

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik

Arbeit angefertigt unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

---

# **Untersuchungen zur Zusammensetzung von Reptilieneiern**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tiermedizinischen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Caroline Maria Hartmann

aus Mering

München, 2009

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun
Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle
Korreferenten:	Priv.-Doz. Dr. Monika Rinder Priv.-Doz. Dr. Petra Kölle

Tag der Promotion: 17. Juli 2009

Meinen Eltern

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	- 13 -
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	- 15 -
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	- 17 -
<b>1 Einleitung</b> .....	- 25 -
<b>2 Schrifttum</b> .....	- 26 -
<b>2.1 Systematik der Reptilien</b> .....	- 26 -
2.1.1 Unterklasse <i>Anapsida</i> – Schildkröten .....	- 26 -
2.1.2 Unterklasse <i>Lepidosauria</i> – Schuppenechsen.....	- 29 -
2.1.2.1 Unterordnung <i>Lacertilia</i> – Echsen.....	- 30 -
2.1.2.2 Unterordnung <i>Serpentes</i> – Schlangen .....	- 32 -
2.1.3 Unterklasse <i>Archosauria</i> - Herrscherreptilien .....	- 33 -
<b>2.2 Reptilienernährung</b> .....	- 34 -
<b>2.3 Reproduktionsstrategien bei Reptilien</b> .....	- 36 -
2.3.1 Das „Oviparie-Viviparie-Kontinuum“ .....	- 36 -
2.3.2 Regulationsfaktoren der Reproduktion .....	- 38 -
<b>2.4 Aufbau von Reptilieneiern und Funktion der einzelnen         Eikompartmente</b> .....	- 40 -
2.4.1 Aufbau der Reptilieneischale .....	- 40 -
2.4.2 Arten von Reptilieneischalen.....	- 43 -
2.4.3 Vergleich: Aufbau der Vogeleischale .....	- 44 -
2.4.4 Funktion der Reptilieneischale .....	- 45 -
2.4.5 Aufbau des Eihalts .....	- 48 -
2.4.6 Zusammensetzung und Funktion von Eiklar und Eigelb .....	- 49 -
<b>2.5 Anatomie des weiblichen Genitales bei Reptilien</b> .....	- 51 -
<b>2.6 Eibildung</b> .....	- 52 -

<b>2.7 Eiablage – Nestbeschaffenheit und Gelege-beschaffenheit</b> .....	- 55 -
2.7.1 Nestbeschaffenheit.....	- 55 -
2.7.2 Eibeschaffenheit und Gelegegröße .....	- 57 -
2.7.3 Brutpflege .....	- 59 -
<b>2.8 Legenot-Erkrankung (Dystokie)</b> .....	- 60 -
2.8.1 Obstruktive Dystokie .....	- 61 -
2.8.2 Nicht-obstruktive Dystokie.....	- 61 -
2.8.2.1 Fehlen eines geeigneten Eiablageplatzes .....	- 61 -
2.8.2.2 Körperlicher Zustand des Muttertieres .....	- 62 -
2.8.2.3 Kalziummangel .....	- 62 -
2.8.2.4 Andere potentielle Einflussfaktoren einer Legenot-Erkrankung ....	- 64 -
<b>3 Eigene Untersuchungen</b> .....	- 65 -
<b>3.1 Studienziel</b> .....	- 65 -
<b>3.2 Material und Methoden</b> .....	- 65 -
3.2.1 Untersuchungsmaterial .....	- 65 -
3.2.1.1 Eier aus physiologischer Eiablage .....	- 65 -
3.2.1.2 Eier von an Legenot erkrankten Tieren .....	- 68 -
3.2.2 Vorbereitung des Untersuchungsmaterials .....	- 68 -
3.2.2.1 Anlieferung der Proben.....	- 68 -
3.2.2.2 Trennung der Eier in Schale und Inhalt .....	- 68 -
3.2.2.3 Trocknung .....	- 69 -
3.2.2.4 Zerkleinerung und Homogenisierung .....	- 70 -
3.2.2.5 Probenmenge.....	- 70 -
3.2.3 Prüfparameter.....	- 71 -
3.2.3.1 Rohnährstoffe.....	- 71 -
3.2.3.2 Mengenelemente .....	- 71 -
3.2.3.3 Spurenelemente.....	- 72 -
3.2.3.4 Brennwert.....	- 72 -

3.2.4	Analysemethoden.....	- 72 -
3.2.4.1	Rohnährstoffbestimmung.....	- 72 -
3.2.4.1.1	Trockensubstanz (TS).....	- 72 -
3.2.4.1.2	Rohasche (Ra).....	- 73 -
3.2.4.1.3	Rohprotein (Rp).....	- 74 -
3.2.4.1.4	Rohfett (Rfe).....	- 74 -
3.2.4.1.5	Berechnung des NfE-Gehalts.....	- 76 -
3.2.4.2	Mineralstoffbestimmung.....	- 76 -
3.2.4.2.1	Probenvorbereitung mittels Mikrowellenaufschluss.....	- 76 -
3.2.4.2.2	Kalzium (Ca), Natrium (Na), Kalium (K).....	- 77 -
3.2.4.2.3	Phosphor (P).....	- 78 -
3.2.4.2.4	Kupfer (Cu), Zink (Zn), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Magnesium (Mg).....	- 78 -
3.2.4.2.5	Selen (Se).....	- 79 -
3.2.4.3	Brennwertbestimmung im Eihalt anhand adiabatischer Bombenkalorimetrie.....	- 80 -
3.2.4.4	Berechnung des Gehalts im Gesamtei.....	- 80 -
3.2.4.5	Darstellung der Ergebnisse.....	- 81 -
3.2.4.6	Statistische Prüfung.....	- 82 -
<b>3.3</b>	<b>Faktorielle Bedarfskalkulation.....</b>	<b>- 82 -</b>
3.3.1	Berechnung der Abgabe von Energie, Protein und verschiedenen Mineralstoffen (Ca, P, Mg, Na, K) über das Ei.....	- 83 -
3.3.1.1.	Protein- und Energieabgabe über das Ei.....	- 83 -
3.3.1.2	Abgabe von Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Natrium (Na) und Kalium (K) über das Ei.....	- 83 -
3.3.2	Berechnung des Bruttobedarfs einer Schildkröte an Kalzium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium während der Eibildung.....	- 84 -
3.3.2.1	Kalzium (Ca).....	- 84 -
3.3.2.2	Phosphor (P).....	- 85 -
3.3.2.3	Magnesium (Mg).....	- 87 -

<b>4. Ergebnisse</b> .....	- 88 -
<b>4.1 Eier aus physiologischer Eiablage</b> .....	- 88 -
4.1.1 Eigewicht .....	- 88 -
4.1.2 Schale und Inhalt.....	- 90 -
4.1.2.1 Anteil von Schale und Inhalt am Gesamtei.....	- 90 -
4.1.2.1.1 Ursprüngliche Substanz von Schale und Inhalt .....	- 90 -
4.1.2.1.2 Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei .....	- 91 -
4.1.2.2 Rohnährstoffe in Schale und Inhalt.....	- 92 -
4.1.2.2.1 Trockensubstanz (TS) .....	- 92 -
4.1.2.2.2 Rohprotein (Rp) .....	- 93 -
4.1.2.2.3 Rohfett (Rfe) .....	- 95 -
4.1.2.2.4 Rohasche (Ra).....	- 97 -
4.1.2.3 Mengenelemente in Schale und Inhalt.....	- 98 -
4.1.2.3.1 Kalzium (Ca).....	- 98 -
4.1.2.3.1.1 Kalziumgehalt der Eischale .....	- 98 -
4.1.2.3.1.2 Kalziumgehalt des Eeihalts und Gesamteis.....	- 101 -
4.1.2.3.2 Phosphor (P).....	- 102 -
4.1.2.3.3 Kalzium-Phosphor-Verhältnis .....	- 103 -
4.1.2.3.4 Natrium (Na).....	- 104 -
4.1.2.3.5 Kalium (K).....	- 106 -
4.1.2.3.6 Magnesium (Mg) .....	- 109 -
4.1.2.4 Spurenelemente in Schale und Inhalt.....	- 110 -
4.1.2.4.1 Eisen (Fe).....	- 110 -
4.1.2.4.2 Kupfer (Cu).....	- 111 -
4.1.2.4.3 Zink (Zn).....	- 113 -
4.1.2.4.4 Selen (Se).....	- 115 -
4.1.2.4.5 Mangan (Mn) .....	- 116 -

4.1.3	Untersuchungsergebnisse von Eigelb und Eiklar .....	- 118 -
4.1.3.1	Ursprüngliche Substanz (uS) von Eigelb und Eiklar .....	- 118 -
4.1.3.2	Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am getrockneten Ei ...-	119 -
4.1.3.3	Rohnährstoffe.....	- 121 -
4.1.3.3.1	Trockensubstanz (TS) .....	- 121 -
4.1.3.3.2	Rohprotein (Rp) .....	- 121 -
4.1.3.3.3	Rohfett (Rfe) .....	- 121 -
4.1.3.3.4	Rohasche (Ra).....	- 122 -
4.1.3.4	Mengenelemente im Eigelb .....	- 122 -
4.1.3.5	Spurenelemente im Eigelb .....	- 123 -
4.1.4	Einzelbeobachtungen an weiteren Spezies .....	- 125 -
4.1.4.1	Ursprüngliche Substanz (uS) .....	- 125 -
4.1.4.2	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt .....	- 126 -
4.1.4.3	Rohnährstoffe.....	- 127 -
4.1.4.4	Mengenelemente .....	- 127 -
4.1.4.5	Spurenelemente.....	- 127 -
<b>4.2</b>	<b>Eier von an Legenot erkrankten Tieren .....</b>	<b>- 133 -</b>
4.2.1	Eigewicht .....	- 133 -
4.2.2	Anteil von Schale und Inhalt am Gesamtei.....	- 134 -
4.2.2.1	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei .....	- 134 -
4.2.2.2	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei ...-	134 -
4.2.3	Rohnährstoffe.....	- 136 -
4.2.3.1	Trockensubstanz (TS) von Schale und Inhalt .....	- 137 -
4.2.3.2	Rohasche (Ra).....	- 137 -
4.2.3.3	Rohprotein (Rp) .....	- 138 -
4.2.3.4	Rohfett (Rfe) .....	- 139 -



4.2.4	Mengenelemente .....	- 139 -
4.2.4.1	Kalzium (Ca).....	- 139 -
4.2.4.2	Phosphor (P).....	- 140 -
4.2.4.3	Natrium (Na) .....	- 141 -
4.2.4.4	Kalium (K).....	- 141 -
4.2.4.5	Magnesium (Mg) .....	- 142 -
4.2.5	Spurenelemente.....	- 143 -
4.2.5.1	Eisen (Fe).....	- 143 -
4.2.5.2	Kupfer (Cu).....	- 144 -
4.2.5.3	Zink (Zn).....	- 144 -
4.2.5.4	Selen (Se).....	- 144 -
4.2.5.5	Mangan (Mn) .....	- 145 -
<b>4.3</b>	<b>Faktorielle Bedarfskalkulation .....</b>	<b>- 146 -</b>
4.3.1	Abgabe von Energie-, Protein- und Mineralstoffen (Ca, P, Mg, Na, K) über das Ei .....	- 146 -
4.3.1.1	Energieabgabe über das Ei.....	- 146 -
4.3.1.2	Proteinabgabe über das Ei.....	- 146 -
4.3.1.3	Abgabe von Kalzium (Ca) über das Ei .....	- 146 -
4.3.1.4	Abgabe von Phosphor (P) über das Ei .....	- 147 -
4.3.1.5	Abgabe von Magnesium (Mg) über das Ei .....	- 147 -
4.3.1.6	Abgabe von Natrium (Na) über das Ei .....	- 147 -
4.3.1.7	Abgabe von Kalium (K) über das Ei.....	- 147 -
4.3.2	Bruttobedarf einer Schildkröte an Kalzium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg) während der Eibildung.....	- 148 -
4.3.2.1	Kalziumbruttobedarf .....	- 148 -
4.3.2.2	Phosphorbruttobedarf.....	- 148 -
4.3.2.3	Magnesiumbruttobedarf.....	- 148 -

