

Beitrag zur Ernährung Europäischer Landschildkröten

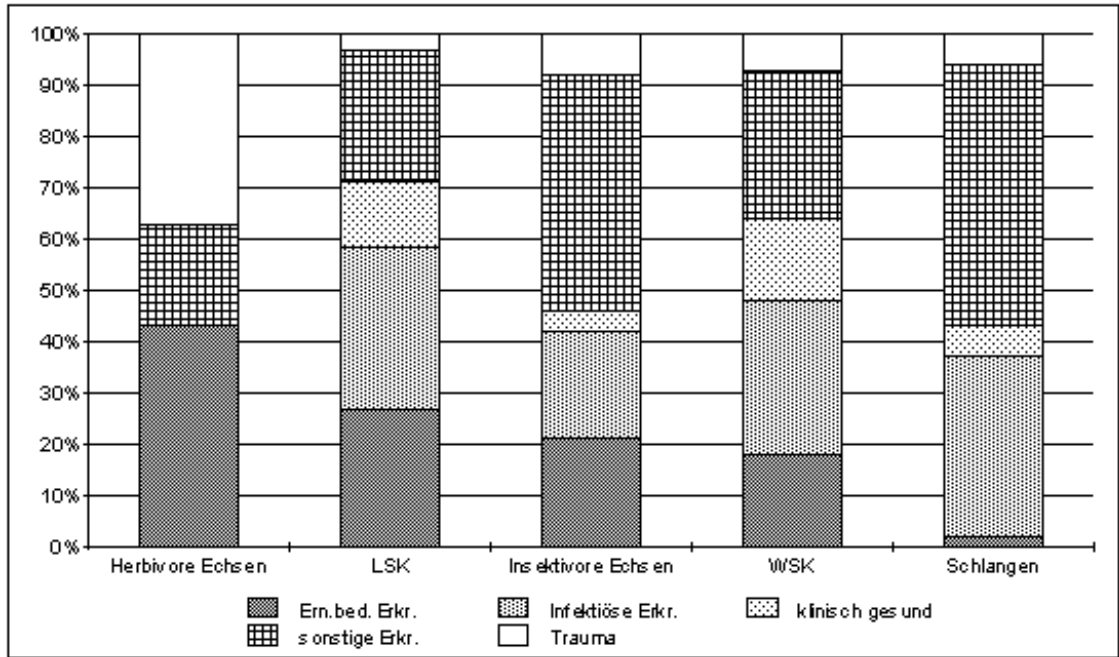
Dr. Carolin Dennert, Dinslaken

[Teile 1 + 2 erschienen 1999 in REPTILIA Nr. 17 4(3) und 18 4(4)]

Die zunehmende Beliebtheit von Reptilien als exotische Heimtiere und das gehäufte Vorkommen ernährungsbedingter Erkrankungen, insbesondere bei Pflanzenfressern, konfrontieren Halter und nicht zuletzt Tierärzte mit der Frage nach dem Nähr- und Mineralstoffbedarf dieser Tiere. Voraussetzung für die Beurteilung von Haltungs- und Fütterungsfehlern ist u.a. die Kenntnis der im natürlichen Lebensraum aufgenommenen Nahrung. Einzig carnivore Reptilien scheinen durch den Verzehr vollständiger Tierkörper von der Problematik ernährungsbedingter Erkrankungen verschont. Die vielgestaltige Ernährungsweise der unterschiedlichen Spezies sowie nur lückenhafte Kenntnisse der Ernährungsphysiologie einzelner Arten erschweren die Gestaltung einer bedarfsgerechten Ration bzw. Beurteilung der angebotenen Nahrung. Besondere Vorsicht ist im Umgang mit Mischfuttermitteln zur Vitaminergänzung geboten, da eine Überdosierung, v.a. der fettlöslichen Vitamine A und D₃, bei Reptilien möglich ist. Eine unkritische Anwendung erscheint hier besonders risikoreich, insbesondere aufgrund nicht spezifizierter Herstelleranweisungen und häufig nicht bedarfsgerechter Dosierung.

Vorkommen und Häufigkeit ernährungsbedingter Erkrankungen bei Reptilien

Eine Untersuchung zum Vorkommen ernährungsbedingter Erkrankungen bei Reptilien ergab, daß insbesondere die Aufzucht pflanzenfressender Arten Schwierigkeiten bereitet. Am Patientenstamm einer spezialisierten Tierarztpraxis wurden Erhebungen zur Fütterungspraxis von Reptilienbesitzern durchgeführt. Das in die Untersuchungen einbezogene Reptilienklientel setzte sich zusammen aus 294 Patienten. Während des Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 49 Schlangen vorgestellt, 135 Landschildkröten, 56 Wasserschildkröten und 54 Schuppenechsen, davon ein *Varanus niloticus*, 24 Insektenfresser und 29 pflanzenfressende Echsen (28 *Iguana iguana*, 1 *Uromastyx* sp.). Das Vorkommen von ernährungsbedingten Erkrankungen erreicht bei Grünen Leguanen mit 54% den höchsten Anteil und wird bei Land- und Wasserschildkröten mit 24% respektive 20% häufiger beobachtet als bei insektivoren Echsen (13%) und Schlangen (4%). Skeletterkrankungen haben eine herausragende Bedeutung. Ein wesentlicher Grund für dieses Verteilungsmuster ist darin zu suchen, daß Fütterungsempfehlungen häufig auf empirischen Informationen basieren, wobei die Mineralstoff- und Vitaminversorgung besonders problematisch erscheint. Da die Ernährung von Reptilien hauptsächlich auf der Basis tierischer und pflanzlicher Einzelfuttermittel erfolgt und aufgrund nur vager Vorstellungen zum Bedarf der Tiere ist eine einseitige Gestaltung der Ration zu vermeiden, um Mangelkrankungen vorzubeugen. Aufgrund der Häufigkeit von Skeletterkrankungen dürfte das wesentliche Augenmerk den Ca- und P-Gehalten der Rationen gelten (DENNERT 1997).



LSK= Landschildkröten, WSK= Wasserschildkröten

Abb. 1: Häufigkeit von ernährungsbedingten Erkrankungen bei Reptilien

LSK= Landschildkröten, WSK= Wasserschildkröten

Der Verdauungstrakt: Aufbau und Funktion

Aufbau des Verdauungstraktes

Der Maulspalt der Schildkröten wird durch einen Hornschnabel begrenzt. Dieser übernimmt die Funktion von Zähnen. Ober- und Unterkiefer sind zu einer festen Knochenspanne verwachsen und bei allen Schildkrötenarten von einer Hornscheide bedeckt. Die Zunge ist klein, fleischig und mit zottigen Papillen besetzt. Sie kann bei der Nahrungsaufnahme kaum aus der Maulhöhle herausverlagert werden und dient vor allem der Beförderung von Nahrung innerhalb der Maulhöhle rachenwärts. Vorstossende Kopfbewegungen unterstützen diesen Vorgang. Der Speichel ist ohne Bedeutung für die Verdauung. Vielmehr soll eingespeicheltes Futter besser in Richtung Magen abgleiten können (DENNERT 1997). Die Speiseröhre überführt den Bissen in den Magen. Bei *Testudo horsfieldi* soll die kräftige Wandmuskulatur der Speiseröhre sogar an der mechanischen Zerkleinerung von Nahrung beteiligt sein (EKSAEVA 1958).

Der Schildkrötenmagen gleicht in seiner Form, Lage und Ausdehnung stark dem einhöhligen Magen der Säuger. Seine Form ähnelt je nach Füllungszustand einem Haken oder einem Sack. Der Magen liegt in der Regel auf halber Länge des Rumpfes innerhalb der linken Körperseite. Vom Magen wird der anverdaute Nahrungsbrei in den Dünndarm weitergeleitet. Die Abgrenzung zum Dünndarmbereich bildet ein ringförmiger Muskel.

Die Gliederung des Darms entspricht der geläufigen Unterteilung in Dünndarm, Blinddarm und Dickdarm. Im Vergleich zum Säuger sind die Darmabschnitte jedoch kürzer in Relation zur Körperlänge (KARASOV et al. 1986). Schildkröten wiederum besitzen innerhalb der Reptilien den in Relation zur Körperlänge längsten Darm (LUPPA 1977). Der Dünndarm der Schildkröten liegt geschlängelt zentral in der Körperhöhle. In der Ansicht von unten werden die unterschiedlich langen Schlingen großteils von der Leber verdeckt. Um auf die Dünndarmschlingen sehen zu können, wurde in Abbildung 2 nach Entfernung des Bauchpanzers die Leber zur Seite gelegt und teilweise entfernt. Im Anschluß an den Dünndarm grenzt sich mehr oder weniger deutlich ein Blinddarm ab. Diesem folgt als nächster Abschnitt der Dickdarm. Der Innendurchmesser des Dickdarms ist deutlich größer als der des Dünndarmes.

Über die Kloake werden die Exkremente ausgeschieden.

Übersicht der Funktionsweise einzelner Abschnitte des Verdauungstrakts

Abbildung 3 (Übersicht der Verdauungsabläufe) demonstriert einige wesentliche Verdauungsvorgänge in den verschiedenen Abschnitten des Verdauungskanal. Mit Ausnahme der Nahrungszerkleinerung leisten Maul und Speiseröhre meist keinen bedeutenden Beitrag zur Verdauung. Daher beginnt dieses Schema mit dem Magen. Im Magen beginnt die Eiweißverdauung. Drüsenzellen der Magenschleimhaut geben den sogenannten Magensaft ab. Der Magensaft enthält Salzsäure und Pepsin. Die Sekretion von Magensaft wird angeregt durch die Dehnung der Magenwand bei Futteraufnahme, durch die Nahrung selbst und/ oder durch deren Abbauprodukte. Eine bedeutende Rolle spielt hierbei die Umgebungstemperatur. Höhere Temperaturen beschleunigen den Verdauungsvorgang.



Abb. 3 : Übersicht der Verdauungsabläufe.

Gelangt der saure Nahrungsbrei vom Magen in den Dünndarm, so wird die Abgabe von Bauchspeichel eingeleitet. Dieser enthält u.a. Enzyme, die dem Abbau von Eiweißen, Fetten und Kohlenhydraten dienen. Dem Dünndarm schließen sich Blind- und Dickdarm an. Sie beherbergen Kleinstlebewesen, deren Enzyme den Abbau von Pflanzenfasern überhaupt erst ermöglichen (mikrobielle Fermentation). Ohne diese Mikroorganismen wäre die Verwertung pflanzlicher Faserstoffe für den Organismus nicht denkbar. Bei pflanzenfressenden Schildkröten ist nicht der Blinddarm, sondern der weite Dickdarm Hauptort mikrobieller Abbauvorgänge (DENNERT 1997). In Gefangenschaft einzeln aufgezogene, junge pflanzenfressende Reptilien sind möglicherweise von der arttypischen Quelle fermentativer Mikroorganismen isoliert, da in der Regel die Übertragung von den adulten Tieren auf die Jungtiere erfolgt. Diese Individuen gedeihen zwar in Gefangenschaft aufgrund leichter verdaulicher Futtermittel, jedoch gleichen ihre Verdauungsvorgänge nicht derjenigen wildlebender Vertreter (POUGH 1991).

