

Die komplette Literaturliste
kann per E-Mail bei der Autorin
angefordert werden.

Dank

Ich möchte mich bei den Mit-
gliedern der SIGS und der «Stif-
tung zum Wohle der Schildkröte»
ganz herzlich für die finanzielle
Unterstützung dieses Projekts
bedanken.

Kontakt

RICARDA GISLER

E-Mail: ricarda.gisler@bluewin.ch