<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	- 149 -
<b>5.1</b>	<b>Kritik der Methodik</b> .....	- 149 -
5.1.1	Untersuchungsmaterial .....	- 149 -
5.1.2	Probenversand.....	- 150 -
5.1.3	Probenmenge.....	- 151 -
5.1.4	Fettanalyse .....	- 151 -
5.1.5	Rohnährstoffe der Eischale .....	- 153 -
5.1.6	Faktorielle Bedarfskalkulation.....	- 154 -
<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b> .....	- 156 -
5.2.1	Eier aus physiologischer Eiablage .....	- 156 -
5.2.1.1	Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei .....	- 157 -
5.2.1.2	Rohasche (Ra).....	- 158 -
5.2.1.2.1	Rohaschegehalt im Gesamtei .....	- 158 -
5.2.1.2.2	Rohaschegehalt der verschiedenen Reptilieneischalen.....	- 162 -
5.2.1.3	Mengenelemente .....	- 164 -
5.2.1.3.1	Kalzium (Ca).....	- 164 -
5.2.1.3.1.1	Kalziumgehalt im Gesamtei.....	- 164 -
5.2.1.3.1.2	Kalziumgehalt in der Eischale .....	- 171 -
5.2.1.3.2	Phosphor (P).....	- 174 -
5.2.1.3.2.1	Phosphorgehalt im Gesamtei .....	- 174 -
5.2.1.3.2.2	Phosphorgehalt in der Eischale .....	- 174 -
5.2.1.3.3	Magnesium (Mg) .....	- 179 -
5.2.1.3.4	Natrium (Na).....	- 184 -
5.2.1.3.5	Kalium (K).....	- 187 -
5.2.1.4	Rohprotein (Rp).....	- 191 -
5.2.1.4.1	Rohproteingehalt im Gesamtei .....	- 191 -
5.2.1.4.2	Rohproteingehalt in der Eischale .....	- 196 -

5.2.1.4.2.1	Rohproteingehalt in der harten Eischale .....	- 196 -
5.2.1.4.2.2	Rohproteingehalt in der flexiblen und weichen Eischale .....	- 198 -
5.2.1.5	Rohfett (Rfe) .....	- 199 -
5.2.1.5.1	Rohfettgehalt in Schildkröteneiern .....	- 205 -
5.2.1.5.2	Rohfettgehalt in Schlangen- und Echseneiern .....	- 206 -
5.2.1.5.3	Rohfettgehalt der Eischale .....	- 206 -
5.2.1.6	Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE) .....	- 207 -
5.2.1.7	Spurenelemente .....	- 211 -
5.2.1.7.1	Kupfer (Cu) .....	- 211 -
5.2.1.7.2	Zink (Zn) .....	- 214 -
5.2.1.7.3	Selen (Se) .....	- 214 -
5.2.1.7.4	Eisen (Fe) .....	- 221 -
5.2.1.7.5	Mangan (Mn) .....	- 221 -
5.2.2	Eier von an Legenot erkrankten Tieren .....	- 226 -
5.2.2.1	Aussehen der Eier .....	- 226 -
5.2.2.2	Eigewicht .....	- 226 -
5.2.2.3	Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei .....	- 227 -
5.2.2.4	Kalzium (Ca) .....	- 228 -
5.2.2.5	Spurenelemente .....	- 229 -
5.2.2.5.1	Kupfer (Cu) .....	- 229 -
5.2.2.5.2	Zink (Zn) .....	- 230 -
5.2.2.5.3	Mangan (Mn) .....	- 232 -
<b>5.3</b>	<b>Faktorielle Bedarfskalkulation für die Legeleistung</b> .....	- 233 -
5.3.1	Protein- und Energieabgabe über das Ei .....	- 233 -
5.3.2	Mineralstoffbedarf einer Schildkröte während der Eibildung .....	- 236 -
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	- 238 -
<b>7</b>	<b>Summary</b> .....	- 241 -
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	- 244 -

<b>9</b>	<b>Anhang</b> .....	- 263 -
	Anhang 1: Übersicht der untersuchten Gelege aus physiologischer Eiablage.....	- 263 -
	Anhang 2: Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei aus physiologischer Eiablage.....	- 266 -
	Anhang 3: Nährstoffgehalte in Schale, Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern.....	- 282 -
	Anhang 4: Nährstoffgehalte in Schale und Inhalt von Schlangeneiern.....	- 311 -
	Anhang 5: Nährstoffgehalte in Schale und Inhalt von Echseneiern.....	- 316 -
	Anhang 6: Nährstoffgehalte in Schale, Eigelb und Eiklar des Australien-Krokodils ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ).....	- 319 -
	Anhang 7: Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Reptilien.....	- 320 -
	Anhang 8: Nährstoffgehalte in Schale, Inhalt und Eigelb an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies.....	- 325 -
	Anhang 9: Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) aus privater Haltung.....	- 332 -
<b>10</b>	<b>Danksagung</b> .....	- 335 -

# Abkürzungsverzeichnis

bw	body weight
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Ca	Kalzium
Cu	Kupfer
d	Tag
dm	dry matter
EE	Echseneiprobe
ES	Schlangeneiprobe
ESK	Schildkröteneiprobe
Fe	Eisen
g	Gramm
h	herbivor
i	insektivor
inkl.	inklusive
I	Inhalt
k	karnivor
K	Kalium
kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
Max	Maximum
ME	Umsetzbare Energie
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
Min	Minimum
MJ	Mega Joule
Mn	Mangan
MW	Mittelwert
µg	Mikrogramm

n	Anzahl
NA	not analyzed
Na	Natrium
NC	not calculated
NfE	Stickstoff-freie Extraktstoffe
N/K	not known
o	omnivor
p	piscivor
P	Phosphor
PNEC	predicted no effect concentration
Ra	Rohasche
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
S	Schale
Se	Selen
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
sp.	Spezies (Singular)
spp.	Spezies (Plural)
STABW	Standardabweichung
TS	Trockensubstanz
uS	ursprüngliche Substanz
v.a.	vor allem
Zn	Zink

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Taxonomie der Unterklasse <i>Anapsida</i> .....	- 27 -
Abbildung 2-2:	Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Schildkrötenspezies.....	- 28 -
Abbildung 2-3:	Taxonomie der Unterklasse <i>Lepidosauria</i> .....	- 30 -
Abbildung 2-4:	Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Echsenspezies .....	- 31 -
Abbildung 2-5:	Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangenspezies .....	- 32 -
Abbildung 2-6:	Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Krokodilspezies.....	- 33 -
Abbildung 2-7:	Schematische Darstellung von Querschnitten durch verschiedene Reptilieneischalen (aus Packard und DeMarco, 1991).....	- 42 -
Abbildung 2-8:	Vergleichender Aufbau der Eischale von Vogel-, Schildkröten- und Krokodileiern (aus Hirsch, 1983) .....	- 45 -
Abbildung 2-9:	Morphologischer Aufbau des Ovidukts der Gopher-Schildkröte ( <i>Gopherus polyphemus</i> ) mit repräsentativem histologischen Schnitt jedes Abschnitts (aus Palmer und Guillette, 1988).....	- 52 -
Abbildung 3-1:	Beziehung zwischen Kalziumaufnahme und scheinbar verdauter Kalziummenge bei Galapagos-Riesenschildkröten ( <i>Geochelone [elephantopus] nigra</i> ).....	- 85 -
Abbildung 3-2:	Beziehung zwischen Phosphoraufnahme und scheinbar verdauter Phosphormenge bei Galapagos-Riesenschildkröten ( <i>Geochelone [elephantopus] nigra</i> ).....	- 86 -
Abbildung 3-3:	Beziehung zwischen Magnesiumaufnahme und scheinbar verdauter Magnesiummenge bei Galapagos-Riesenschildkröten ( <i>Geochelone [elephantopus] nigra</i> ).....	- 87 -
Abbildung 4-1:	Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil der Schale am ungetrockneten und am getrockneten Ei verschiedener Reptilienspezies .....	- 92 -
Abbildung 4-2:	Verteilung des Gesamt-Rohproteins auf Schale und Inhalt in Reptilieneiern verschiedener Spezies.....	- 95 -
Abbildung 4-3:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier verschiedener Landschildkrötenspezies ( <i>Testudinidae</i> ).....	- 99 -
Abbildung 4-4:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Emydidae</i> ) .....	- 100 -
Abbildung 4-5:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Kornnattererier ( <i>Pantherophis guttatus</i> ) verschiedener Gelege .....	- 101 -

Abbildung 4-6:	Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) im Inhalt der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Emydidae</i> )... - 107 -
Abbildung 4-7:	Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) im Inhalt der Eier verschiedener Landschildkröten-spezies ( <i>Testudinidae</i> ) ..... - 108 -
Abbildung 4-8:	Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier zweier verschiedener Kornnattergelege ( <i>Pantherophis guttatus</i> ).- 108 -
Abbildung 4-9:	Prozentualer Anteil von Eigelb, Eiklar und Schale am ungetrockneten Ei bei Eiern verschiedener Schildkrötenfamilien..... - 119 -
Abbildung 4-10:	Prozentualer Anteil von Eigelb, Eiklar und Schale am getrockneten Ei bei Eiern verschiedener Schildkrötenfamilien.... - 120 -
Abbildung 4-11:	Gelege einer Roten Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> ) ..... - 126 -
Abbildung 4-12:	Prozentuale Verteilung von Schale und Inhalt in Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage ..... - 135 -
Abbildung 4-13:	Zusammenhang zwischen Eigewicht (g TS) und Anteil der Schale (% Gesamtei-TS) bei Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage ..... - 136 -
Abbildung 4-14:	Rohproteingehalt der Eier an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage ..... - 139 -
Abbildung 5-1:	Prozentuale Verteilung des Rohaschegehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern ..... - 162 -
Abbildung 5-2:	Prozentuale Verteilung des Kalziumgehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern ..... - 170 -
Abbildung 5-3:	Prozentuale Verteilung des Natriumgehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern ..... - 184 -
Abbildung 5-4:	Verhältnis des Rohproteingehalts (% TS) der harten Reptilieneischale zum Eigewicht (g uS) ..... - 196 -
Abbildung 5-5:	Prozentualer Anteil des Selens in der Eischale am Gesamtselengehalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies ..... - 217 -
Abbildung 9-1:	Dauer der Legeperiode 2006 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) unter Angabe der Gelegegrößen ..... - 332 -
Abbildung 9-2:	Dauer der Legeperiode 2007 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) unter Angabe der Gelegegrößen ..... - 333 -
Abbildung 9-3:	Dauer der Legeperiode 2008 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) unter Angabe der Gelegegrößen ..... - 334 -



# Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Ernährungstypen verschiedener Reptilienspezies, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden.....	- 36 -
Tabelle 2-2:	Zuordnung der in der vorliegenden Studie untersuchten Eier verschiedener Schildkrötenspezies zu harten und flexiblen Eischalentypen .....	- 43 -
Tabelle 3-1:	Übersicht über die untersuchten Eier verschiedener Schildkröten ( <i>Testudines</i> ) .....	- 66 -
Tabelle 3-2:	Übersicht über die untersuchten Eier verschiedener Schuppenkriechtiere ( <i>Squamata</i> ) .....	- 67 -
Tabelle 3-3:	Übersicht über die untersuchten Eier an Legenot erkrankter Tiere .....	- 68 -
Tabelle 3-4:	Übersicht über die Eier, deren Inhalt in Eigelb und Eiklar getrennt wurde .....	- 69 -
Tabelle 4-1:	Gewicht der Eier verschiedener Landschildkrötenspezies ( <i>Testudinidae</i> ) .....	- 88 -
Tabelle 4-2:	Gewicht der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Emydidae</i> ) .....	- 89 -
Tabelle 4-3:	Gewicht der Eier verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Geoemydidae</i> ) .....	- 89 -
Tabelle 4-4:	Gewicht der Eier verschiedener Schuppenkriechtierspezies ( <i>Squamata</i> ) .....	- 90 -
Tabelle 4-5:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei und Verhältnis von Schale zu Inhalt bei Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 91 -
Tabelle 4-6:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei und Verhältnis von Schale zu Inhalt bei Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 91 -
Tabelle 4-7:	Trockensubstanz (% uS) von Gesamtei, Schale und Inhalt von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 93 -
Tabelle 4-8:	Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 94 -
Tabelle 4-9:	Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 96 -
Tabelle 4-10:	Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 98 -
Tabelle 4-11:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 99 -

Tabelle 4-12:	Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 103 -
Tabelle 4-13:	Kalzium-Phosphor-Verhältnis in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 104 -
Tabelle 4-14:	Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 105 -
Tabelle 4-15:	Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 107 -
Tabelle 4-16:	Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 110 -
Tabelle 4-17:	Eisengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 111 -
Tabelle 4-18:	Kupfergehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 113 -
Tabelle 4-19:	Zinkgehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 114 -
Tabelle 4-20:	Selengehalt (µg/kg) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 116 -
Tabelle 4-21:	Mangangehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies .....	- 117 -
Tabelle 4-22:	Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am ungetrockneten Ei und Verhältnis von Eigelb zu Eiklar bei Schildkröteneiern verschiedener Spezies .....	- 118 -
Tabelle 4-23:	Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am getrockneten Ei und Verhältnis von Eigelb zu Eiklar bei Schildkröteneiern verschiedener Spezies .....	- 120 -
Tabelle 4-24:	Trockensubstanz (% uS) von Eigelb und Eiklar von Schildkröteneiern verschiedener Spezies.....	- 121 -
Tabelle 4-25:	Rohproteingehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies.....	- 121 -
Tabelle 4-26:	Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies .....	- 122 -
Tabelle 4-27:	Rohaschegehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies.....	- 122 -
Tabelle 4-28:	Kalzium- und Phosphorgehalt (g/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies.....	- 123 -
Tabelle 4-29:	Natrium-, Kalium- und Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies .....	- 123 -
Tabelle 4-30:	Kupfer- und Zinkgehalt (mg/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies.....	- 124 -