Das Längenverhältnis des Dünndarms zum Dickdarm der Reptilien wechselt in Anlehnung an die Ernährungsweise unterschiedlicher Arten. Der längste Dünndarm findet sich bei Fleischfressern (Eiweißverdauung), und allesfressende Arten nehmen eine Mittelstellung ein (tierisches Eiweiß und pflanzliche Nahrung). Der Dünndarm von Pflanzenfressern hingegen ist relativ kurz, da die wesentliche Verdauungsaufgabe den Kleinstlebewesen im Dickdarm obliegt. Länge und Fassungsvermögen des Dickdarmes verhalten sich genau umgekehrt (siehe Abbildung

4). Bei pflanzenfressenden Arten liegt das Verhältnis von Dünndarm- zu Dickdarmlänge zwischen 0,4 und 1 zu 1 (GUARD 1980).

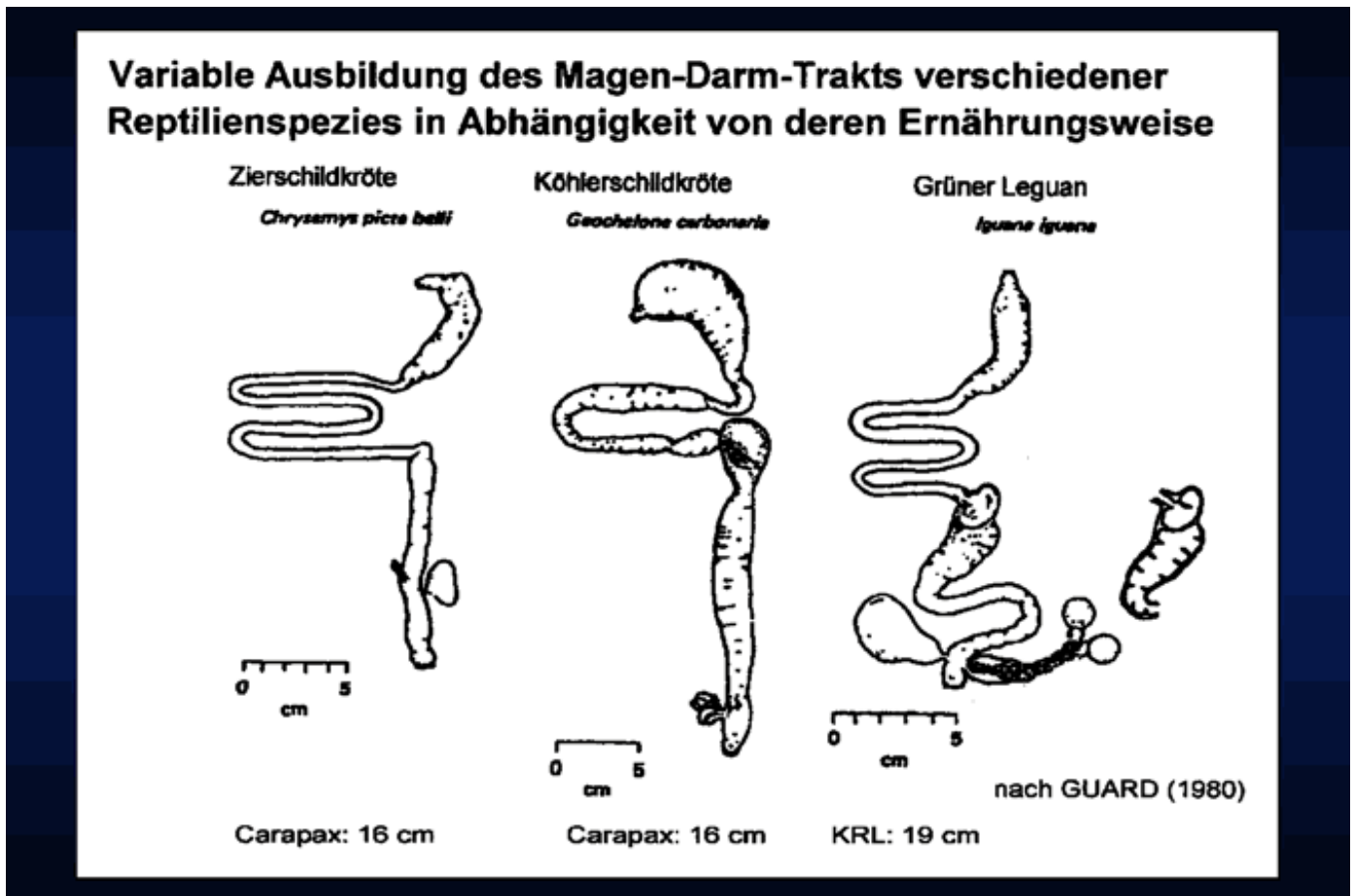


Abb. 4 : Morphologie des Magen-Darm-Trakts verschiedener Reptilienspezies mit unterschiedlicher Ernährungsweise.

Abbildung 4 veranschaulicht die Längenverhältnisse der einzelnen Abschnitte des Darmtrakts bei verschiedenen Reptilienarten mit unterschiedlichem Nahrungsspektrum. Bei vermehrt fleischfressenden Arten, hier eine Zierschildkröte (linke Skizze), findet vorwiegend ein enzymatischer Abbau von tierischem Eiweiß im Dünndarm statt. Entsprechend überwiegt hier deutlich der Dünndarmanteil an der Gesamtlänge des Darms. Bei einem Omnivoren (Allesfresser) liegt das Verhältnis von Dünndarm- zu Dickdarmlänge etwa bei 2:1. Das Fassungsvermögen des Dickdarms ist im Vergleich zu fleischfressenden Spezies vergrößert. Neben der Eiweißverdauung im verhältnismäßig langen Dünndarm findet bei einem Allesfresser auch ein bedeutender Anteil an Dickdarmverdauung (Abbau von Pflanzenfasern durch Mikroorganismen) statt. Die mittlere Skizze stellt den Verdauungstrakt der vorwiegend pflanzenfressenden *Geochelone carbonaria* dar. Zu erkennen sind ein eher kurzer Dünndarm und ein ausgeprägter weiter Dickdarm. Das Längenverhältnis der beiden Abschnitte liegt bei 1:1. Betrachtet man den Verdauungskanal des vorwiegend blattfressenden Grünen Leguans im Vergleich, so fällt der ausgeprägte Dickdarm mit seinem außergewöhnlichen Aufbau ins Auge. Im Blinddarm wird der Nahrungsbrei durch mehrere Querfalten aufgehoben. Diese Faltenbildung dient einer Verlängerung der Verweilzeit von Nahrungsbrei im Blinddarm, da der mikrobielle Aufschluß von Pflanzenfasern, insbesondere Zellulose, einige Zeit in Anspruch nimmt (DENNERT 1998; McBEE u. McBEE 1982; TROYER 1984).

Die Verweildauer von Nahrungsbrei in Magen und Darm wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die Passagezeit ist unter anderem von der Fütterungsfrequenz und der aufgenommenen Futtermenge abhängig. Bei hoher Nahrungsaufnahme wird die Ration schneller weitergeleitet. Auch hohe Umgebungstemperaturen im Bereich von 25 – 35 °C sowie Aktivität des Tieres beschleunigen die Passage von Futterbrei. Weitere Faktoren sind die Art und die chemische Zusammensetzung der Nahrung (z.B. Wasser- und Fasergehalt), die bevorzugte Körpertemperatur, die Verdauungssäfte und Enzymaktivität. Die Verweildauer variiert mit der Länge und dem Fassungsvermögen des Verdauungstraktes, wechselt in Abhängigkeit von der Motilität und nicht zuletzt der Haltung des Tieres (LILLYWHITE u. GATTEN Jr. 1995; SKOCZYLAS 1978). Eine Ration Kopfsalat durchläuft den Verdauungstrakt bei *Testudo graeca* bei 28°C binnen eines Zeitraumes von drei bis zu acht Tagen. Bei Fütterung von schwerer

verdaulichen Futtermitteln, beispielsweise Disteln oder Gras verlängert sich die Passagedauer auf 16 bis 28 Tage (LAWRENCE u. JACKSON 1982).

Grundbegriffe der Tierernährung

- Grundbegriffe der Tierernährung -



ROHNÄHRSTOFFE:

- Rohasche (Mineralstoffe)
- Rohfett
- Rohprotein (Eiweisse)
- Rohfaser (Zellwandbestandteile)
- N-freie Extraktstoffe (Zucker)

C. Dennert 1999

Rohnährstoffe

Weltweit gründet sich das System der praktischen Fütterung auf den nach dem sogenannten Weender Verfahren bestimmten Rohnährstoffen. Durch die Weender Analyse werden die Inhaltsstoffe eines Futtermittels nach Gruppen mengenmäßig erfasst. Die ursprüngliche Probe, beispielsweise Kopfsalat, gliedert sich in folgende Stoffgruppen:

- Grundbegriffe der Tierernährung -

WEENDER ANALYSE

entspricht etwa:

- Rohwasser
- Rohasche
- Rohfett
- Rohprotein
- Rohfaser
- N-freie Extraktstoffe

Wasser
Mineralstoffe, Erde
Fette
Eiweisse
pflanzliche Faserstoffe
Zucker

C. Dennert 1999

Abb. 5 : (Grundbegriffe der Tierernährung, Weender Analyse)

Praxiserfahrungen ergaben, daß bei der Fütterung europäischer Landschildkröten insbesondere Eiweiss- und Rohfasergehalte sowie die Mineralstoffe Kalzium und Phosphor den Schildkrötenhalter beschäftigen und den Tieren Probleme bereiten. Nicht selten ergeben sich aus dieser Problematik Skeletterkrankungen, Stoffwechsel- und/ oder Verdauungsstörungen bei Schildkröten. Aus diesem Grund beschäftigt sich der anschließende Abschnitt mit den für die Fütterungspraxis besonders relevanten Rohnährstoffe, nämlich dem Rohprotein- und Rohfaseranteil sowie mit den Mineralstoffen Kalzium und Phosphor. Aufgrund seiner Bedeutung als Energieträger und -speicher wird vorneweg in kürze Rohfett als Nährstoff abgehandelt.

Rohfett

- Rohnährstoffe -

ROHFETT

- Abbau enzymatisch (Pankreas) im Dünndarm; Abbauprodukte sind Glycerin und Fettsäuren
- Fettsäuren sind wichtige Bestandteile biologischer Membranen; Abkömmlinge dienen als Hormone; Brennstoffmoleküle
- Pflanzenfresser: unter 10 % i.d. Trockensubstanz

C. Dennert 1998

(Rohnährstoffe, Rohfett)>

Der Abbau von Fetten erfolgt insbesondere im Dünndarm durch fettspaltende Enzyme der Bauchspeicheldrüse, des Pankreas. Zu den Abbauprodukten gehören Fettsäuren. Diese dienen wiederum als Bausteine für biologische Membranen. Abkömmlinge der Fettsäuren haben Bedeutung als Hormone und zellinterne Signalstoffe. Eine weitere wichtige Funktion kommt den Fettsäuren als Brennstoffmolekül zu, sie können zu hochkonzentrierten Energiespeichern zusammengelagert werden. Mit einem Rohfettgehalt von unter 10% in der Trockensubstanz der Ration erscheint der Bedarf von Pflanzenfressern gedeckt. Dieser Wert erscheint ausnahmslos in den verfügbaren pflanzlichen Einzelfuttermitteln erreicht. Auch das Fettsäuremuster der Nahrung spielt eine wichtige Rolle in der Tierernährung, jedoch liegen diesbezüglich für Reptilien nur unzureichende Erkenntnisse vor.

Rohprotein

Unter dem Begriff des Rohproteins werden nach der Weender Analyse vorwiegend Eiweisse erfasst. Die Bausteine der Proteine sind Aminosäuren. Sie bilden die Grundlage aller körpereigenen Gewebe, einschließlich des Blutes. Der größte Anteil des mit der Nahrung aufgenommenen Rohproteins wird in Magen und Dünndarm verdaut. In der Wachstumsphase ist der Proteinbedarf erhöht. Ein Eiweissmangel kann das Wachstum und das Immunsystem negativ beeinflussen.

- Rohnährstoffe -

ROHPROTEIN (Eiweiß)

- Bausteine sind Aminosäuren
- Aufbau von Körpergeweben
(also erhöhter Bedarf in der Wachstumsphase)
- Proteinverdauung beginnt im Magen (Pepsin),
wird im Dünndarm fortgesetzt (Pankreasenzyme)
- Herbivore: Jungtiere 25%, Adulte bis 20% i.d. TS

C. Dennert 1998

Abb. 6 : (Rohnährstoffe, Rohprotein)

Für Jungtiere Europäischer Landschildkröten kann derzeit von einem Eiweißbedarf um 25%, für Adulte um 20% in der Futter-Trockensubstanz ausgegangen werden.

Rohfaser

Rohfaser ist der asche- und fettfreie Rückstand der Futtermittel. Pflanzliche Gerüstsubstanzen setzen sich im wesentlichen zusammen aus Zellulose und Hemizellulose, Lignin und Pektin (MEYER et al. 1993, S. 14). Zellulose ist ein Makromolekül aus Zuckereinheiten, ähnlich der Stärke. Die chemischen Bindungen der Zuckermoleküle in Zellulose bilden lange gerade Ketten, aus denen Fasern mit hoher Zugfestigkeit entstehen. Der Gehalt einer Pflanze an Faserstoffen ist beeinflussbar durch Umgebungsfaktoren wie etwa Tageslänge, Temperatur und Wasserverfügbarkeit. Je nach Fruchtstand oder Blüte einer Pflanze wird deren Energiegehalt innerhalb des Systems verlagert (BAER 1994). Leichtverdauliche Nahrung liefert den Bakterien im Dünndarm nur wenig Substanz. Liegt der Rohfasergehalt der Ration unter etwa 4%, so entstehen ggf. Giftstoffe, die Verdauungsstörungen hervorrufen (MENKE u. HUSS 1987). Wie auch bei verschiedenen Säugetieren bekannt, nehmen Reptilien eigenen oder den Kot von Artgenossen, evtl. auch artfremder Individuen auf. Für Jungtiere pflanzenfressender Landschildkröten spielt die Aufnahme von Faeces der Adulten wahrscheinlich eine wesentliche Rolle beim Aufbau der Darmflora. Diese Verhaltensweise ermöglicht auch eine weitere und gründlichere Verdauung von Pflanzenbestandteilen, und es werden ausgeschiedene Mikroorganismen wieder aufgenommen (KING 1996, S. 37; SMITH 1994). Die Dickdarmflora bedarf strukturierter Rohfaser. Beispielsweise enthalten Luzernecobs längerfaserige Anteile als Pellets und können zerkrümelt unter frische Produkte gemengt werden (DONOGHUE u. DZANIS 1995).

- Rohrnährstoffe -



ROHFASER (pflanzliche Faserstoffe)



- Abbau durch Mikroorganismen in Blind- und Dickdarm
- beinhaltet z.B. Anteile von Zellulose
- Rohfaser stimuliert die Darmmotorik
- Pflanzenfresser: min. 12%, besser 20-30% i.d. TS

C. Dennert 1998

Abb. 7 : (Rohnährstoffe, Rohfaser)

Der Rohfaseranteil in der Nahrung pflanzenfressender Reptilienarten im natürlichen Lebensraum bewegt sich zwischen 10 – 40% in der Trockensubstanz (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Für die Ration Europäischer Landschildkröten ist in der Trockensubstanz ein Rohfaseranteil von mindestens 12%, besser jedoch 20–30% anzustreben.

Kalzium / Phosphor

Da der Kalziumstoffwechsel in unmittelbarer Verbindung mit dem Phosphorhaushalt steht, werden diese beiden Mineralstoffe gemeinsam in einem Abschnitt abgehandelt. Diesen Mineralstoffen ist deshalb so große Beachtung zu schenken, weil ihnen viele zentrale Funktionen im Stoffwechselgeschehen zukommen. Kalzium und Phosphor nehmen mit etwa 70 Prozent den größten Anteil der mineralischen Bestandteile des Körpers ein. Sie sind in ihrem Verhalten durch vielfältige Wechselbeziehungen miteinander verknüpft. Das Skelett enthält etwa 99% des Körper-Kalziums und ca. 85% des Körper-Phosphors. Im Knochengerüst sind ist etwa die doppelte Menge Kalzium im Vergleich zu Phosphor enthalten. Eine Unterversorgung mit Phosphor und Kalzium führt beim jungen Tier zu Rachitis, beim erwachsenen zur Osteomalazie. Beide Symptombilder sind durch verringerten Mineralgehalt in den Knochen gekennzeichnet, welcher in der Rachitis der Jungtiere zur Knochenweiche, in der Osteomalazie von Adulten zur Brüchigkeit der Knochen führt (MENKE u. HUSS 1987). Kalzium ist im Organismus unter anderem beteiligt an der Blutgerinnung, an Enzymaktivitäten, ist unentbehrlich für die Erregbarkeit von Nervenfasern und maßgeblich beteiligt an Muskelbewegungen und der Skelettstruktur. Zu niedrige Kalziumgehalte im Blut führen zu nervöser Übererregbarkeit und Krämpfen. Reptilien besitzen die wichtigsten Hormone und Gewebe, die bei den Säugern mit der Regulation des Kalziumhaushalts in Zusammenhang stehen (DACKE 1979). Die Regulation des Blut-Kalziums erfolgt durch ein Hormon der Nebenschilddrüse (Parathormon), das bei sinkendem Kalziumspiegel verstärkt gebildet wird und den Austausch von Kalzium im Skelett mit dem Blut verstärkt. Kurze Zeitspannen geringer Kalziumzufuhr können daher durch Mobilisierung von Kalziumreserven aus dem Skelett ausgeglichen werden. Für den Stoffwechsel der Zelle hat Kalzium als wesentlicher Bestandteil der Zellmembran Bedeutung. Wird das Kalzium aus den Zellmembranen entfernt, so ist die Durchlässigkeit der Membran verändert und der Stoffwechsel der Zelle gestört (MENKE u. HUSS 1987). Der Blut-Kalziumspiegel unterliegt bei Reptilien offensichtlich wesentlich größeren Schwankungen als bei Warmblütern. Im Blutplasma geschlechtsaktiver weiblicher Reptilien steigen die Kalziumgehalte zur Eianbildung deutlich an (DACKE 1979; SIMKISS 1967). Bei weiblichen Wasserschildkröten ist

die Zeit der Eischalenanbildung begleitet von starker Demineralisierung der Unterarm- und Oberschenkelknochen (EDGREN 1960; SUZUKI 1963). Bei ausreichender Verfügbarkeit von Kalzium werden die Speicher kurz nach der Eiablage wieder aufgefüllt (SIMKISS 1967). Der Kalziumbedarf von Schildkröten sollte aufgrund des massigen Panzergewebes hoch veranschlagt werden, mindestens 1,4% Kalzium (DONOGHUE 1995), besser um 2% in der Trockensubstanz. Die Toleranz vieler Arten reicht bis 2,5% Kalzium bei 1,6% Phosphor (DONOGHUE 1995).

Phosphor ist außer im Knochen in zahlreichen organischen Verbindungen enthalten. Phosphor ist Bestandteil von Nucleinsäuren (unser Erbgut), Eiweißen und Enzymen, sowie von Zähnen. Daneben dient Phosphor innerhalb des Organismus als Energieträger und -speicher. Die Aufnahme von Kalzium und Phosphor ist von mehreren Faktoren abhängig. Neben der Art der chemischen Verbindung und deren Löslichkeit spielt der Säuregrad im Darm eine bedeutende Rolle. In saurem Medium ist die Aufnahme verbessert. Proteinreiche Nahrung verschlechtert, kohlenhydratreiche Nahrung begünstigt die Aufnahme. (MENKE u. HUSS 1987).

Welche Bedeutung hat das sogenannte Kalzium-Phosphor-Verhältnis (Ca/P-Verhältnis) in der Tierernährung? Das Ca/P-Verhältnis ergibt sich, indem man den Kalziumgehalt eines Futtermittels durch dessen Phosphorgehalt teilt. Wie bereits beschrieben, steht der Kalziumstoffwechsel, die Aufnahme von Kalzium aus dem Darm, der Transport und die Verwertung innerhalb des Organismus in direktem Zusammenhang mit dem Phosphorhaushalt. Um einen optimalen Ablauf dieses Wechselspiels zu gewährleisten, sollte das Ca/P-Verhältnis der Nahrung Europäischer Landschildkröten zwischen 1,5 bis 2 : 1 liegen. Bei ausreichender Vitamin-D₃-Versorgung kann unter diesen Umständen eine optimale Kalziumaufnahme im Verdauungstrakt erwartet werden. Ein Ca/P-Verhältnis innerhalb dieses Bereichs minimiert den Vitamin-D₃-Bedarf (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Sehr ungünstig wirkt ein gestörtes Gleichgewicht im Ca/P-Verhältnis sowohl auf die Absorption als auch auf die Einlagerung in das Skelett.