Tabelle 4-31:	Eisen-, Mangan- (mg/kg TS) und Selengehalt ( $\mu\text{g/kg}$ TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies ..	- 124 -
Tabelle 4-32:	Gewicht (g) der Eier verschiedener Reptilienspezies .....	- 125 -
Tabelle 4-33:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei und Verhältnis von Schale und Inhalt bei Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 129 -
Tabelle 4-34:	Rohnährstoffe (% TS) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 130 -
Tabelle 4-35:	Kalzium-, Phosphor, Natrium-, Kalium- und Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 131 -
Tabelle 4-36:	Eisen-, Kupfer-, Zink-, Mangan- (mg/kg TS) und Selengehalt ( $\mu\text{g/kg}$ TS) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 132 -
Tabelle 4-37:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage.....	- 134 -
Tabelle 4-38:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 135 -
Tabelle 4-39:	Trockensubstanz (% uS) von Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 137 -
Tabelle 4-40:	Rohproteingehalt (% TS) in Schale und Inhalt von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 138 -
Tabelle 4-41:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale und Gesamtei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 140 -
Tabelle 4-42:	Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 141 -
Tabelle 4-43:	Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Schuppenkriechtier-spezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 142 -
Tabelle 4-44:	Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	- 143 -
Tabelle 5-1:	Prozentualer Anteil der Schale am getrockneten Ei verschiedener Schildkrötenspezies .....	- 157 -

Tabelle 5-2:	Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 159 -
Tabelle 5-3:	Rohaschegehalt (% TS) verschiedener harter und flexibler Reptilieneischaalen im Vergleich mit Hühnereischaalen.....	- 163 -
Tabelle 5-4:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 165 -
Tabelle 5-5:	Minimaler und maximaler Kalziumgehalt (g/kg TS) in der Schale von Eiern jeweils eines in der vorliegenden Studie untersuchten Geleges verschiedener Reptilienspezies.....	- 173 -
Tabelle 5-6:	Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 176 -
Tabelle 5-7:	Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 180 -
Tabelle 5-8:	Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 185 -
Tabelle 5-9:	Natrium-Kalium-Verhältnis im Gesamtei der in der vorliegenden Studie untersuchten hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneier .....	- 188 -
Tabelle 5-10:	Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 189 -
Tabelle 5-11:	Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 192 -
Tabelle 5-12:	Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 200 -
Tabelle 5-13:	Rohfett-, Nfe-Gehalt und angenommener Lipidanteil (% TS) im Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies .....	- 208 -
Tabelle 5-14:	Kupfergehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies .....	- 212 -
Tabelle 5-15:	Zinkgehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies .....	- 215 -
Tabelle 5-16:	Selengehalt (µg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies .....	- 219 -
Tabelle 5-17:	Eisengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern .....	- 222 -
Tabelle 5-18:	Mangangehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies .....	- 224 -
Tabelle 6-1:	Inhaltsstoffe der Schale von hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern .....	- 239 -
Tabelle 6-2:	Inhaltsstoffe des Inhalts von hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern .....	- 239 -

Tabelle 6-3:	Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale und Gesamtei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage .....	240 -
Table 1:	Nutrients of the eggshell of hard-, flexible- and soft-shelled eggs from different reptile species .....	242 -
Table 2:	Nutrients of the egg content of hard-, flexible- and soft-shelled eggs from different reptile species .....	242 -
Table 3:	Calcium content (g/kg dm) of shell and contents in eggs from egg-binding reptiles and physiologically laid eggs from different reptile species .....	243 -
Tabelle 9-1:	Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Landschildkrötenspezies .....	263 -
Tabelle 9-2:	Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies.....	264 -
Tabelle 9-3:	Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies.....	264 -
Tabelle 9-4:	Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Schlangenspezies .....	264 -
Tabelle 9-5:	Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Echsenspezies .....	265 -
Tabelle 9-6:	Untersuchtes Gelege eines Australien-Krokodils ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ) .....	265 -
Tabelle 9-7:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies ( <i>Testudinidae</i> ) aus physiologischer Eiablage.....	266 -
Tabelle 9-8:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Emydidae</i> ) aus physiologischer Eiablage .....	271 -
Tabelle 9-9:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies ( <i>Geoemydidae</i> ) aus physiologischer Eiablage .....	274 -
Tabelle 9-10:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Schlangenspezies ( <i>Serpentes</i> ) aus physiologischer Eiablage.....	274 -
Tabelle 9-11:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies ( <i>Lacertilia</i> ) aus physiologischer Eiablage.....	277 -
Tabelle 9-12:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei beim Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ) aus physiologischer Eiablage.....	281 -

Tabelle 9-13:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ).....	- 282 -
Tabelle 9-14:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ).....	- 286 -
Tabelle 9-15:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ).....	- 289 -
Tabelle 9-16:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Maurischer Landschildkröten ( <i>Testudo graeca</i> ).....	- 291 -
Tabelle 9-17:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Maurischer Landschildkröten ( <i>Testudo graeca</i> ).....	- 293 -
Tabelle 9-18:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Maurischer Landschildkröten ( <i>Testudo graeca</i> ).....	- 294 -
Tabelle 9-19:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Breitrandschildkröte ( <i>Testudo marginata</i> ).....	- 295 -
Tabelle 9-20:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Breitrandschildkröte ( <i>Testudo marginata</i> ).....	- 296 -
Tabelle 9-21:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Russischen Landschildkröte ( <i>Testudo horsfieldii</i> ) und Ägyptischen Landschildkröte ( <i>Testudo kleinmanni</i> ).....	- 297 -
Tabelle 9-22:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Russischen Landschildkröte ( <i>Testudo horsfieldii</i> ) und Ägyptischen Landschildkröte ( <i>Testudo kleinmanni</i> ).....	- 297 -
Tabelle 9-23:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> ).....	- 298 -
Tabelle 9-24:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> ).....	- 299 -
Tabelle 9-25:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> ).....	- 300 -
Tabelle 9-26:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> ).....	- 303 -
Tabelle 9-27:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> ).....	- 304 -
Tabelle 9-28:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Gelbwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta scripta</i> ).....	- 306 -
Tabelle 9-29:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Gelbwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta scripta</i> ).....	- 306 -
Tabelle 9-30:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ).....	- 307 -
Tabelle 9-31:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ).....	- 308 -

Tabelle 9-32:	Nährstoffgehalte des Eigelbs eines Eis einer Echten Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys sp.</i> ).....	- 308 -
Tabelle 9-33:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten ( <i>Rhinoclemmys spp.</i> ) .....	- 309 -
Tabelle 9-34:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten ( <i>Rhinoclemmys spp.</i> ) .....	- 309 -
Tabelle 9-35:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten ( <i>Rhinoclemmys spp.</i> ) .....	- 310 -
Tabelle 9-36:	Nährstoffgehalte der Schale von Kornnattereiern ( <i>Pantherophis guttatus</i> ) .....	- 311 -
Tabelle 9-37:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Kornnattereiern ( <i>Pantherophis guttatus</i> ) .....	- 312 -
Tabelle 9-38:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern verschiedener Schlangenspezies ( <i>Serpentes</i> ) .....	- 314 -
Tabelle 9-39:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern verschiedener Schlagenspezies ( <i>Serpentes</i> ) .....	- 315 -
Tabelle 9-40:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> ).....	- 316 -
Tabelle 9-41:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> ).....	- 317 -
Tabelle 9-42:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern verschiedener Echsenpezies ( <i>Lacertilia</i> ) .....	- 318 -
Tabelle 9-43:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern verschiedener Echsenpezies ( <i>Lacertilia</i> ) .....	- 318 -
Tabelle 9-44:	Nährstoffgehalte der Schale zweier Eier des Australien-Krokodils ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ).....	- 319 -
Tabelle 9-45:	Nährstoffgehalte des Eigelbs zweier Eier des Australien-Krokodils ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ).....	- 319 -
Tabelle 9-46:	Nährstoffgehalte des Eiklars zweier Eier des Australien-Krokodils ( <i>Crocodylus johnsoni</i> ).....	- 319 -
Tabelle 9-47:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ).....	- 320 -
Tabelle 9-48:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ).....	- 321 -
Tabelle 9-49:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ).....	- 321 -

Tabelle 9-50:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Kornnattern ( <i>Pantherophis sp.</i> ).....	- 322 -
Tabelle 9-51:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei an Legenot erkrankter Zwergbartagamen ( <i>Pogona henrylawsoni</i> ).....	- 323 -
Tabelle 9-52:	Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei an Legenot erkrankter Zwergbartagamen ( <i>Pogona henrylawsoni</i> ).....	- 324 -
Tabelle 9-53:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) .....	- 325 -
Tabelle 9-54:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) .....	- 327 -
Tabelle 9-55:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) .....	- 328 -
Tabelle 9-56:	Nährstoffgehalte der Schale von Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ) .....	- 329 -
Tabelle 9-57:	Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> ) .....	- 329 -
Tabelle 9-58:	Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern ( <i>Pantherophis guttatus</i> ) .....	- 330 -
Tabelle 9-59:	Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern ( <i>Pantherophis guttatus</i> ) .....	- 330 -
Tabelle 9-60:	Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Zwergbartagamen ( <i>Pogona henrylawsoni</i> ).....	- 331 -
Tabelle 9-61:	Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Zwergbartagamen ( <i>Pogona henrylawsoni</i> ).....	- 331 -
Tabelle 9-62:	Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) aus dem Jahr 2006 .....	- 332 -
Tabelle 9-63:	Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) aus dem Jahr 2007 .....	- 333 -
Tabelle 9-64:	Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten ( <i>Testudo hermanni</i> ) aus dem Jahr 2008 .....	- 334 -



# 1 Einleitung

Ernährungsbedingte Erkrankungen stellen eines der am häufigsten behandelten Krankheitsfelder der Reptilienmedizin dar. Zurückzuführen sind diese Probleme häufig auf Unkenntnis der Tierbesitzer, problematisch ist jedoch auch, dass bisher nur sehr wenig Kenntnis über den Nährstoffbedarf verschiedener Reptilien vorhanden ist.

Ein besonderes Problem stellt der Mehrbedarf an Nährstoffen vor allem bei weiblichen Tieren während der Legeperiode dar, nicht zuletzt auch im Hinblick auf in dieser Phase häufig vorkommende Störungen, wie beispielsweise die Legenot (Mader, 2006). Um diesen Bedarf kalkulieren zu können, sind Kenntnisse über Menge, Größe und Zusammensetzung von Reptilieneiern erforderlich. Bisherige Untersuchungen erfassen nur sehr vereinzelte Nährstoffe und Spezies. Mos et al. (2005) stellten erstmals systematische Untersuchungen an 158 Eiern von insgesamt 15 Spezies vor. Die entsprechend geringe n-Zahl bei den einzelnen Spezies wurde durch Zusammenfassen der Ergebnisse in weich- und hartschalige Eier ausgeglichen.

In der vorliegenden Studie wurden Eier verschiedener Reptilienspezies aus physiologischer Eiablage auf den Gehalt an Rohnährstoffen sowie an Mengen- und Spurenelementen untersucht. Unterschiede in den Nährstoffgehalten wurden in Hinblick auf die unterschiedliche Eischalenmorphologie von hart-, flexibel- und weichschaligen Eiern (nach Packard et al., 1977) herausgearbeitet.

Des Weiteren wurde die Zusammensetzung der Eier aus physiologischer Eiablage mit der von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verglichen, um Hinweise auf eventuelle ernährungsbedingte Ursachen dieser Erkrankung zu erhalten.

Am Beispiel der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) wurde die Abgabe an Energie und verschiedenen Nährstoffen (Protein, Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium) über das Ei kalkuliert (Nettobedarf). Die anschließende beispielhafte Berechnung des Bruttobedarfs an Kalzium, Phosphor und Magnesium für die Legeleistung (basierend auf Ergebnissen einer Verdaulichkeitsstudie von Liesegang et al., 2001) stellt den ersten Schritt in Richtung einer faktoriellen Bedarfskalkulation für Reptilien dar.

## 2 Schrifttum

### 2.1 Systematik der Reptilien

Die Systematik der Reptilien unterliegt derzeit aufgrund vieler neuer Studien zur genetischen Abstammung der Spezies einem ständigen Wandel. Um eine möglichst dem aktuellen wissenschaftlichen Stand entsprechende Einteilung zu gewährleisten, soll hier daher die zum Zeitpunkt des Verfassens aktuelle Nomenklatur von Uetz et al. (2008) übernommen werden.