Der nachfolgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Beurteilung der in der Landschildkrötenhaltung verfütterten und allgemein verfügbaren Futtermittel. Um die Ergebnisse soweit zusammenzufassen und die Bewertung der Futtermittel zu vereinfachen, wurden in Abbildung 8 die Richtwerte für die Zusammenstellung einer Ration für Europäische Landschildkröten gegenübergestellt.

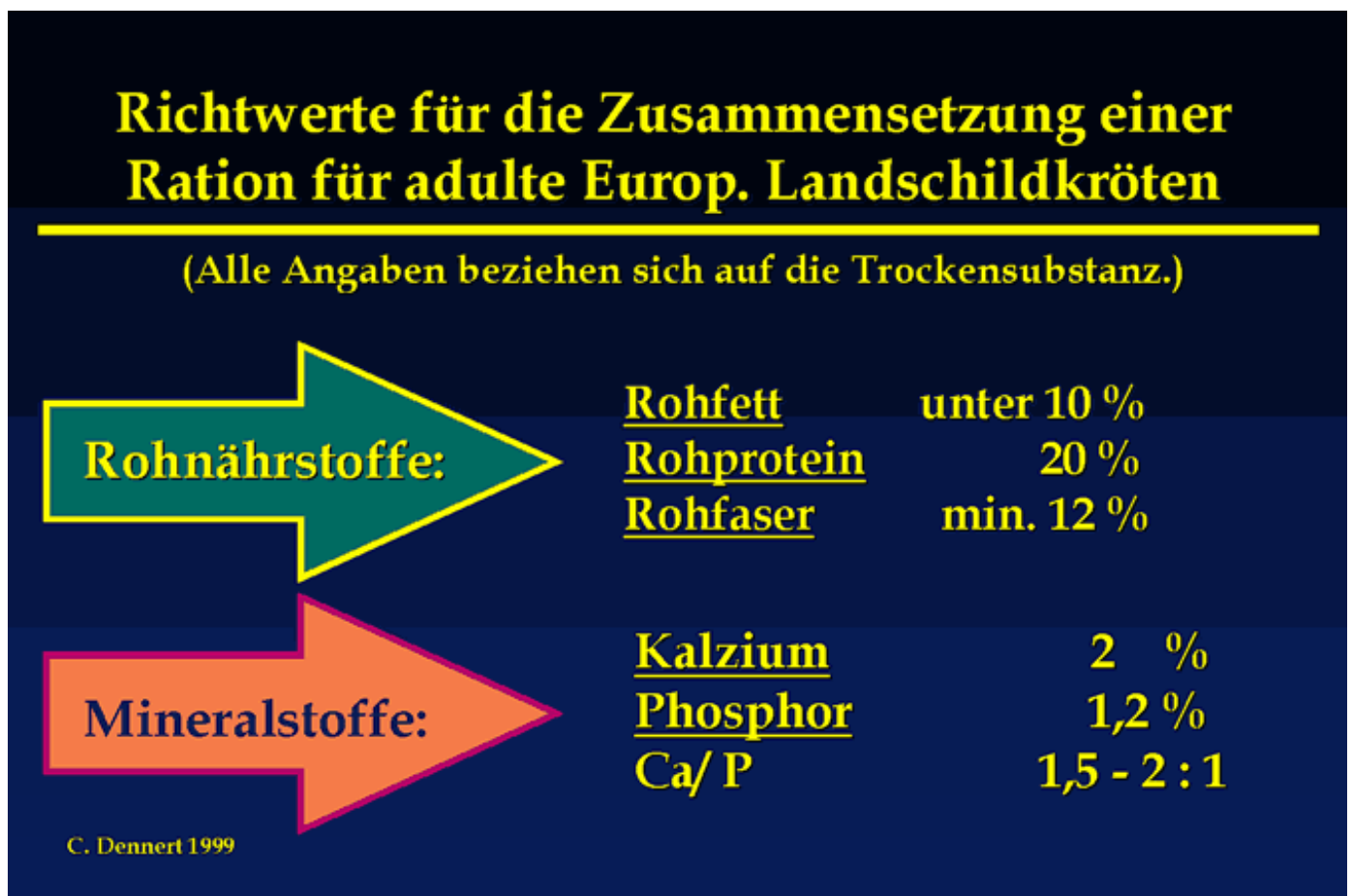


Abb. 8 : Richtwerte für die Zusammensetzung einer Ration ...

Futtermittelkunde

Für Landschildkröten erfolgt die Rationsgestaltung vorwiegend auf der Basis pflanzlicher Einzelfuttermittel, aber auch unter Einbeziehung kommerzieller Mischfutter für Reptilien und für andere Tierarten (Hund, Katze, Fische, Tauben, Puten und Hühner).

Das optimale Verhältnis von Eiweiss, Fett und Kohlenhydraten in der Ration hängt ab von der jeweiligen Herkunft einer Art (Lebensraum), einschließlich der Futtermittelgewohnheiten und dem Aufbau des Verdauungskanal. Fleischfressern dienen in erster Linie Fett und Eiweisse als Energieträger, Pflanzenfresser nutzen hauptsächlich lösliche Kohlenhydrate und pflanzliche Faserstoffe. Allesfresser erhalten in der Hauptwachstumsphase meist mehr Fett und Proteine, später größere Anteile an Kohlenhydraten und pflanzliche Faserstoffen. Viele Pflanzenfresser (Phytophage), wie etwa Landschildkröten und iguanide Echsen nehmen Mischungen aus Grünfutter, Früchten und Heu an. Wüstenbewohnende Spezies und Vertreter trockener Lebensräume akzeptieren Heu, Kakteen und wenig wasserhaltige Futtermittel, wohingegen Tropenbewohner feuchte, süßschmeckende Nahrung bevorzugen (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Generell werden Früchte, insbesondere von phytophagen Reptilien, bevorzugt angenommen, sei es aufgrund ihrer teils kräftigen Färbung, des häufig süßen Geschmacks oder aufgrund deren meist weicher Konsistenz. Obst enthält oft viel Feuchtigkeit, Fruktose und wenig Rohfaser. In der Landschildkrötenhaltung finden nahezu alle handelsüblichen oder im eigenen Garten zu ziehenden und wildwachsenden Pflanzen sowie deren Früchte und Erzeugnisse wie auch Nebenerzeugnisse aus deren Verarbeitung Verwendung als Einzelfuttermittel. Die einzelnen Sorten spielen unterschiedlich große Rollen je nach Nährwert, Verfügbarkeit und Bevorzugung durch die Tiere. Abbildung 9 stellt beispielhaft die Zusammensetzung von Rindfleisch derjenigen von Obst und Gemüse gegenüber, um eine Vorstellung von der ungefähren Zusammensetzung von Gemüse und Obst zu vermitteln. Im Vergleich zu Obst und Gemüse enthält Rindfleisch weniger Wasser, den bis zu zehnfachen Anteil an Eiweiss, und ungefähr sechsmal soviel Fett.

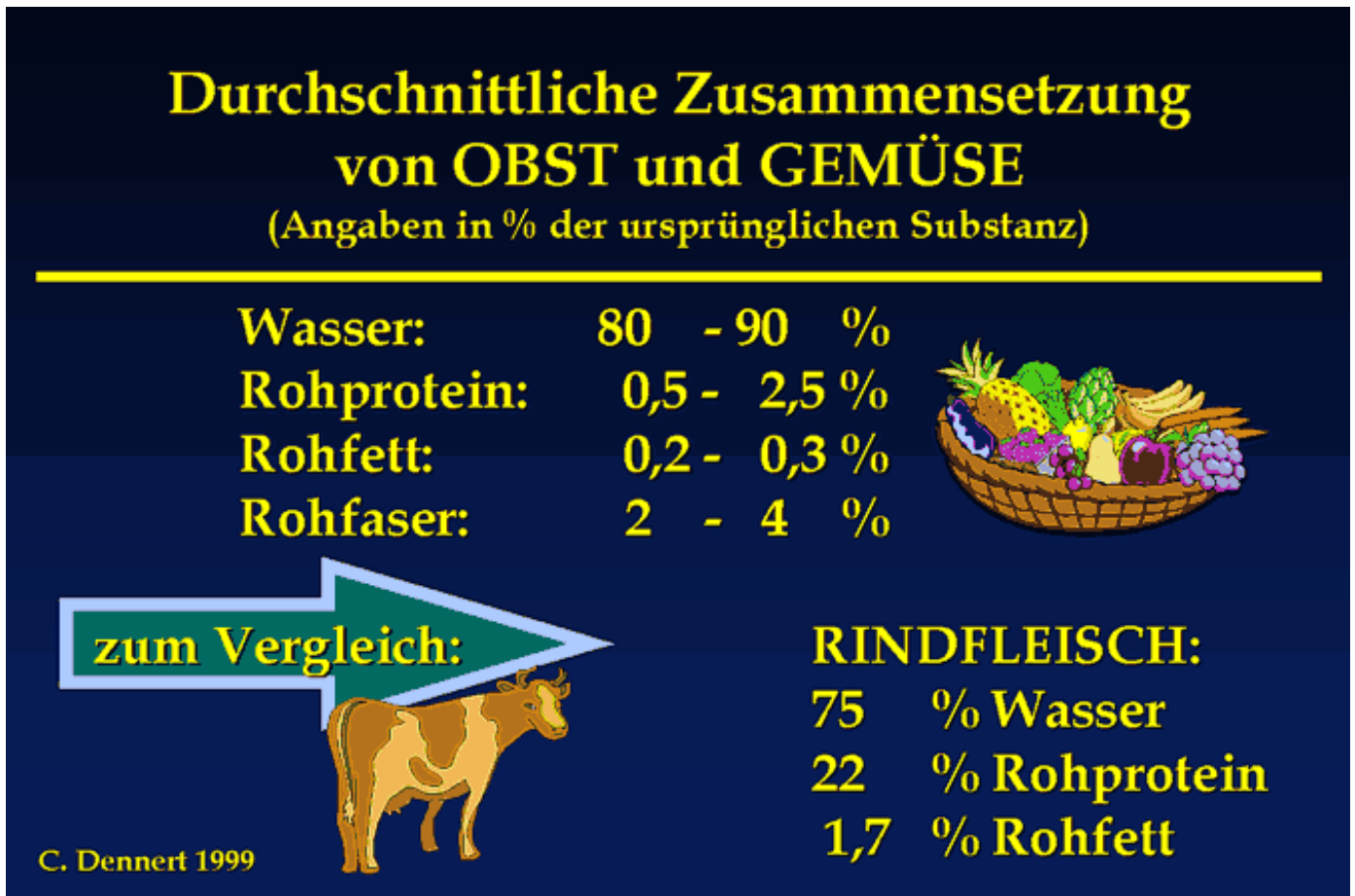


Abb. 9 : Durchschnittliche Zusammensetzung von Obst und Gemüse

Um nun die Eignung der verschiedenen Gemüse- und Obstsorten beurteilen und diese miteinander vergleichen zu können, werden die Angaben zu Inhaltsstoffen im folgenden immer auf die sogenannte Trockensubstanz bezogen, d.h. auf die ursprüngliche Probe ohne ihren Wasseranteil. Ein Rohproteingehalt von 0,5% im frischen Futtermittel

(der sogenannten ursprünglichen Substanz, uS) entspricht bei einem Wassergehalt von etwa 90% einem Rohproteingehalt von 5% in der Trockensubstanz (TS) dieses Futtermittels (siehe Tab. 2).

<u>Nährstoff</u>	<u>Gehalt in % uS</u>	<u>Gehalt in % TS</u>
Rohfett	0,2	2
Rohprotein	0,5	5
Rohfaser	2	20

Tab. 2: Nährstoffgehalte eines pflanzlichen Futtermittels mit 90% Wassergehalt in % der ursprünglichen Substanz (uS) und in % der Trockensubstanz (TS) im Vergleich

Unter Berücksichtigung der Empfehlungen zur Rationsgestaltung (Abb. 8) kann davon ausgegangen werden, daß der Eiweiss- und Fettanteil in Gemüse bzw. Grünfutter und Obst sowie die Faserstoffe im Grünfutter den Bedürfnissen unserer Europäischen Landschildkröten genügen (siehe Tab. 3).

<u>Nährstoff</u>	<u>Richtwert für die Ration</u> (% TS)	<u>Gehalt in Gemüse/ Obst</u> (% TS)
Rohfett	< 10	2 – 3
Rohprotein	20	5 – 30
Rohfaser	> 12	10 – 40

Tab. 3: Gegenüberstellung der Richtwerte zur Rationsgestaltung mit den durchschnittlichen Nährstoffgehalten von Gemüse und Obst

Es ergibt sich, daß bei der Rationsgestaltung das wesentliche Augenmerk dem Kalzium- und Phosphorgehalt gelten muß (Abb. 10). Nur wildwachsendes Grünfutter und wenige Gemüsesorten reichen in ihrem Kalziumgehalt an die erforderlichen 2% in der Trockensubstanz heran.

Zusammensetzung ausgesuchter Grünfuttermittel

100 g Trockensubstanz enthalten (Angaben in %)					
	Rohprotein	Rohfaser	Ca	P	Ca/ P
Endivien	30,7	21,4	0,95	0,95	1,0
Feldsalat (Rapunzel)	27,9	23,0	0,53	0,74	0,7
Eisbergsalat	26,7	11,1	0,44	0,49	0,9
Römersalat (Lattuga)	26,3	12,5	0,94	0,15	6,3
Chinakohl	25,9	41,3	0,87	0,65	1,3
Kopfsalat	25,0	28,8	0,49	0,45	1,1
Brunnenkresse	24,6	22,6	2,77	0,98	2,8
Markstammkohl	19,3	10,6	2,20	0,21	10,4
Löwenzahnblätter	17,8	nb	1,10	0,49	2,3

C. Dennert 1999

Abb. 10 : Zusammensetzung ausgesuchter Grünfuttermittel

Wird nun besonderes Augenmerk auf Kalzium- und Phosphorgehalt der verschiedenen Sorten pflanzlicher Einzelfuttermittel gelegt, so kann gemeinhin von den meisten kultivierten Gemüse- und Obstsorten nur abgeraten und auf wildwachsendes Grünfutter verwiesen werden. Fast ausnahmslos sind die Kalzium- und Phosphorgehalte in Gemüse und Obst gering, häufig begleitet von einem negativen Ca/P-Verhältnis, d.h. Phosphorüberschuß.

Eignung heimischer Gemüsesorten als Futtermittel für Europ. Landschildkröten



Abb. 11 : Eignung heimischer Gemüsesorten als Futtermittel für Europäische Landschildkröten

Generell sind Blatt-, Stengel- und Blütengemüse sowie Wurzel- und Knollengemüse besser geeignete Futtermittel für Europäische Landschildkröten als Gemüsefrüchte und Keimlinge. Zu den erstgenannten zählen verschiedene Salat- und Kohlsorten, Kresse, Fenchel, Mangold und Portulak. Von den zur Verfügung stehenden Salaten sollte am ehesten auf die Sorten mit positivem Ca/P-Verhältnis zurückgegriffen werden, nämlich Lattuga (Römersalat), Endivien, Kopfsalat und Rucola. Ein negatives Ca/P-Verhältnis findet sich in Eisberg- und Feldsalat. Wurzel- und Knollengemüse findet nur beschränkt Verwendung als Futtermittel. Empfehlenswert sind Karotten und Kohlrabi. Besonders vorsichtig einzusetzen sind Gemüsefrüchte wie Gurken, Tomaten, Paprika und Kürbis. Hier werden niedrigste Kalzium- und Phosphorgehalte von einem massiven Phosphorüberschuß begleitet. Alle Arten von Keimlingen bzw. Sprossen sind sehr proteinreich und enthalten wenig Kalzium und viel Phosphor. Ausnahmen bestätigen natürlich die Regel – ein positives Ca/P-Verhältnis können beispielsweise Bohnen und Zucchini vorweisen.

Blatt-, Stengel- und Blütengemüse als Futtermittel für Europ. Landschildkröten

	Wasser	100% Trockensubstanz enthalten				
		Rohprotein	Rohfaser	Kalzium	Phosphor	Ca/ P
Broccoli	89,70	32,0	29,1	1,02	0,80	1,3
Brunnenkresse	93,50	24,6	22,6	2,77	0,98	2,8
Chicorée	94,40	23,2	22,5	0,46	0,46	1,0
Chinakohl	95,40	25,9	41,3	0,87	0,65	1,3
Endivie	94,30	30,7	21,4	0,95	0,95	1,0
Gartenkresse	87,20	32,8	27,5	1,67	0,30	5,6
Grünkohl	86,30	31,4	30,7	1,55	0,64	2,4
Kopfsalat	95,00	25,0	28,8	0,49	0,45	1,1
Lattuga	93,16	26,3	12,5	0,94	0,15	6,3
Löwenzahnblätter	85,70	17,8	nb	1,10	0,49	2,3
Markstammkohl	83,90	19,3	10,6	2,20	0,21	10,4

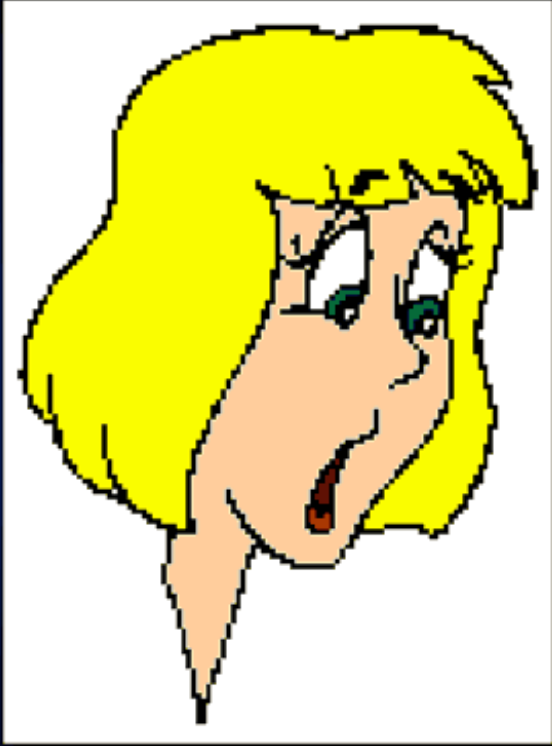
C. Dennert 1999

Abb. 12 : Blatt-, Stengel- und Blütengemüse als Futtermittel für Europ. Landschildkröten




Zu den wenigen kalziumreichen Gemüsesorten und Grünfuttermitteln mit gleichzeitig günstigem Ca/P-Verhältnis zählen Gartenkresse, Grünkohl und Petersilie sowie Brunnenkresse, Löwenzahn und Weißklee. Pflanzliche Einzelfuttermittel mit den erwünschten Kalziumgehalten um 2% in der Trockensubstanz sind Brunnenkresse, Futtermalve, Möhrenkraut, und Markstammkohl. Diese enthalten jedoch einen deutlichen Kalziumüberschuß im Vergleich zu Phosphor.

Eine ähnliche Grobeinteilung lassen die unterschiedlichen Obstsorten zu. Aufgrund eines geringen Kalzium- und Phosphorgehaltes bei gleichzeitigem Phosphorüberschuß in Relation zu Kalzium ist von einer gehäuften Verfütterung von Kern- und Steinobst abzusehen. Ein besseres Beifutter bzw. das geringere Übel stellen Beeren dar, insbesondere Brombeeren und Johannisbeeren. Verschiedene exotische Früchte zeichnen sich durch ein optimales Ca/P-Verhältnis aus, so z.B. Apfelsinen, oder sie sind außergewöhnlich kalziumreich. Zu den bekannteren Vertretern dürften die Feige und die Kaktusfeige (Opuntia) gehören. Ein Vorteil von Obst als Futtermittel für Europäische Landschildkröten liegt in der guten Akzeptanz und leichten Verdaulichkeit. Allerdings begünstigt der Gehalt an Fruchtzucker die Vermehrung von Hefepilzen.

Eher selten anzutreffende Komponenten einer Ration sind Vollkornnudeln, Reis und Milchreis, Götterspeise und Käse, die in Fachbüchern für Terrarianer jedoch teils als geeignet für die Ernährung von Reptilien erklärt und vom unkritischen Halter als Bestandteil der Ration übernommen werden.



Meiden Sie:

- Zuckermais 
- Reis
- Fleisch
- Brot, Brötchen 
- Milch und Milchprodukte 

C. Dennert 1998

Abb. 13 : (Meiden Sie ...)