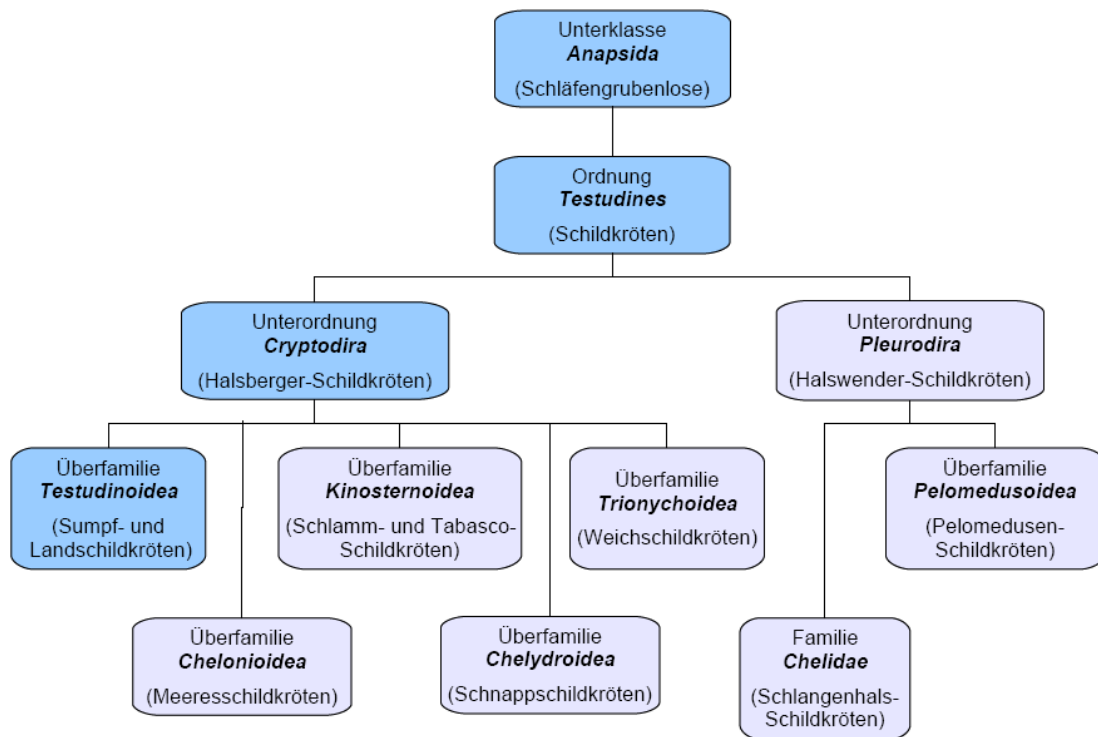
An dieser Stelle wird die zoologische Einordnung der Spezies vorgenommen, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden.

Die Klasse *Reptilia* selbst wird in drei Unterklassen unterteilt werden: *Anapsida* (Schildkröten), *Lepidosauria* (Schlangen, Echsen und Brückenechsen) und *Archosauria* (Krokodile).

Als Überbegriff für die phylogenetisch eng verwandten Reptilien und Vögel steht der Begriff „*Sauropsida*“ (Baur, 1887).

#### 2.1.1 Unterklasse *Anapsida* – Schildkröten

Die Unterklasse *Anapsida* mit ihrer einzigen rezenten Ordnung *Testudines* lässt sich weiter untergliedern in die Halsberger-Schildkröten (*Cryptodira*) und die Halswender-Schildkröten (*Pleurodira*), siehe **Abbildung 2-1**.

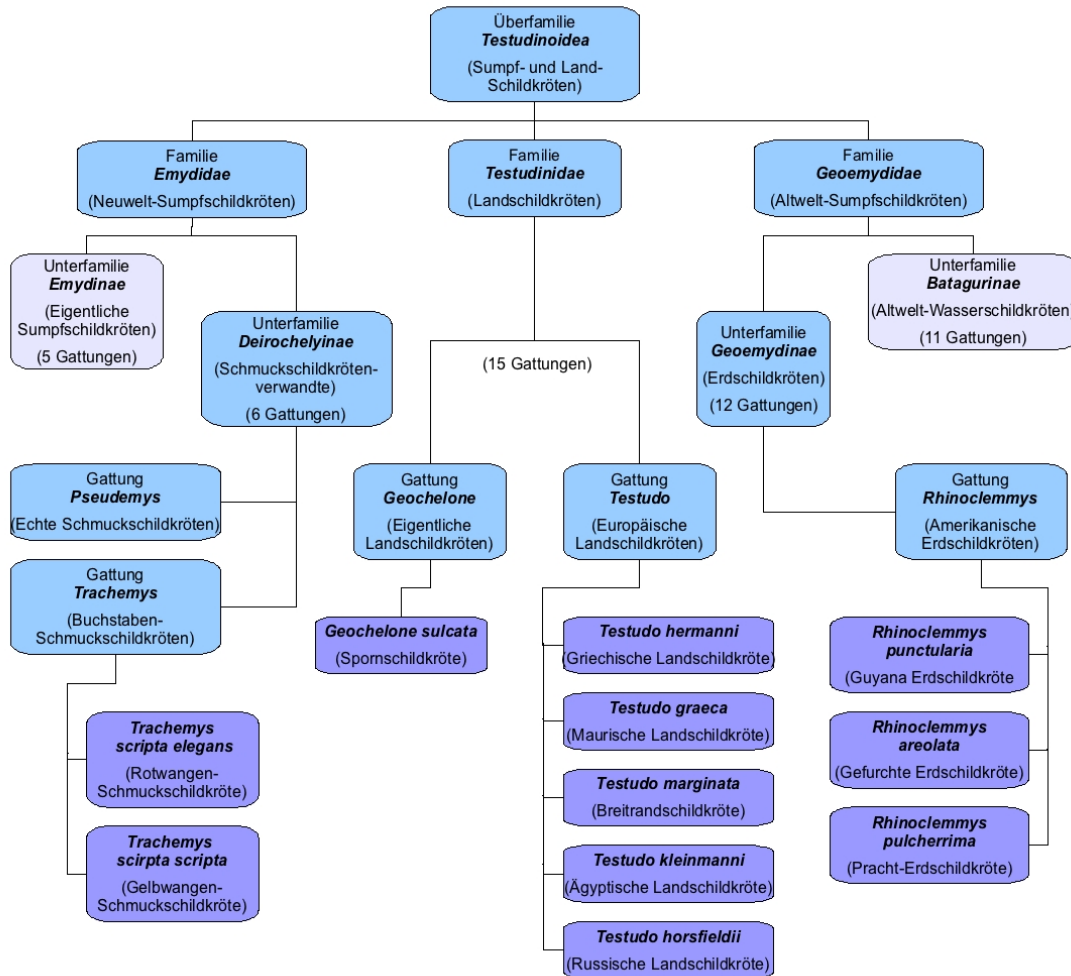


**Abbildung 2-1:** Taxonomie der Unterklasse *Anapsida* (in der vorliegenden Studie untersuchte Unterordnung und Überfamilie dunkel unterlegt)

In dieser Studie wurden nur Eier von Vertretern der Überfamilie der Sumpf- und Landschildkröten (*Testudinoidea*) der Unterklasse der Halsberger-Schildkröten (*Cryptodira*) untersucht.

Die Überfamilie *Testudinoidea* lässt sich wiederum in drei Familien gliedern: die Landschildkröten (*Testudinidae*), die Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) und die Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*).

Die zoologische Einordnung der Spezies, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden, ist **Abbildung 2-2** zu entnehmen.



**Abbildung 2-2:** Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Schildkrötenspezies (nicht untersuchte Unterfamilien hell, untersuchte Spezies dunkel unterlegt)

In der vorliegenden Studie wurden aus der Familie der Landschildkröten (*Testudinidae*) Eier von fünf Arten der Europäischen Landschildkröten (Gattung *Testudo*) und von einer Art der Eigentlichen Landschildkröten (Gattung *Geochelone*) untersucht. Genetische Studien zum Verwandtschaftsgrad dieser Spezies ergaben einen monophyletischen Ursprung für die Arten der Gattung *Testudo*, die Gattung *Geochelone* ist auf eine andere Stammform zurückzuführen (Fritz und Bininda-Emonds, 2007).

Die Familie der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) stellt derzeit die größte und uneinheitlichste Schildkrötenfamilie dar (Spinks et al., 2004). In der vorliegenden Studie wurden aus dieser Familie ausschließlich Eier von Amerikanischen Erdschildkröten

(Gattung *Rhinoclemmys*)<sup>1</sup> untersucht. Nach den Ergebnissen der Studien von Yasukawa et al. (2001) und Spinks et al. (2004) ist diese Gattung mit Ausnahme zweier in der vorliegenden Studie nicht untersuchter Spezies (*R. annulata* und *R. rubida*) wohl monophyletischen Ursprungs.

Aus der Familie der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) wurden in der vorliegenden Studie Eier zweier Arten der Buchstaben-Schmuckschildkröten (Gattung *Trachemys*) sowie dreier nicht weiter zugeordneter Spezies der Echten Schmuckschildkröten (Gattung *Pseudemys*) untersucht. Nach den Untersuchungen von Stephens und Wiens (2003) ist nicht nur die Gattung *Trachemys*, sondern sogar die Spezies *Trachemys scripta* polyphyletischen Ursprungs, was nahelegt, dass diese Art vielmehr mehrere eigenständige Spezies beinhaltet. Die beiden in der vorliegenden Studie untersuchten Arten, die Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) sowie die Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*) jedoch scheinen monophyletischen Ursprungs zu sein.

Ältere Studien nahmen aufgrund sehr starker morphologischer Ähnlichkeiten, sowie Ähnlichkeiten im Lebensraum der Tiere sehr enge verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Gattungen *Trachemys* und *Pseudemys* an (zusammen mit der Gattung *Chrysemys* als „*Chrysemydids*“ bezeichnet; z.B. Seidel und Smith, 1986). Stephens und Wiens (2003) ordnen in ihrer Studie *Pseudemys* als Nebenstamm eines Stammes ein, der in seiner weiteren Aufzweigung die Gattung *Trachemys* mit zwei Schwestern-Taxa (*Malaclemys* und *Graptemys*) einschließt. Die Gattung *Pseudemys* ist im von den beiden Wissenschaftlern bevorzugten Stammbaum monophyletischen Ursprungs.

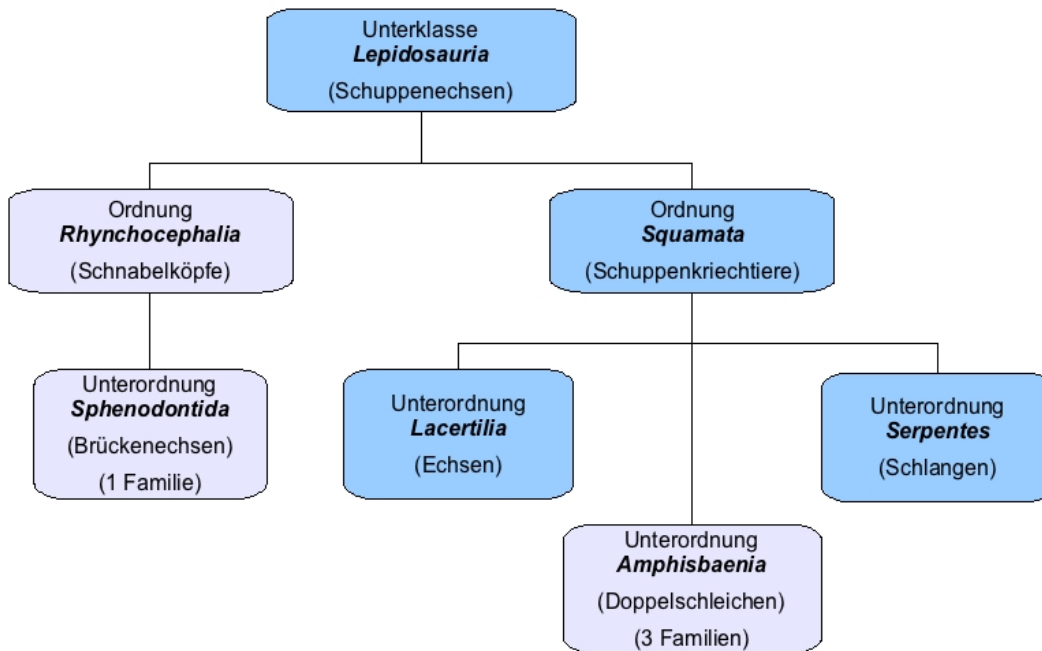
## 2.1.2 Unterklasse *Lepidosauria* – Schuppenechsen

Die Schuppenechsen (Unterklasse *Lepidosauria*) werden in die Ordnung der Schnabelköpfe (*Rhynchocephalia*) mit den Brückenechsen (*Sphenodontidae*) als einziger rezenter Familie und die Ordnung der Schuppenkriechtiere (*Squamata*) unterteilt. Zu den

---

<sup>1</sup> Bei der Gattung *Rhinoclemmys* handelt es sich um die einzige Gattung der „Altwelt-Sumpfschildkröten“, die ursprünglich in Amerika heimisch war, also eigentlich der „Neuen Welt“.

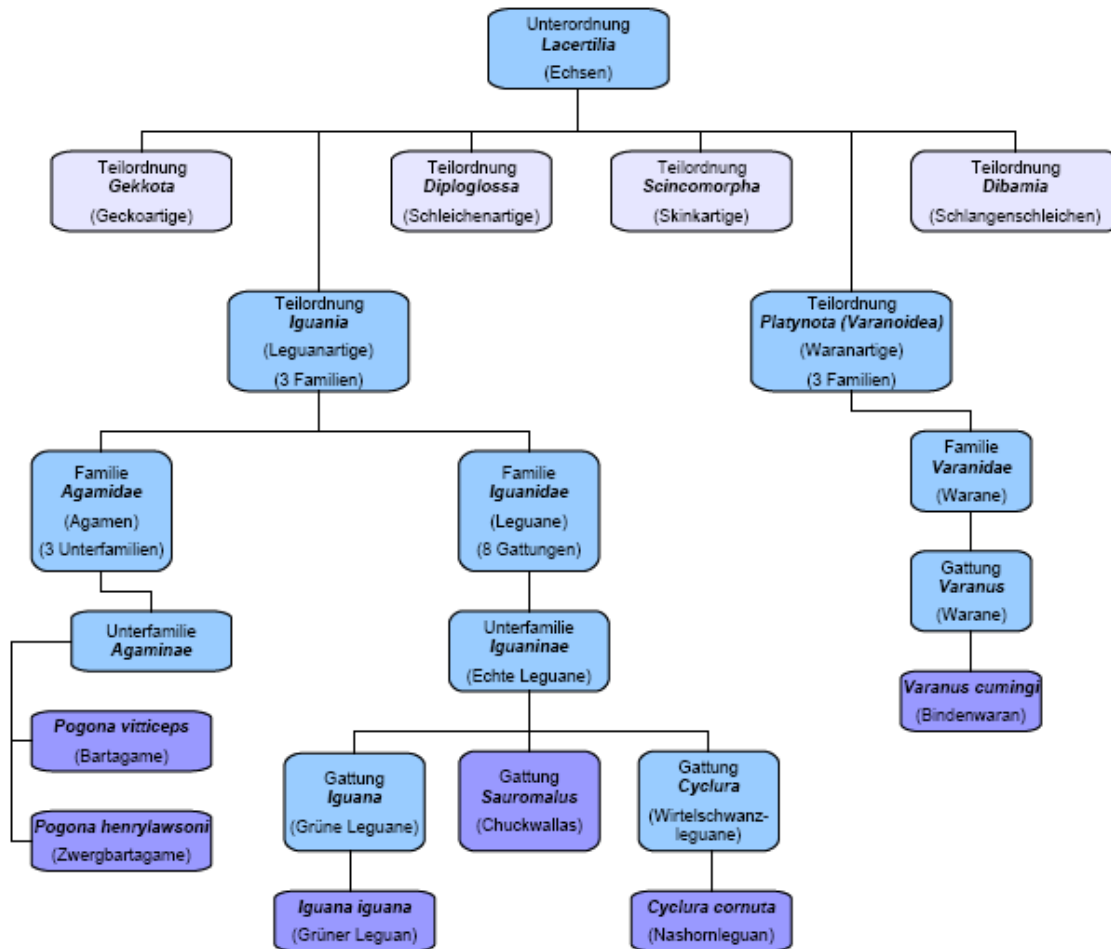
Schuppenkriechtieren (*Squamata*) wiederum werden die beiden Unterordnungen der Echsen (*Lacertilia*) und der Schlangen (*Serpentes*), sowie die Unterordnung der Doppelschleichen (*Amphisbaenia*) gezählt (siehe **Abbildung 2-3**).



**Abbildung 2-3:** Taxonomie der Unterklasse *Lepidosauria* (in der vorliegenden Studie untersuchte Ordnung und Unterordnungen dunkel unterlegt)

### 2.1.2.1 Unterordnung *Lacertilia* – Echsen

Die Taxonomie der Echsen in Hinblick auf die in der vorliegenden Studie untersuchten Echsenpezies ist **Abbildung 2-4** zu entnehmen.



**Abbildung 2-4:** Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Echsenspezies (nicht untersuchte Teilordnungen hell, untersuchte Spezies dunkel unterlegt)

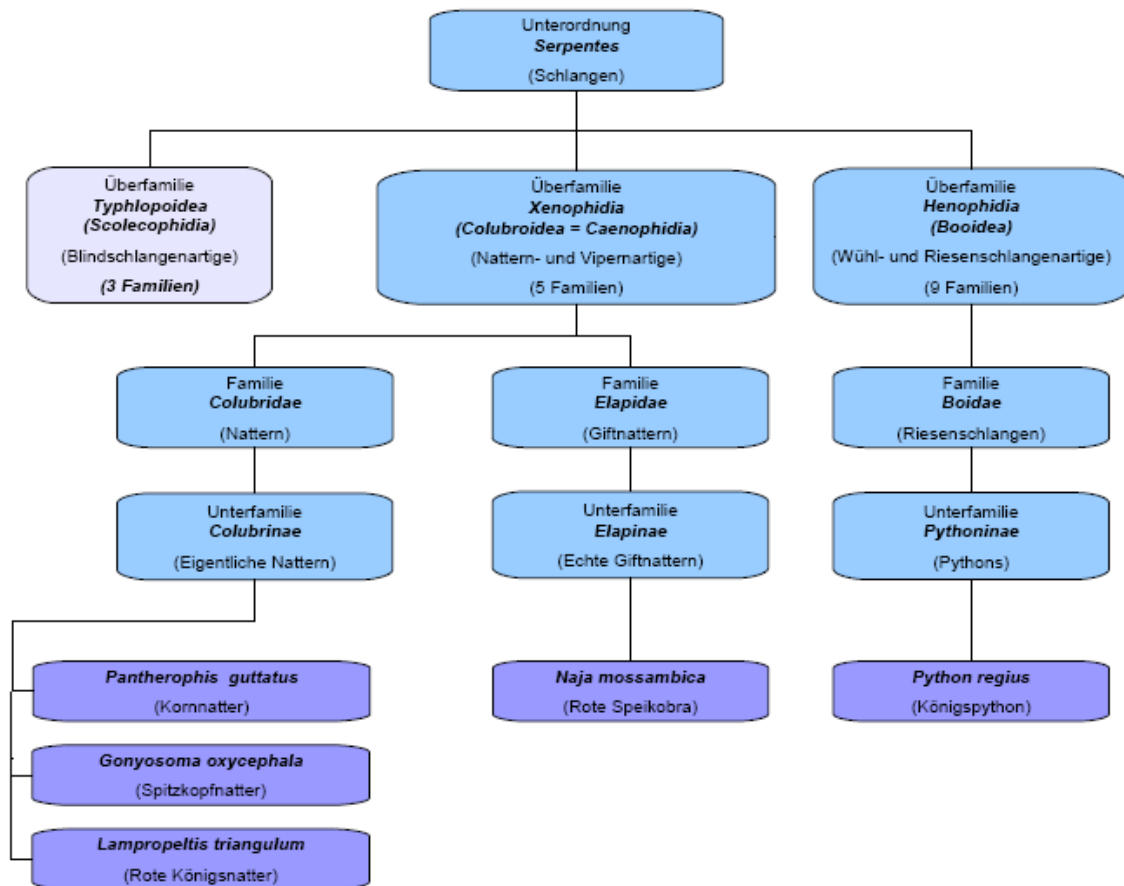
Die Zwergbartagame (*Pogona henrylawsoni*) wird bei Uetz et al. (2008) zwar als eigenständige Art geführt, als solche aber nicht von allen Experten anerkannt (z.B. Witten, 1994). Weitergehende Publikationen zum stammesgeschichtlichen Verwandtschaftsgrad der einzelnen *Pogona*-Spezies gibt es derzeit nicht.

Bei den Leguanen (*Iguanidae*), deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden, werden die Chuckwallas (Gattung *Sauromalus*) und die Grünen Leguane (Gattung *Iguana*) als Schwester-Taxa angesehen, während die Wirtelschwanzleguane (Gattung *Cyclura*) anscheinend nicht eng mit den anderen beiden Gattungen verwandt sind (Malone et al., 2000).

### 2.1.2.2 Unterordnung *Serpentes* – Schlangen

Die Taxonomie der untersuchten Schlangen-Spezies ist **Abbildung 2-5** zu entnehmen.

Die Nattern-Spezies, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden, sind in phylogenetischer Hinsicht nicht eng verwandt. Zwischen den Kornnattern (*Pantherophis spp.*) und Königsnattern (*Lampropeltis spp.*) besteht jedoch untereinander ein engerer Verwandtschaftsgrad als zwischen jeweils beiden Arten und der Spitzkopfnatter (*Gonyosoma oxycephala*) (Burbrink und Lawson, 2007).



**Abbildung 2-5:** Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangenspezies (nicht untersuchte Überfamilie hell, untersuchte Spezies dunkel unterlegt)

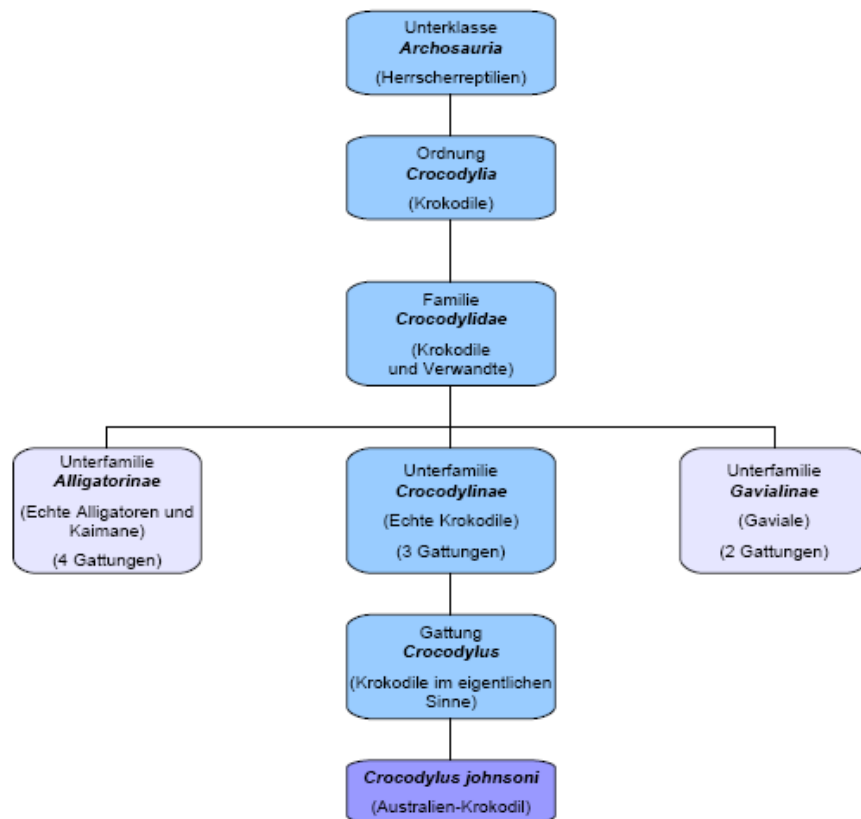
Die Taxonomie der Schlangen unterliegt derzeit einem starken Wandel. Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Studie lag zwar eine teilweise revidierte Einteilung der Schlangen-Überfamilien von Uetz et al. (2009) vor, in der viele Familien zu eigenständigem



Überfamilien-Status erhoben wurden. Da diese Veränderungen jedoch nicht in allen Punkten in die Datenbank der Autoren eingearbeitet worden waren und damit keine endgültige Klarheit über diese neue Einteilung bestand, wurde die vorherige Einteilung in dieser Studie übernommen (Uetz et al., 2008).

### 2.1.3 Unterklasse *Archosauria* - Herrscherreptilien

Die Krokodile (*Crocodylia*) werden als einzige rezente Reptilienordnung der Unterklasse *Archosauria*, den Herrscherreptilien, zugeordnet. Die Einordnung des Australienkrokodils (*Crocodylus johnsoni*) als einzigem Vertreter der Krokodile, dessen Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden, ist **Abbildung 2-6** zu entnehmen.



**Abbildung 2-6:** Taxonomie der in der vorliegenden Studie untersuchten Krokodilspezies (nicht untersuchte Unterfamilien hell unterlegt, untersuchte Spezies dunkel unterlegt)

## 2.2 Reptilienernährung

Die Klasse *Reptilia* ist in Hinblick auf die Ernährung eine sehr uneinheitliche Klasse. Eine Einteilung in strikte Ernährungstypen ist nicht möglich, da die Auswahl der Nahrung bei vielen Arten vom Alter des Tieres beziehungsweise Temperatureinflüssen abhängt. Die meisten Reptilien ernähren sich karnivor. Einige Spezies sind, zumindest zeitweise während ihrer Entwicklung als omnivor zu bezeichnen, es finden sich aber auch einige wenige strikt herbivore Vertreter (Frye, 1993).

Schlangen (mit Ausnahme der hochspezialisierten eierfressenden Gewöhnlichen Afrikanischen Eierschlange [*Dasypeltis scabra*]) und Krokodile sind als strikt karnivor zu bezeichnen. Je nach Futterpräferenz, Lebensraum und Größe der Tiere besteht die Nahrung aus kleinen Säugetieren, Vögeln, anderen Reptilien, Amphibien, Fischen oder Invertebraten (Frye, 1993).