Beispielhafte Rationsberechnung

Mit dem Wissen über die Grundbegriffe der Tierernährung, über die Bedeutung verschiedener Nährstoffgruppen für die Ernährungsphysiologie und über die Zusammensetzung wichtiger pflanzlicher Futtermittel soll nun beispielhaft die Ration einer Europäischen Landschildkröte in Hobbyhaltung bewertet werden. Geht man davon aus, daß sich die Ration dieser Schildkröte über das Jahr hinweg zusammensetzt aus 80% Kopfsalat, 12% Äpfel, 5% Bananen und jeweils 1% Erdbeeren, Möhren und Löwenzahn, so ergibt sich nachfolgende Nährstoffberechnung (siehe Abb. 14). Auch hier bestätigt sich, daß aufgrund der Problematik von Skeletterkrankungen das wesentliche Augenmerk bei der Rationsgestaltung dem Kalzium- und Phosphorgehalt zu gelten hat. Wird der Berechnung ein durchschnittlicher Wassergehalt von 90% zugrunde gelegt, so grenzen der Rohprotein- und Rohfasergehalt an den unteren Bereich der empfohlenen Richtwerte. Kalzium und Phosphor jedoch erreichen lange nicht das vorgegebene Maß (SOLL in der Trockensubstanz: 2% Kalzium/ 1,2% Phosphor; IST: 0,21% Kalzium/ 0,24% Phosphor).

Beispielhafte Rationsberechnung für eine Europäische Landschildkröte I



		100 g uS enthalten:					
		Rp	Rfa	Ca	P	Ca/P	
anteilig	%	%	%	mg	mg		
Kopfsalat	80	1,04	0,48	17,60	20,00	0,9	
Apfel	12	0,04	0,28	1,20	1,20	1,0	
Banane	5	0,08	0,00	0,50	2,00	0,3	
Erdbeere	1	0,01	0,02	0,00	0,00	0,9	
Möhre	1	0,01	0,00	0,15	0,13	1,1	
Löwenzahn	1	0,03	0,00	1,87	0,70	2,7	
	100	1,2	0,8	21,3	24,0	0,9	

C. Dennert 1999

Abb. 14 : (Beispielhafte Rationsberechnung für eine Europäische Landschildkröte I)

Als erster Schritt bietet sich die Verwendung höherwertiger Futtermittel an. Im Beispiel wird Kopfsalat durch Römervalat (Lattuga) ersetzt. Allein diese Korrektur verdoppelt bereits den Kalziumgehalt der Ration und reduziert den Phosphorgehalt (Abb. 15).

Beispielhafte Rationsberechnung für eine Europäische Landschildkröte II



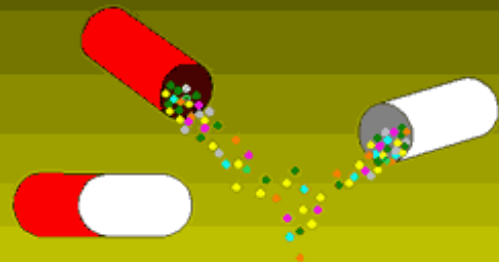
anteilig	%	100 g uS enthalten:					Ca/P
		Rp	Rfa	Ca	P		
	%	%	%	mg	mg		
Lattuga	80	1,44	0,69	51,20	8,00	6,4	
Apfel	12	0,04	0,28	1,20	1,20	1,0	
Banane	5	0,08	0,00	0,50	2,00	0,3	
Erdbeere	1	0,01	0,02	0,00	0,00	0,9	
Möhre	1	0,01	0,00	0,15	0,13	1,1	
Löwenzahn	1	0,03	0,00	1,87	0,70	2,7	
	100	1,6	0,98	54,9	12,0	4,6	

C. Dennert 1999

Abb. 15 : (Beispielhafte Rationsberechnung für eine Europäische Landschildkröte II)

Dennoch bleibt der empfohlene Richtwert von 2% Kalzium in der Trockensubstanz unerreicht.

Wie ist ein Kalziumdefizit auszugleichen?



**SOLL in der Ration:
2 % in der Trockensubstanz**


C. Dennert 1998

Abb. 16 : Wie ist ein Kalziumdefizit auszugleichen?

Zur Korrektur des Kalziumgehalts einer Ration stehen zahlreiche mineralische Einzelfuttermittel zur Verfügung. Zur Verwendung kommen insbesondere Sepiaschalen ("Rückgrat des Tintenfisches mit 41% Kalzium) sowie Eierschalen (vorwiegend Kalziumkarbonat, auch als kohlensaurer Futterkalk mit 36% Kalzium).

Mineralische Einzelfutter zur Ergänzung des Kalziumgehaltes einer Ration

• Sepiaschale	41 % Kalzium
• kohlensaurer Futterkalk (Ca-Carbonat, auch Eierschale)	36
• Ca-Laktat	12
• Ca-Glukonat	8,5



C. Dennert 1998

Abb. 17 : Mineralische Einzelfuttermittel zur Ergänzung des Kalziumgehaltes einer Ration

Diese Präparate werden von Terrarianern in der Regel nach Fingerspitzengefühl über die Futtermittel gestreut, da gemeinhin unter Terrarianern und innerhalb von Fachkreisen weitergegeben wird, daß eine Überdosierung von Kalzium nicht möglich sei. Im Gegenteil – der Organismus scheidet überschüssiges Kalzium in Form von Phosphatsalzen aus. Dem Körper wird auf diese Weise also auch Phosphor entzogen. Eine Folgeerscheinung können Störungen des Skelettstoffwechsels sein. Bewährt hat sich die freie Verfügbarkeit von Sepia, Eierschalen oder Muschelgrit im Landschildkrötengehege. Die Tiere können nach eigenem Ermessen und Bedarf die erforderliche Menge Kalzium aufnehmen. Soll ein unbefriedigendes Ca/P-Verhältnis eines Futtermittels, z.B. von Feldsalat direkt korrigiert werden, so hat dies gezielt und überlegt zu erfolgen (Abb. 18). Bereits knapp 0,2 g Eierschale reichen aus, um das negative Ca/P-Verhältnis in 100 g frischen Feldsalats auf 2: 1 zu berichtigen.

- Korrektur eines unbefriedigenden Ca/P-Verhältnisses -

Beispiel:

100 g uS enthalten:				
		Ca	P	Ca/P
		mg	mg	
Feldsalat	100	30	49	0,6

**Nach Zugabe von
0,19 g Ca-Carbonat:**

100 g uS enthalten:				
		Ca	P	Ca/P
		mg	mg	
Feldsalat	100	30	49	0,6
Ca-Carbonat	0,19	68		
		98	49	2,0

C. Dennert 1998

Abb. 18 : Korrektur eine unbefriedigenden Ca/P-Verhältnisses

Eine Alternative zum Einsatz kalziumreicher Ergänzungsfuttermittel bietet der Landhandel. Die Zugabe von 2 g Luzerne-Grünmehl zu 100 g Feldsalat hebt den Eiweiß- und Rohfaseranteil, verdoppelt dessen Kalziumgehalt und schafft ein akzeptables Ca/P-Verhältnis (Abb. 19, 20).

In diesem Zusammenhang sei außerdem auf drei Sorten stark rohfaserhaltiger Produkte aus der Nutztier- und Pferdehaltung hingewiesen. Heu-, Luzerne- und Strohpellets als Beifutter bieten sich insbesondere für Landschildkröten als kalziumreiche Rohfaserquelle an (Abb. 21).

Wildwachsendes Grünfutter für Europäische Landschildkröten

Im Anhang werden einige wildwachsende Grünfuttersorten vorgestellt, um die Futtersuche "auf freier Flur" etwas zu erleichtern. Generell muß berücksichtigt werden, daß die ausschließliche Verfütterung einer einzigen Sorte auch hier vermieden werden sollte. Anzustreben ist ein vielfältiges Nahrungsspektrum, um Mangelkrankungen vorzubeugen und um die Anreicherung eventuell bedenklicher Pflanzeninhaltsstoffe zu vermeiden.

1. Löwenzahn (auch Ketten-, Kuh- oder Butterblume; *Taraxacum officinale*)
2. Weißklee (*Trifolium repens*), zur gleichen Unterfamilie gehören die Gattungen *Vicia* (Wicken), *Lathyrus* (Platterbsen) und *Medicago* (Luzerne- und Kleearten)
3. Große Brennessel (*Urtica dioica*) und Kleine Brennessel (*Urtica urens*)
4. Weiße, Purpurrote, Stengelumfassende Taubnessel (*Lamium album*, *L. purpureum*, *L. amplexicaule*)
5. Spitz- und Breitwegerich (*Plantago lanceolata*, *P. major*)
6. Vogelstermiere (auch Hühner- oder Mäusedarm; *Stellaria media*)
7. Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense*)
8. Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris*)
9. Giersch (auch Geissfuß; *Aegopodium podagraria*)
10. Echter Beinwell (*Symphytum officinale*)