Bei den Echsen variiert die Art der Ernährung deutlich. Beim überwiegenden Teil der Echsenpezies ist eine karnivore Ernährung anzutreffen. Nur circa 11 % der Echsen werden als omnivor, nur 1 % als herbivor bezeichnet. Einige als omnivor geltende Arten sind im Adultstadium herbivor, während sie im Wachstum einen größeren Anteil an karnivoren Nahrungsquellen in Form von Invertebraten haben (z.B. Grüner Leguan [*Iguana iguana*], Stirnlappenbasilisk [*Basiliscus plumifrons*], Meerechse [*Amblyrhynchus cristatus*], verschiedene Dornschwanzagamen [*Uromastyx spp.*]). Auffallend ist, dass sich bei einer Reihe von Echsenfamilien (Agamen [*Agamidae*], Schildechsen [*Gerrhosauridae*], Leguane [*Iguanidae*], Skinke [*Scincidae*], Gürtlechsen [*Cordylidae*]) die meisten Tiere über 300 g Körpergewicht herbivor ernähren, die Tiere unter 50-100 g Körpergewicht meist karnivor. Dies ist laut Pough (1973) damit zu erklären, dass kleine Echsen einen dem Körpergewicht proportional größeren Energiebedarf haben, weshalb energiereiche fleischhaltige Kost bevorzugt wird. Bei größeren Spezies ist jedoch der Gesamtenergiebedarf deutlich höher, weshalb die mit großem Energieverlust verbundene Jagd auf energiereichere Nahrung abgewägt werden muss. So ist die Herbivorie nach Pough nur für größere Echsen möglich und sinnvoll. Ausgenommen von dieser Beobachtung sind die Warane (*Varanidae*), deren Vertreter sich überwiegend karnivor ernähren. Sie zeigen im Gegensatz zu vielen anderen Echsen eine deutlich höhere aerobe Stoffwechselrate, weshalb für sie der Nutzen der Jagd den Energieverlust überwiegt

(Pough, 1973). Komodowarane (*Varanus komodoensis*) fressen auch Aas, das sie in einer Entfernung von bis zu 5 km orten können (Auffenberg, 1981), was ihnen eine aufwendige, kraftraubende Jagd ersparen kann.

Bei den Schildkröten sind die meisten Süßwasser- und Sumpfschildkröten sowie die Meeresschildkröten als omnivor, die Landschildkröten (*Testudinidae*) als herbivor zu bezeichnen. Bei den omnivoren Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) und einigen Meeresschildkröten ist ähnlich wie bei vielen Echsen ein Wandel der Hauptnahrungsquelle von vorwiegend karnivor im juvenilen Stadium zu vorwiegend herbivor im adulten Stadium zu beobachten (Frye, 1993). Im Frühjahr und Sommer werden häufig opportunistisch Pflanzen verzehrt, wenn leicht verdauliche Blüten und Früchte vorhanden sind (Durtsche, 1995).

Ein allgemein wichtiger Faktor in der Reptiliernahrung ist der Einfluss der Temperatur auf die Verdaulichkeit und die Nahrungs-Passagezeit im Darm, da alle Reptilien wechselwarm (poikilotherm) sind. Bei Pythons scheint die Verdaulichkeit der Nahrung nicht durch suboptimale Temperaturen beeinträchtigt zu sein, während sich die Passagezeit der Nahrung deutlich verlängert (Bedford und Christian, 2000; Wang et al., 2003). Da die Verdauung von pflanzlicher Nahrung durch Fermentation ein zeitabhängiger Prozess ist, ist die Verdaulichkeit einer herbivoren Diät bei omnivoren Schildkröten bei gleicher optimaler Temperatur nur circa halb so hoch wie die einer karnivoren Diät bei deutlich längerer Passagezeit. Bei erniedrigten Temperaturen wird die Passagezeit pflanzlicher Nahrung noch weiter verlängert (siehe z.B. Spencer et al., 1998), was die Gefahr von Fehlgärungen im Darm erhöht. Maldigestion und Blähungen beziehungsweise Verstopfungen aufgrund suboptimaler Temperaturbedingungen können bei Schildkröten zu lebensbedrohlichen Situationen führen, da eine Druckerhöhung im Panzer als Folge von Fehlgärungen die Kompression von Lunge und großen Gefäßen zur Folge haben kann (Calvert, 2004).

Die Ernährungstypen der Spezies, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden, ist **Tabelle 2-1** zu entnehmen.

**Tabelle 2-1:** Ernährungstypen verschiedener Reptilienspezies, deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden

	karnivor	omnivor	herbivor
<b>Schildkröten</b>			
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )			x
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )		x	
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )			
Buchstaben-Schmuckschildkröten ( <i>Trachemys spp.</i> )		x	
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )		x	
<b>Schlangen</b>			
Alle Arten	x		
<b>Echsen</b>			
<b>Agamen (<i>Agamidae</i>)</b>			
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )		x	
Zwergbartagame ( <i>Pogona henrylawsoni</i> )		x	
<b>Leguane (<i>Iguanidae</i>)</b>			
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )			x
Chuckwallas ( <i>Sauromalus spp.</i> )			x
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )			x
<b>Warane (<i>Varanidae</i>)</b>			
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	x		
<b>Krokodile</b>			
Gattung <i>Crocodylus</i>	x		

## 2.3 Reproduktionsstrategien bei Reptilien

### 2.3.1 Das „Oviparie-Viviparie-Kontinuum“

Die Klasse *Reptilia* verfügt über eine erstaunliche Vielzahl unterschiedlicher Reproduktionsstrategien. Die „Oviparie“ ist definiert als die Fortpflanzungsart, bei der durch die Ablage von Eiern zumindest ein Teil der fetalen Entwicklung außerhalb des mütterlichen Körpers stattfindet. Dem gegenüber gestellt wird die „Viviparie“ als

Zurückhaltung des Embryos im Uterus bis zur vollständigen Entwicklung des Jungtiers (Shine, 1983).

Von der klassischen Oviparie, wie sie bei Krokodilen, Schildkröten und Brückenechsen zu sehen ist, ausgehend haben einige Vertreter der Schuppenkriechtiere (*Squamata*) neue Strategien zur Verbesserung der Überlebenschancen ihres Nachwuchses entwickelt. Die Viviparie, die bei einigen Schuppenkriechtieren auftritt, hatte ihren evolutionären Ursprung wohl in über 90 verschiedenen, voneinander unabhängigen Einzelereignissen, die zur Ausbildung dieser neuen Reproduktionsstrategie führten (Blackburn, 1982). Darüber hinaus wird bei oviparen Echsen und Schlangen häufig beobachtet, dass die Tiere ihre Eier für mehr als ein Drittel der embryonalen Entwicklung im Uterus zurückhalten (z.B. Shine, 1983; Blackburn, 1995).<sup>2</sup> Als zusammenfassende Beschreibung aller Reproduktionsstrategien bei Reptilien prägte Shine (1983) den Begriff des „Oviparie-Viviparie-Kontinuums“. Danach werden die verschiedenen Reproduktionsstrategien bei Reptilien als kontinuierliche Entwicklung angesehen mit der klassischen Oviparie und der Viviparie als jeweilige Endpunkte.

Packard et al. (1977) nahmen die Eiretention im Ovidukt als den ersten Schritt bei der Ausbildung der Viviparie an. Dabei gehe – laut der Autoren – die verlängerte Verweildauer eines Eis im Uterus mit einer Verringerung der Eischalendicke und des Kalzifizierungsgrads einher, da eine dicke Eischale eine physikalische Barriere für den Gasaustausch im Uterus darstellen würde. Zusätzlich begünstigt die Reduktion der Barriere zwischen Mutter und Embryo wohl eine Diffusionssteigerung von chemischen Signalen des Embryos, was einen weiteren Schritt hin zur Entwicklung der Viviparie darstellt (Guillette, 1991).

Die Ernährung des Embryos im Uterus der Mutter ist komplex. Es gibt zwei Ernährungstypen von Reptilien-Embryos: die Lecitotrophie, das heißt die Ernährung des Embryos über einen Dotter, und die Plazentotrophie, also die Ernährung des Embryos über eine Plazenta. Die meisten viviparen Reptilien sind hauptsächlich lecitotroph (Blackburn, 2000; Thompson und Speake, 2003). Die lecitotrophe Ernährungsform

---

<sup>2</sup> Der häufig in der Literatur zu findende Begriff der „Ovoviviparie“ wurde lange Zeit für unterschiedlichste Reproduktionsstrategien bei Reptilien ohne klare Definition verwendet (siehe Blackburn, 1994). Eine häufige Interpretation des Begriffs war die Rückhaltung von Eiern im Uterus mit einer Entwicklung der Schlüpflinge im Uterus und anschließenden Ablage von Eiern mit Jungtieren in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium. Um Verwechslungen vorzubeugen wird dieses Phänomen in der vorliegenden Arbeit mit dem Begriff „Eiretention“ beschrieben, der Begriff der „Ovoviviparie“ wird nicht verwendet

schließt jedoch einen Nährstofftransport über die Plazenta nicht aus. Die plazentäre Ernährungsform konnte beispielsweise durch den Einsatz von radioaktiv markierten Nährstoffen bei trächtigen viviparen Tieren nachgewiesen werden (Hoffman, 1970). Bei unterschiedlichen Skinken auf drei verschiedenen Kontinenten (*Chalcides chalcides* in Europa, *Mabuya* in Amerika und *Pseudemoia* in Australien) findet ein wesentlicher Teil der embryonalen Ernährung plazentotroph statt (Blackburn, 1993; Blackburn, 2000). Für die vorliegende Studie ist nur die Lecitotrophie von Bedeutung, da keine viviparen Tiere untersucht wurden.

### **2.3.2 Regulationsfaktoren der Reproduktion**

Für die Fortpflanzung von Reptilien spielen die unterschiedlichsten exogenen Faktoren eine Rolle. Die Beschreibung von Einflussfaktoren der Reproduktion kann in ihrer gesamten Komplexität im Rahmen dieser Arbeit nicht erfasst werden. Daher sollen die hier aufgeführten Beispiele von Anpassungsmechanismen einzelner Spezies keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Die Photoperiodik, die Temperatur, die Dauer und Häufigkeit von Niederschlägen, die Feuchtigkeit, das Futterangebot und soziale Interaktionen bestimmen die Art und Häufigkeit der Reproduktion bei Reptilien (Duvall et al., 1982; Kuchling, 1999). Bei einigen Spezies ist von diesen Parametern auch abhängig, ob die Fortpflanzungsperiode saisonal oder kontinuierlich verläuft (Licht, 1984). So sind beispielsweise in tropischen und subtropischen Regionen bei denselben Spezies beide Formen der Fortpflanzungsperiodik in Kombination mit unterschiedlichen Gelegegrößen möglich. Mit Zunahme des Breitengrades zeigt sich bei Schildkröten jedoch eine Tendenz zu häufigerer Ablage kleinerer Gelege pro Jahr (Iverson, 1992; Iverson et al., 1993; Kuchling, 1999; Litzgus und Mousseau, 2003). Eine erstaunliche Anpassung von Tieren aus klimatischen Bedingungen, die den mediterranen sehr ähneln, beschrieb Hofmeyr 2004 für die terrestrisch lebende südafrikanische Schnabelbrustschildkröte (*Chersina angulata*): Die von diesem Autor beschriebenen Tiere waren fast das ganze Jahr über trächtig und legten jeweils nur ein Ei pro Gelege, eine Strategie, die normalerweise nur bei tropisch beziehungsweise subtropisch lebenden Tieren beobachtet wird. Dagegen

legen die Landschildkröten der *Testudo*-Gruppe, die in ähnlichen klimatischen Regionen leben, saisonal von Frühjahr bis Sommer ein bis vier größere Gelege (Diaz-Paniagua et al., 1996). Im Vergleich zur letztgenannten Strategie ist die Fortpflanzungsstrategie der Schnabelbrustschildkröte (*Chersina angulata*) erstaunlich flexibel, da die Weibchen nur wenig Energie zur Eiproduktion, -retention und -ablage brauchen und die Verlustrate von Eiern durch Räuber voraussichtlich geringer ist als bei großen Gelegen.

Eine Temperaturabhängigkeit der Legetätigkeit beschrieben Ganzhorn und Licht (1983) und Sarkar et al. (1996) für die Zierschildkröte (*Chrysemys picta*) und die Klappen-Weichschildkröte (*Lissemys punctata*): Sie wiesen nach, dass die Ovarien zwar auch bei suboptimalen Temperaturen stimuliert werden, eine Ovulation jedoch nur im Frühjahr bei anhaltenden Temperaturen im optimalen Bereich möglich ist. Bei verschiedenen Europäischen Landschildkröten (Gattung *Testudo*) kann nach moderaten Temperaturen im Winter eine um mehrere Monate verfrühte Legeperiode auftreten (Kuchling, 1999).