Kommerziell erhältliche Mischfuttermittel für Reptilien

Neben pflanzlichen und verschiedenen tierischen Einzelfuttermitteln kommen auch in der Fütterung von Landschildkröten zunehmend Mischfuttermittel zum Einsatz. Kommerziell erhältliche Alleinfuttermittel finden hauptsächlich Verwendung bei Schildkrötenhaltern (39% der Besitzer von Landschildkröten, 84% der Halter von Wasserschildkröten), und zwar bis auf seltene Ausnahmen als Beifutter (DENNERT 1997). Für diese Produkte existieren bislang keine Empfehlungen noch gesetzliche Vorschriften zur Zusammensetzung. Aufgrund fehlender Vorgaben des Futtermittelrechts sind die Deklarationsvorschriften nicht so detailliert wie für Nutztiere bzw. auch Hunde- oder Katzennahrung (SÜLFLOHN 1997). So unterliegen Produktion und Vertrieb von Mischfuttermitteln für Reptilien leider nicht denselben gesetzlichen Bestimmungen wie etwa Produkte für landwirtschaftliche Nutztiere, Hunde und Katzen. Sicher müssen Futtermittel für landwirtschaftliche Nutztiere im allgemeinen Interesse streng überwacht werden, jedoch gelangen aufgrund dieser Lücke in der Gesetzgebung für Reptilien auch untaugliche Futtermittel in den Handel. Verschiedentlich ist vielleicht nur die Etikettierung notdürftig, aber möglicherweise decken sich Inhaltsstoffe und Dosierungsanweisung nicht mit den für Reptilien ohnehin spärlichen Erkenntnissen aus der Tierernährung oder Fachschaft. So kann etwa die Verabreichung vitaminhaltigen Ergänzungsfutters durch ungeeignete Zusammensetzung und/oder Dosierung schwerste Erkrankungen verursachen. Im Handel erhältliche Fertigfuttermittel für Reptilien dürften nicht wie Futtermittel für Hunde oder Katzen mit den Auszeichnungen "vollwertig" und/ oder "ausgewogen" verkauft werden, da kein Maßstab in Form wissenschaftlicher Untersuchungen existiert, anhand dessen Vollwertigkeit und Ausgewogenheit eines Futtermittels für Echsen oder Schildkröten beurteilt werden könnten. In die Herstellung von Futtermitteln können nur die limitierten Erkenntnisse aus Fachliteratur, klinische Erfahrungen und allgemeine Richtlinien für die Tierernährung einfließen. Auch die Zuverlässigkeit der Herstellerangaben, die sogenannte Deklarationstreue, zur Zusammensetzung von Mischfuttermitteln ist fragwürdig. Es wurden stichprobenartige Analysen von kommerziell erhältlichem Mischfutter durchgeführt. Im Anschluß erfolgte eine Gegenüberstellung der Ergebnisse aus der Untersuchung mit den vom Hersteller angegebenen Werten. Die Übereinstimmung der gefundenen mit den deklarierten Werten war schlecht, teils kam es zu erheblichen Abweichungen außerhalb der Toleranz. Mit der Berücksichtigung, daß jeweils nur Einzelproben untersucht wurden, ist die Deklarationstreue nicht immer gegeben. Möglicherweise ist dieser Sachverhalt in chargenabhängigen Schwankungen begründet, was nur durch wiederholte und umfangreichere Untersuchungen abzuklären wäre (DENNERT 1997). Der verantwortungsbewußte Reptilienbesitzer sollte beim Kauf von Mischfuttermitteln unbedingt deren Etikettierung, die Deklaration der Inhalte, die Nährstoffanalyse und die Dosierungsanweisung des Herstellers sowie auch die Qualität des Futtermittels in Frage stellen, da es der Qualitätskontrolle durch unabhängige Institutionen mangelt. Generell wäre auf dem Etikett zumindest die Angabe der Inhaltsstoffe, eine Nährwert-Analyse sowie Name und Anschrift des Herstellers wünschenswert, um erforderlichenfalls weitere Informationen über das Produkt einholen zu können. Teilweise werden diese Futtermittel speziell für Landschildkröten angeboten. Bei adäquater Zusammenstellung und Fertigung von Alleinfuttermitteln könnten sie eine sinnvolle Alternative für die Ernährung von Reptilien in Terrarienhaltung darstellen. Bei der Fütterung pflanzenfressender Reptilien mit Mischfuttermitteln ist Produkten auf der Basis getrockneter Pflanzen (z.B. Luzerne und Klee) der Vorzug vor stärkereichen Mehl- und Mühlennebenprodukten zu geben.

Die Ca-Gehalte und das Ca/P-Verhältnis in Mischfuttermitteln unterliegen besonders hohen Schwankungen (0,02 bis 9,18% Kalzium in der Trockensubstanz, Ca/P-Relationen von 1:1 bis 7,9:1). Bezeichnend für die Verhältnisse in der Praxis ist ein Auszug aus der Deklaration eines als Alleinfutters deklarierten Mischfuttermittels. Der Hersteller empfiehlt das Produkt "... für carnivore Reptilien, besonders Land- und Wasserschildkröten...". Diese Beobachtungen unterstreichen nicht zuletzt die Notwendigkeit von Versuchsreihen zur Bedarfsermittlung, insbesondere von Echsen und Schildkröten.

Mischfuttermittel zur Vitamin- und Mineralstoffergänzung

Mischfuttermittel zur Ergänzung des Vitamin- und Mineralstoffbedarfes von Reptilien sind von einer Vielzahl von Herstellern im Handel. Neben den für Reptilien vertriebenen Produkten verwenden Terrarianer häufig auch Präparate aus dem human- oder tiermedizinischen Bereich. Die Frage der Dosierung bzw. die Bewertung einer Dosierungsempfehlung des Herstellers bereitet Schwierigkeiten, da sich nur lückenhafte Erkenntnisse über den Vitaminbedarf von Reptilien in der Fachliteratur finden. Entsprechend sind Unterversorgungen und Überdosierungen bzw. Vergiftungen in der Praxis anzutreffen. Hinzu kommt, daß bei verschiedenen Präparaten auf Etikett, Beipackzettel und/ oder Verpackung unterschiedliche Angaben zur Konzentration der Inhaltsstoffe gemacht werden. Häufig richten sich Reptilienhalter bei der Anwendung dieser Präparate nach den Dosierungsempfehlungen der

Hersteller, oder die Dosierung erfolgt nach eigenem Ermessen. Teilweise erfolgt eine Verabreichung nach Körpermasse, häufig jedoch nach subjektiven Einschätzungen (Messerspitzen und Prisen), so daß Fehldosierungen nicht nur durch eine evtl. unpassende Futterzusammensetzung, sondern auch aufgrund individueller Faktoren bei der Anwendung entstehen können (DENNERT 1997). Eine besondere Gefahr stellen die fettlöslichen Vitamine A und D₃ dar.

Vitamin A ist als sogenanntes Hautschutz-Vitamin von besonderer Bedeutung. Im Mangelzustand treten nicht nur Veränderungen an der Haut und an der Schleimhaut von Verdauungs- und Atmungsorganen auf, sondern auch Störungen an den Geschlechts- und Sinnesorganen, insbesondere an den Augen. Die Vitamin-A-Versorgung erfolgt überwiegend durch das sogenannte Beta-Karotin. Dieses ist in grünen Pflanzenteilen in Konzentrationen bis zu 200 Milligramm je Kilogramm Frischsubstanz enthalten. Die Umwandlung von Beta-Karotin in Vitamin A erfolgt in der Darmschleimhaut. Vitamin A selbst kommt in Pflanzen nicht vor. Nach der Aufnahme wird Vitamin A in der Leber gespeichert (MENKE u. HUSS 1987). Eine ausreichende Vitamin-A-Versorgung ist Voraussetzung für eine normale Jungtierentwicklung und die Geschlechtsaktivität (FOWLER 1980). Der wöchentliche Vitamin-A-Bedarf von Landschildkröten wird auf etwa 150 Internationale Einheiten (I.E.) je 100 g Körpermasse (KM) geschätzt (FOWLER 1980). Aus den lückenhaften Kenntnissen über den Vitaminbedarf von Reptilien sowie häufig nicht differenzierter Fütterungsanweisungen ergibt sich in der Praxis das Problem nicht bedarfsgerechter Vitaminversorgung. Es kommt bei Überdosierung zu unterschiedlich großflächiger Ablösung der Haut. Charakteristische Stellen sind der Hals sowie Vorder- und Hintergliedmaßen und der Schwanz (METTLER et al. 1982; FRYE 1989, 1991b; BOYER 1996). Nach den eigenen Erfahrungen ist neben dem gelegentlichen Vorkommen einer Vitamin-A-Vergiftung auch mit Mangelsituationen zu rechnen. Die Problematik einer Vitamin-A-Mangelerkrankung stellt sich insbesondere bei juvenilen Wasserschildkröten in Terrarienhaltung.

Vitamin D₃ fördert den aktiven Transport von Kalzium und Phosphor durch die Darmwand ist am Einbau von Kalzium und Phosphor in das Skelettsystem beteiligt. Darüber hinaus fördert es die Aufnahme von Kalzium aus dem Darm und verringert die Ausscheidung von Phosphor über die Nieren. Ein Mangel an Vitamin D₃ verursacht Störungen im Mineralstoffhaushalt des Organismus und führt zu Skeletterkrankungen (Rachitis und Osteomalazie). Vitamin D kann die negativen Wirkungen eines ungünstigen Kalzium-Phosphor-Verhältnisses verringern (MENKE u. HUSS 1987).

Der Vitamin-D₃-Bedarf kann überwiegend durch körpereigene Herstellung gedeckt werden: Mit der Nahrung aufgenommene Vitaminvorstufen werden im Nierengewebe und unter der Einwirkung von Sonnenlicht (UV-Strahlung) in der Haut in Vitamin D₃ umgewandelt. Parallel zu ausreichender Kalziumzufuhr bedarf es also je nach Tierart der UV-Bestrahlung, um dem Organismus die Vitamin-D₃-Herstellung zu ermöglichen und somit sicherzustellen, daß Kalzium auch in ausreichender Menge über die Darmschleimhaut aufgenommen werden kann. In Freilandhaltung deckt das tägliche Sonnenlicht den UV-Bedarf Europäischer Landschildkröten. Steht kein Garten zur Verfügung, so stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl. Zum einen kann der Vitamin-D₃-Bedarf gedeckt werden, indem dieses direkt in seiner wirksamen Form zugefüttert wird. Die Dosierung hat unbedingt nach Kilogramm Körpermasse zu erfolgen! Alternativ stehen Spezialleuchten zur Verfügung, um die fehlende Sonneneinstrahlung zu ersetzen. Bei ausreichender UV-Bestrahlung gesunder Tiere tritt kein Vitamin-D₃-Mangel auf. Als Leuchte bewährt hat sich die Osram Ultra Vita Lux ®, 300 Watt. Die Glühbirne muß mit einer Porzellanfassung einen Meter über dem oben offenen Terrarium angebracht werden. Die Bestrahlung sollte mindestens viermal wöchentlich erfolgen, beginnend mit fünf Minuten pro Tag in der Gewöhnungsphase. Im Wochenrhythmus sollte die tägliche Beleuchtungsdauer um eine Minute gesteigert werden bis zu einer Dauer von 20 Minuten pro Bestrahlung KEIL (mdl. Mitteilung, 1996). Eine Speicherung von Vitamin D₃ findet im Tierkörper (im Gegensatz zu Vitamin A) nur in geringem Umfang statt. Jedoch kommt es bei langfristiger Verabreichung zu einer Kalkeinlagerung in innere Organe und Gefäße (MENKE u. HUSS 1987). Betroffene Tiere können spontan verenden oder über einen kurzen Zeitraum zunehmend an Agilität und Vitalität verlieren (PALLASKE 1961; WALLACH 1966; SCHUCHMANN u. TAYLOR 1970; ZWART et al. 1992). ZWART (1980) erzielte eine Gefäßverkalkung bei juvenilen Grünen Leguanen mit der Verabreichung einer täglichen Dosis von 100 I.E. Vitamin D₃/ kg KM über einen Zeitraum von sechs Monaten. BARTEN (1982) beschrieb Kalkablagerungen an den inneren Organen bei einer Köhlerschildkröte, welche über längere Zeit mit Feuchttalleinfutter für Katzen ernährt worden war.