Auf der anderen Seite können ungünstige Umweltbedingungen eine Verlängerung der Graviditätsdauer verursachen. So können kalte und zu trockene Bedingungen zu sehr variablen Eiretentionen führen (Hofmeyr, 2004). Ein extremes Zurückhalten der Eier im Ovidukt wurde bei der aquatisch lebenden Langhalsschmuckschildkröte (*Deirochelys reticularia*) beobachtet. Diese Tiere legen normalerweise im Frühjahr und Herbst je ein Gelege. Wenn die Umweltbedingungen und damit die Nestkonditionen im Herbst wegen Trockenheit und Kälte jedoch ungünstig erscheinen, wird das Gelege ein halbes Jahr bis zum nächsten Frühjahr im Ovidukt zurückgehalten (Buhlmann et al., 1995).

Die häufig beobachtete Begünstigung der Eiablage bei Regenfall wird mit der Erleichterung des Nestaushubs im feuchten Boden, der Verringerung der Detektionsgefahr durch Räuber und den besseren Rehydratationsmöglichkeiten der Weibchen nach der Eiablage erklärt (Hofmeyr, 2004; Stamps, 1976). Auch bei Schuppenkriechtieren wird im Zuge der Eiretention der Einfluss von zu trockener Umgebung diskutiert. So wird vermutet, dass Tiere ihre Eier so lange zurückhalten, bis die Nestbedingungen besser sind oder bis die Retention nicht mehr möglich ist, was im schlimmsten Fall zur Eiablage an ungeeigneten Standorten führen kann (Warner und Andrews, 2002).

Eine Weiterentwicklung in Richtung Viviparie kann bei einer Eiretention aufgrund widriger Umwelteinflüsse jedoch wohl ausgeschlossen werden. Warner und Andrews

(2003) beschrieben bei retinierten Eiern des Zaunleguans (*Sceloporus undulatus*) – wenn überhaupt – nur eine geringe Weiterentwicklung der Embryos. Die aus diesen – länger im Uterus zurückgehaltenen – Eiern geschlüpften Jungtiere zeigten allerdings bessere Überlebenschancen nach Wochen und Monaten.

## **2.4 Aufbau von Reptilieneiern und Funktion der einzelnen Eikompimente**

### **2.4.1 Aufbau der Reptilieneischale**

Eine Unterscheidung der verschiedenen Arten von Reptilieneiern wird am besten anhand der unterschiedlichen Eischalen-Morphologie vorgenommen. Die Eischale zeigt in ihrer Grundstruktur von innen nach außen folgende Schichten (Schmidt, 1943; Erben, 1970; Packard, 1980; Hirsch, 1983): die innere Grenzlamelle (Inner Boundary), die Eischalenmembran (Membrana testacea) unterteilbar in innere und äußere Eischalenmembran, und die der Membran außen anliegende Kalkschicht. Die Existenz einer Kutikula, einer proteinhaltigen organischen Deckschicht um die Kalkschale wird zwar beschrieben (z.B. Erben, 1970; Hirsch, 1983; Packard, 1980), jedoch fehlt diese Schicht laut Giersberg (1921) und Schmidt (1943) bei Schildkröteneiern.

Der nicht kalzifizierte Anteil der Eischale, die Eischalenmembran, besteht aus zwei Membranen, die bis auf eine Luftblase fest miteinander verbunden sind (Packard und Packard, 1979). Sie werden aus Ovokeratin-Fibrillen geformt, welche hinsichtlich ihres Durchmessers, ihrer Anzahl, ihres Grads der Verschmelzung und ihres Richtungsarrangements stark variieren (Schleich und Kästle, 1988). Die Fasern der Fibrillen sind von einer Schicht aus Mucopolysacchariden ummantelt, die eine Mineralisation verhindern (nicht lineare Polysaccharide; Evans, 2003).

Der Eischalenmembran innen anhaftend befindet sich die amorphe innere Grenzlamelle (Inner Boundary). Die genaue Zusammensetzung dieser Schicht ist bisher nicht bekannt. Laut Schleich und Kästle (1988) dient sie als innere Diffusionsbarriere als Schutz vor Austrocknung und zur Regulation des Sauerstoff-Kohlendioxid-Austauschs.

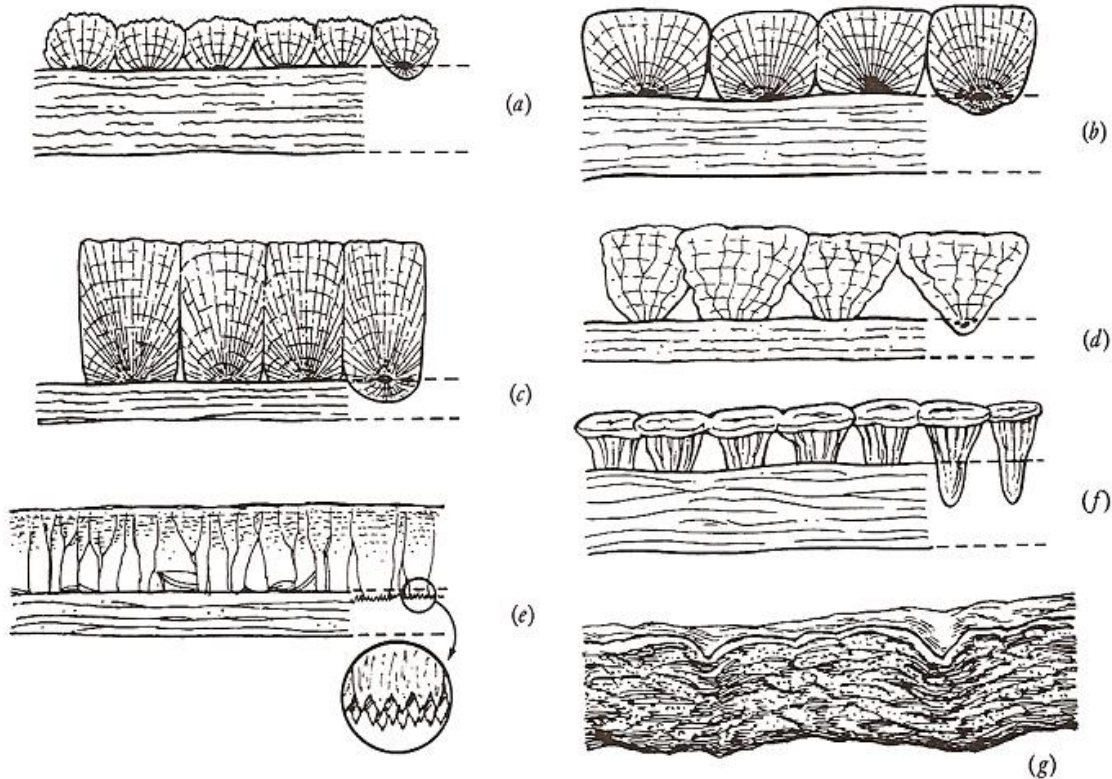


Grundlegende Einsicht in den Aufbau der Kalkschale gab Agassiz bereits im Jahr 1857 anhand von Eiern der Schnappschildkröte (*Chelydra serpentina*). Die Struktur der Kalkschale wird durch einzelne säulen- oder keilförmig angeordnete Kalziumkarbonat-Kristalle erreicht, welche zur Basis hin pyramidenartig zusammenlaufen. Bei Schildkröten und Krokodilen sind diese mit basalen Knöpfchen in der äußeren Eischalenmembran verankert (Packard und DeMarco, 1991). An der Basis der Kristalle bilden sich höhlenartige Kavernen aus. Zwischen den – von oben betrachtet wie irreguläre Polygone aussehenden – Kristallen entstehen Poren, je nach Spezies in unterschiedlicher Anzahl (Schmidt, 1943; Erben, 1970; Packard, 1980; Hirsch, 1983). Die Kalkschale der weichschaligen Eier von Schuppenkriechtieren zeigt in der Regel eine nicht ganz so deutlich durchorganisierte Struktur. Häufig werden sie als „amorph“ bezeichnet, was bedeutet, dass keine Kristallstrukturen erkennbar sind und die Kalkschicht scheinbar ohne Verankerung der Eischalenmembran aufsitzt (Schleich und Kästle, 1988; Packard und DeMarco, 1991). Der unterschiedliche Aufbau der Eischale von Reptilieneiern ist **Abbildung 2-7** zu entnehmen.

Die kristalline Komponente der Schale besteht aus Kalziumkarbonat. Dieses liegt bei Eiern verschiedener Reptilienordnungen in unterschiedlicher Kristallisationsform vor, wobei es sich jedoch immer um reines, wasserfreies Kalziumkarbonat (Weiner und Dove, 2003) in Form von Calcit, Aragonit und selten Vaterit handelt. Die Kalkschale von Krokodil-, Schlangen- oder Echseneiern besteht in der Regel aus Calcit (z.B. Erben 1970). In der Kalkschale der Schildkröteneier findet sich fast ausschließlich Aragonit (Schmidt, 1943; Erben, 1970; Packard und Packard, 1979). Ausnahmen von dieser Regel werden nur selten beschrieben, beispielsweise bei den marinen Suppenschildkröten (*Chelonia mydas*; Baird und Solomon 1979), bei denen Mischformen vorliegen. Welche molekularen Wechselwirkungen an der Ausbildung der jeweiligen Kristallisationsform beteiligt sind, ist Zustand zahlreicher Untersuchungen (siehe Weiner und Dove, 2003).

Zusätzlich zum Kalziumkarbonat wurden beim Mohrenkaiman (*Melanosuchus niger*) und bei der Bartagame (*Pogona vitticeps*) in der Schale mit Kalziumsulfat beziehungsweise Kalziumphosphat auch andere Kalziumsalze nachgewiesen (Schleich und Kästle, 1988).

Die organischen Substanzen der Kalkschicht bilden Kollagene, Komplexe von Proteinen und sauren Polysacchariden, die mineralisiert werden können (Schleich und Kästle, 1988).



**Abbildung 2-7:** Schematische Darstellung von Querschnitten durch verschiedene Reptilieneischalen.

(a) Sehr flexible Eischale des Eis einer Meeresschildkröte (z. B. *Lepidochelys olivacea*). Die Schaleneinheiten sind schmal und unregelmäßig im Aussehen, die Eischalenmembran hat annähernd die gleiche Dicke wie die Kalkschale. (b) Flexible Eischale von anderen Schildkröteneiern exklusive Meeresschildkröten (z.B. *Trachemys scripta*). Die Schaleneinheiten sind knotenförmig und regelmäßiger geformt, Kalkschale und Eischalenmembran haben ungefähr die gleiche Dicke. (c) Harte Eischale eines Schildkröteneis (z.B. *Testudo hermanni*). Die Schaleneinheiten sind hoch, säulenförmig und grenzen eng aneinander. Die Eischalenmembran ist relativ dünn im Vergleich zur Kalkschale. Die einzelnen Schaleneinheiten ragen ein wenig in die Eischalenmembran hinein und umschließen Fasern der Membran, wodurch sie für die Bindung von Kalkschale und Eischalenmembran sorgen. (d) Harte Eischale eines Krokodileis (z.B. *Alligator mississippiensis*). Die Schaleneinheiten sind annähernd keilförmig, die Schalenmembran ist relativ dünn im Vergleich zur Kalkschale. Die konische Spitze einer Schaleneinheit umgibt Fasern der Eischalenmembran und verankert damit die Kalkschale in der Eischalenmembran. (e) Schematischer Querschnitt einer harten Geckoeischale (z.B. *Gekko gekko*). Die Schaleneinheiten sind weniger klar definiert und weniger gut durch die Gesamtheit der Kalkschale zu verfolgen. Die Eischalenmembran ist dünn im Vergleich zur Kalkschale. Die vergrößerte Darstellung im Kreis zeigt die Spitze oder den inneren Anteil einer Schaleneinheit. Die Spitze enthält feine, nadelförmige Kristalle. Die Art der Verankerung von Kalkschale und Eischalenmembran konnte nicht ermittelt werden. (f) Schematischer Querschnitt durch die Schale eines Tuataraeis (*Sphenodon punctatus*). Die Kalkschale besteht aus unregulären Schaleneinheiten die tief in die Eischalenmembran eindringen. (g) Schematischer Querschnitt durch eine weiche Eischale der Eier der meisten oviparen Schuppenkriechtiere (*Squamata*). Die Schale besteht aus einer faserigen Membran, die in aneinanderfolgende Kämme und Mulden gelegt ist. Die Kalkschicht füllt die Mulden aus und bedeckt die Kämme in unterschiedlichem Ausmaß. Die Kalkschicht scheint einfach an der Schalenoberfläche zu haften und keine Vernetzung mit der Eischalenmembran zu haben (aus Packard und DeMarco, 1991).

## 2.4.2 Arten von Reptilieneischaln

Je nach Kalzifizierungsgrad k6nnen drei verschiedene Arten von Reptilieneischaln unterschieden werden: harte, stark kalzifizierte Eischaln, flexible Eischaln und weiche, h6ufig als pergamentartig beschriebene Eischaln (Packard et al., 1977; Hirsch, 1983; Schleich und K6stle, 1988; Packard und DeMarco, 1991).