Eine unter Reptilienhaltern übliche Methode der Ergänzung von Vitaminen und/ oder Mineralstoffen besteht darin, daß die Rationen nach Gefühl mit entsprechenden Präparaten bestreut oder vermengt werden. Diese Form der Anwendung birgt die Gefahr der Überdosierung, insbesondere der fettlöslichen Vitamine A und D₃. Ebenso kann sich daraus eine Unterversorgung ergeben. Auch bei Reptilien kann davon ausgegangen werden, daß die Vitamine A und D₃ in der Nahrung in einem Verhältnis von 10 : 1 vorkommen sollten (DENNERT 1997). In nachfolgender Tabelle

finden sich auszugsweise zwei Extrembeispiele von kommerziell erhältlichen Mischfuttermitteln zur Vitaminergänzung bei Reptilien. Man beachte, daß der wöchentliche Bedarf zwischen 1.000 – 1.500 Internationalen Einheiten (I.E.) Vitamin A und 100–150 I.E. Vitamin D₃ anzusiedeln ist.

Tab. 1: Extrembeispiele von Mischfuttermitteln zur Vitaminergänzung der Ration von Reptilien

	Vitamingehalt [Int. Einheiten je 100g ursprünglicher Substanz]		Dosierungsempfehlung des Herstellers	kalkulierte wöchentliche Zufuhr von u. D ₃
	A	D ₃		
A	500.000	2.000	1–2 Tropfen/ 50g KM 1x tgl. in das Futter	35.000– 70.000 I.E. Vit. A 140–280 I.E. Vit. D ₃ (je kg KM)
B	150.000	15.000	LSK: 5–8 Tropfen 1x tgl. in das Futter	2.625–4.200 I.E. Vit. A 263– 420 I.E. Vit. D ₃ (je Tier)

Wasserversorgung

Erschreckend ist die Überzeugung verschiedener Landschildkröten-Halter, daß ihre Tiere keines Trinkwassers bedürften. Tatsächlich gaben in der Praxisumfrage 23% der Besitzer an, daß ihre Landschildkröten nur während Zwangsbädern Wasser aufnehmen können. Diese Bäder werden vereinzelt nur vor und eventuell nach dem Winterschlaf durchgeführt. Diese Überzeugung ist im relativ hohen Wassergehalt (80 – 95%) der typischen pflanzlichen Einzelfuttermittel für Landschildkröten begründet. So werden beispielsweise mit 100 g Löwenzahn 85 g Feuchtigkeit aufgenommen (Kopfsalat 95%, Apfel 84%, Klee 80% Feuchtigkeit i.d. uS) Nach eigenen Beobachtungen nehmen alle Europäischen Landschildkröten ausnahmslos eine ausreichend große, flache Schale im Auslauf auch als Badegelegenheit an und trinken regelmäßig. Zur Wasseraufnahme und dem Wasserbedarf von Reptilien liegen soweit leider kaum wissenschaftliche Untersuchungen vor. Nach Beobachtungen von MILLER (1932) nehmen Kalifornische Wüstenschildkröten (*Gopherus agassizi*) in Freilandhaltung bei ausreichender Verfügbarkeit bis zu 43% ihrer Körpermasse an Wasser auf. In der Natur wird nach gelegentlichen Niederschlägen aus Wasseransammlungen getrunken, die sich in Vertiefungen gebildet haben, die teils vermutlich von den Schildkröten selbst zu diesem Zwecke geschaffen wurden (MEDICA et al. 1980). Entgegen der Überzeugung verschiedener Halter ist die Wasserversorgung von Landschildkröten in Form ständiger freier Verfügbarkeit von Wasser nicht nur aus Tierschutzgründen, sondern auch aufgrund klinischer Aspekte sicherzustellen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann ein Wassermangel beispielsweise ursächlich an der Entstehung von Blasensteinen oder Gicht beteiligt sein (DENNERT 1997).

Literaturverzeichnis

- BAER, D. J. (1994): The Nutrition of Herbivorous Reptiles. in: J. B. MURPHY, K. ADLER u. J. T. COLLINS (Hrsg.): Captive Management and Conservation of Reptiles and Amphibians. Soc. Study Amphib. Rept., Ithaca, NY, 83–90
- BARTEN, S. L. (1982): Fatal metastatic mineralization in a red-footed tortoise. VM/ SAC 77, 595–597
- BOYER, T. H. (1996): Metabolic Bone Disease. in: D. R. MADER (Hrsg.): Reptile Medicine and Surgery. Saunders, Philadelphia, London, 385 – 392
- DACKE, C. G. (1979): Calcium Regulation in Reptiles. in: C. G. DACKE (Hrsg.): Calcium Regulation in Sub-Mammalian Vertebrates. Academic Press, London, New York, 147–155
- DENNERT, C. (1997): Untersuchungen zur Fütterung von Schuppenechsen und Schildkröten. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- DONOGHUE, S. (1995): Clinical Nutrition of Reptiles and Amphibians. Proc. ARAV 1995, 16–37
- DONOGHUE, S. u. D. A. DZANIS (1995): Evaluating Commercial Diets. Proc. ARAV 1995, 74–79
- DONOGHUE, S. u. J. LANGENBERG (1994): Clinical nutrition of exotic pets. Austr. Vet. J. 71, 337–341
- EDGREN, R. A. (1960): Ovulation time in the musk turtle *Sternotherus odoratus*. Copeia. 1960, 60–61
- EKSAEVA, V. A. (1958): The histological structure of the esophagus of certain cold-blooded vertebrates. Proc. Acad. Sci. USSR 118, 42–46. Transl. of Dokl. Akad. Nauk SSSR Biol. Sci. Sect. 118, (1957)
- FOWLER, M. E. (1980): Comparison of Respiratory Infection and Hypovitaminosis A in Desert Tortoises. in: R. J. MONTALI u. G. MIGAKI (Hrsg.): The Comparative Pathology of Zoo Animals. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 93–97
- FRYE, F. L. (1989): Vitamin A Sources, Hypovitaminosis A, and Iatrogenic Hypervitaminosis A in Captive Chelonians. in: R. W. KIRK (Hrsg.): Current Vet Therapy X, Small Animal Practice. Saunders, Philadelphia, 791–796
- GUARD, C. L. (1980): The reptilian digestive system: general characteristics. in: K. SCHMIDT–NIELSEN, L. BOLIS u. C. R. TAYLOR (Hrsg.): Comparative Physiology: Primitive Mammals. Cambridge University Press, Cambridge, 43–51
- KARASOV, W. H., E. PETROSSIAN, L. ROSENBERG u. J. M. DIAMOND (1986): How do food passage rate and assimilation differ between herbivorous lizards and nonruminant mammals? J. Comp. Physiol. B156, 599–609
- LAWRENCE, K. u. O. F. JACKSON (1982): Passage of ingesta in tortoises. Vet. Rec. 111, 492–493
- LILLYWHITE, H. B. u. R. E. GATTEN Jr. (1995): Physiology and functional anatomy. in: C. WARWICK, F. L. FRYE u. J. B. MURPHY (Hrsg.): Health and Welfare of Captive Reptiles. Chapman & Hall, London, 5–31
- LUPPA, H. (1977): Histology of the Digestive Tract. in: C. GANS u. T. S. PARSONS (Hrsg.): Biology of the Reptilia. Bd. 6. Morphology E. Academic Press, London, New York, 225–313
- McBEE, R. H. u. V. H. McBEE (1982): The Hindgut Fermentation in the Green Iguana, *Iguana iguana*. in: G. M. BURGHARDT u. A. S. RAND (Hrsg.): Iguanas of the World. Their Behaviour, Ecology and Conservation. Noyes Publications, Park Ridge, NJ, 77–83
- MEDICA, P. A., R. B. BURY u. R. A. LUCKENBACH (1980): Drinking and Construction of Water Catchments by the Desert Tortoise, *Gopherus agassizi*, in the Desert. Herpetologica 36(4), 301–304

- MENKE, K.-H. u. W. HUSS (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Aufl. Ulmer, Stuttgart, (UTB 63)
- METTLER, F., D. PALMER, A. RÜBEL u. E. ISENBÜGEL (1982): Gehäuft auftretende Fälle von Parakeratose mit Epithelablösung der Haut bei Landschildkröten. Verh.ber. Erkr. Zootiere 24, 245–248
- MEYER, H., K. BRONSCH u. J. LEIBETSEDER (1993): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 8. Aufl. Schaper, Hannover, S. 14, 17, 91
- MILLER, L. (1932): Notes on the desert Tortoise (*Testudo agassizii*). Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 7, 187–208
- PALLASKE, G. (1961): Gefäßwandveränderungen bei D-Hypervitaminose eines Leguan. Berl. Münch. Tierärztl. Wchnschr. 74, 132
- POUGH, F. H. (1991): Recommendations for the care of amphibians and reptiles in academic institutions. I.L.A.R. News 33, 5–21
- SCHUCHMANN, S. M. u. D. O. N. TAYLOR (1970): Arteriosclerosis in an Iguana (*Iguana iguana*). J. Am. Vet. Med. Assoc. 157(5), 614–616
- SIMKISS, K. (1967): Calcium Metabolism of the Reproducing Reptile. in: K. SIMKISS (Hrsg.): Calcium in Reproductive Physiology. Chapman and Hall, London, 214–226
- SKOCZYLAS, R. (1978): Physiology of the Digestive Tract. in: C. GANS u. K. A. GANS (Hrsg.): Biology of the Reptilia. Bd. 8. Physiology B. Academic Press, London, New York, 589–657
- SÜLFLOHN, K. (1997): Das geltende Futtermittelrecht. Agrar Service, Rheinbach.
- SUZUKI, N. K. (1963): Studies on the osseus system of the slider turtle. Ann. N. Y. Acad. Sci. 109, 351–410
- TROYER, K. E. (1984): Structure and Function of the Digestive Tract for Herbivory in a Neotropical Lizard, *Iguana iguana*. Physiol. Zool. 56(1), 1–8
- WALLACH, J. D. (1966): Hypervitaminosis D in Green Iguanas. J. Am. Vet. Med. Assoc. 149(7), 912–914
- ZWART, P. (1980): Nutrition and nutritional disturbances in reptiles. Proc. Europ. Herp. Symp., Cotswold Wildl. Park Burford, Oxford, 75–80
- ZWART, P., J. E. VAN DIJK u. E. F. JANSEN (1992): Pathomorphology of calcium metabolism in reptiles. Verh.ber. Erkr. Zootiere 34, 267–271