Die Eier aller Krokodilspezies haben harte Schaln. Die Eischalnmorphologie fast aller oviparen Schlangen und Echsen – mit Ausnahme der hartschaligen Eier einiger Geckofamilien (Packard et al., 1977) – wird als weich oder pergamentartig beschrieben. Die weichschaligen Eier weisen zum Teil deutliche Unterschiede im Grad der Kalzifizierung auf, von makroskopisch nicht sichtbaren, aber in Analysen nachweisbaren Kalkstrukturen bis hin zu einer deutlichen Kalkkruste (Schleich und K6stle, 1988).

Bei den Schildkr6teneiern dagegen werden sehr gro6e Unterschiede in der Eischalnmorphologie gesehen. Harte Eischaln weisen die Eier der Landschildkr6ten und einiger Sumpfschildkr6ten auf, w6hrend die Schaln der andern Schildkr6tenspezies flexibler und biegsamer sind. Selbst verschiedene Spezies einer zoologischen Familie k6nnen sehr unterschiedlich beschaltete Eier legen. Die Zugeh6rigkeit der in der vorliegenden Studie untersuchten Schildkr6teneier zur jeweiligen Beschaltungsart ist **Tabelle 2-2** zu entnehmen.

**Tabelle 2-2:** Zuordnung der in der vorliegenden Studie untersuchten Eier verschiedener Schildkr6tenspezies zu harten und flexiblen Eischalentypen

	<b>Harte Eischaln</b>	<b>Flexible Eischaln</b>
<b>Landschildkr6ten</b> ( <i>Testudinidae</i> )	Fast alle Arten (inklusive Gattungen <i>Testudo</i> und <i>Geochelone</i> )	Gattung <i>Manouria</i>
<b>Neuwelt-Sumpfschildkr6ten</b> ( <i>Emydidae</i> )	Wenige Arten	Meiste Arten (inklusive Gattungen <i>Trachemys</i> und <i>Pseudemys</i> )
<b>Altwelt-Sumpfschildkr6ten</b> ( <i>Geoemydidae</i> )	Einige Arten (inklusive Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	Einige Arten

Die Gruppe der flexiblen Eischalen unterteilte Hirsch (1983) noch weiter in die hochbiegsamen, sehr dünn kalzifizierten Schalen der marinen Schildkrötenfamilien *Cheloniidae* und *Dermochelyidae* und die etwas weniger biegsamen Schalen verschiedener Sumpfschildkröten.

Packard et al. beobachteten 1984 bei ihren Untersuchungen über die Eischalenbildung im Ovidukt, dass noch nicht voll beschaltete hartschalige Eier in bestimmten Beschalungsstufen im Ovidukt den biegsamen Schalen anderer Schildkröten ähneln. Sie schlussfolgerten aus dieser Beobachtung, dass die Bildung harter und flexibler Eischalen auf dem gleichen Mechanismus basiert, determiniert von der Dauer der Kalkschalenbildung. Bei biegsamen Eischalen sind Eischalenmembran und Kalkschale in der Regel ungefähr gleich dick, während bei hartschaligen Eiern die Kalkschale den Hauptbestandteil der Schale darstellt (Packard et al., 1982; siehe **Abbildung 2-7**). Bei den hartschaligen Eiern des Neuguinea-Krokodils (*Crocodylus novaeguineae*) war nach Beschreibungen von Jenkins (1975) die Eischalenmembran vergleichsweise sehr dick. Sie stellte über 21% des Eischalen-Trockengewichts dar.

### **2.4.3 Vergleich: Aufbau der Vogeleischale**

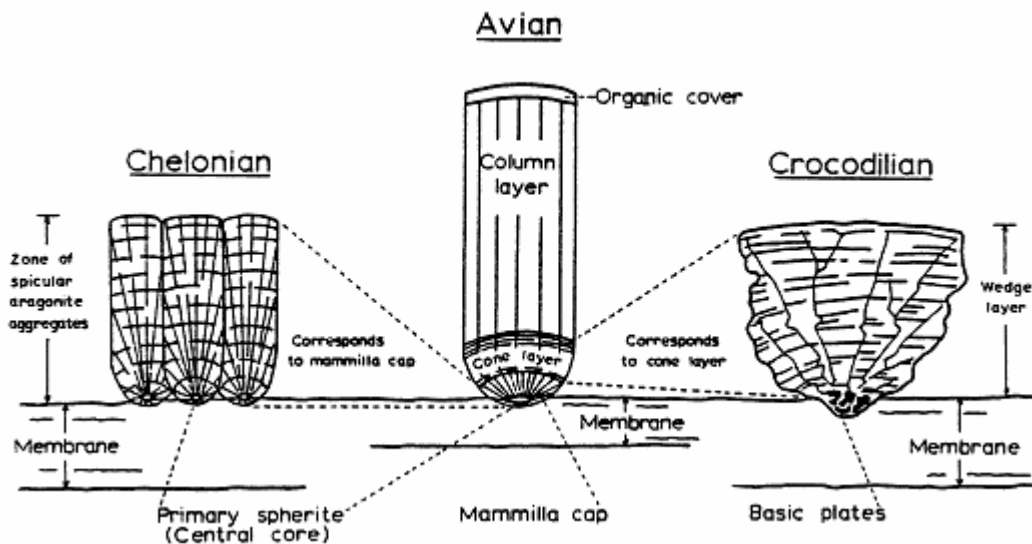
Vogeleischalen bestehen – vergleichbar mit Reptilieneischalen - aus der zweischichtigen Eischalenmembran mit innen anliegender limitierender Membran und der Kalkschale (Board und Sparks, 1991). Bei der Kalkschicht wiederum lassen sich verschiedene Abschnitte erkennen: die der Eischalenmembran direkt aufliegende, aus der sogenannten Mammille hervorgehende, dicht kalzifizierte kristalline Kegellage (cone layer), die aus dieser Lage hervorgehende Säulenschicht (column layer) und eine organische Deckschicht (Hirsch, 1983).<sup>3</sup>

Die Unterschiede zwischen Vogeleischalen und harten Reptilieneischalen von Schildkröten und Krokodilen sind vor allem im Aufbau der Kalkschale zu sehen. So kann

---

<sup>3</sup> Die Nomenklatur der einzelnen Anteile der Eischale wurde in den letzten Jahrzehnten häufig gewechselt (siehe Board und Sparks, 1991). Die Darstellung in diesem Kapitel nach Hirsch (1983) wurde gewählt, da hier die Unterschiede zwischen Vogel- und Reptilieneischale am deutlichsten herausgearbeitet werden können.

die komplette Kalkschalenstruktur von Schildkröteneiern mit dem innersten Anteil der Vogeleischaale, der Mammille, verglichen werden. Der dem kalzifizierten Anteil der Krokodileischaale analoge Anteil der Vogeleischaale ist die Kegelschicht, die bei der Vogeleischaale zur Säulenschicht hinführt (siehe **Abbildung 2-8**).



**Abbildung 2-8:** Vergleichender Aufbau der Eischale von Vogel-, Schildkröten- und Krokodileiern (aus Hirsch, 1983)

## 2.4.4 Funktion der Reptilieneischaale

Reptilieneischaalen haben vielfältige Funktionen:

1. Schutz vor mechanischen Einflüssen und Witterungseinflüssen
2. Gasaustausch
3. Wasseraustausch
4. Mineralstoff-Bereitstellung (v.a. Kalzium)
5. Klebefunktion (z.B. Geckoeier)

Die Eischalen von Reptilien müssen vielfältige **Schutzfunktionen** erfüllen. Bei der Eiablage müssen die Schalen mechanische Schäden verhindern, beispielsweise beim Aufeinanderfallen der Eier in einer Nisthöhle. Während der Inkubation muss die Schale Angriffe von außen, vor allem durch Insekten, aber auch eine mikrobielle Invasion verhindern (Schleich und Kästle, 1988). Je nach Nestbeschaffenheit müssen die Eier auch vor Einwirkung von Salz und Wasser geschützt werden, wie bei Meeresschildkröteneiern.<sup>4</sup>

Die Eischale muss außerdem den **Gasaustausch** des sich entwickelnden Embryos mit der Umgebung gewährleisten. Wink et al. (1990) und Wink und Elsey (1994) machten die Beobachtung, dass die Eischalen im Ei abgestorbener Jungtiere zweier Alligatorenspezies zum einen zahlenmäßig weniger Poren hatten als die Eischalen erfolgreich geschlüpfter Jungtiere, zum anderen aber auch teilweise verstopfte Poren. Als Gründe für diesen Unterschied diskutierten sie Stress durch Crowding mit dadurch verzögerter Eiablage.

Nicht nur der Gasaustausch, sondern auch der **Wasseraustausch** ist bei den meisten Reptilieneiern von sehr großer Bedeutung. Die Aufnahme von Wasser und damit verbunden ein Anschwellen des Eis um das zwei- bis vierfache der ursprünglichen Größe ist bei den weichschaligen Eiern von Echsen und Schlangen für eine erfolgreiche Entwicklung des Embryos essentiell (Osborne und Thompson, 2005; Packard et al., 1977). Das Anschwellen der Eier wird bei weichschaligen Reptilieneiern durch verschiedene Mechanismen unterstützt, meist sind Fissuren in der Kalkschale erkennbar, die eine Ausdehnung ermöglichen (Packard et al., 1982; Osborne und Thompson, 2005). Eine Wasseraufnahme findet aber auch bei flexiblen und harten Eischalen statt. Die Höhe des Wasseraustausches ist dabei von mehreren Faktoren abhängig: von der Eischalenstruktur, dem Wasserpotential und der Temperatur im Nest, sowie dem Anteil der Eischale, der während der Inkubation Kontakt zum Substrat hat (siehe **Kapitel 2.7.1**).

---

<sup>4</sup> In der Literatur wird als wichtigster Schutzfaktor vor der Einwirkung von Salz und Wasser häufig das Vorkommen der Aminosäure Prolin diskutiert, die bei allen untersuchten weichschaligen Eiern prozentual mit Abstand die häufigste Aminosäure in der Schale war. Laut Williamson (1994) formen Sequenzen mit hohen Anteilen dieser hydrophoben Aminosäure in der Regel flexible Strukturen, die schwer zu kristallisieren sind. Interessanterweise wird Prolin bei Pflanzen eine Rolle zur Linderung von Schäden durch Salz- oder Wassereinwirkung zugesprochen (Sexton et al., 2005)

Eier mit einer großen Anzahl von Poren absorbieren große Mengen an Wasser aus kalten, feuchten Nestern, in einer warmen, trockenen Nestumgebung dagegen verlieren sie entsprechend Feuchtigkeit, besonders wenn das Ei mit einem großen Anteil der Eischalenoberfläche in Kontakt zum Substrat steht (Packard, 1999). Dadurch lässt sich erklären, dass selbst hartschalige Eier eine deutliche Wasseraufnahmekapazität zeigen können, vor allem bei aquatisch lebenden Tieren, deren Legegebiete meist feuchter sind als die terrestrisch lebender Tiere (Schleich und Kästle, 1988). Woodall (1984) beschrieb die Wasserdurchlässigkeit der hartschaligen Eier der aquatischen Riesenschlangenhalschildkröte (*Chelodina expansa*) als sechsmal höher als die von Vogeleiern gleicher Größe. Diese auch mit einer Größenzunahme verbundene Wasseraufnahme ist wohl nur durch eine bei den meisten Reptilieneiern deutlich dickere Eischalenmembran im Vergleich zu Vogeleiern (3 mal dicker) möglich, die kleine Risse im Ei kompensieren und damit partiellen Schalenverlust verhindern kann.

In der Regel ist bei hartschaligen Eiern jedoch eine Ausdehnung der Schale nach Wasseraufnahme nur bedingt möglich. Bei zu feuchter Inkubation platzt beispielsweise die Schale von Krokodil- (Thompson und Speake, 2004) und Schildkröteneiern (Kölle, persönliche Mitteilung). Im Vergleich zu gleich großen Vogeleiern besteht jedoch auch bei diesen Eiern eine größere Wasserdurchlässigkeit (Deeming und Thompson, 1991), was durch ausgeprägte Porenbildung in der Eischale von hartschaligen Krokodil- und Schildkröteneiern erklärt wird (Schleich und Kästle, 1988).

Eine Ausnahmestellung nehmen die hartschaligen Eier einiger Vertreter der Eigentlichen Geckos (*Gekkoninae*) und der Kugelfingergeckos (*Sphaerodactylinae*) ein. Sie zeigen als einzige Reptilieneier eine extrem geringe Wasserleitfähigkeit im Vergleich zu gleich großen Vogeleiern (Dunson, 1982). Erklärbar ist dies durch die Art der Inkubation der Eier ohne Substrat, mit dem ein Wasseraustausch stattfinden könnte (siehe unten).

Eine weitere wichtige Aufgabe der Schale ist die zusätzliche **Bereitstellung von Kalzium** für den heranwachsenden Embryo. So werden bei Krokodilen und Schildkröten nur 20 bis 25 % des Kalziums, das der Embryo für seine Entwicklung benötigt, durch den Eihalt gedeckt, der Rest wird aus der Kalkschale resorbiert (Packard et al., 1977; Packard und Packard, 1989; Simkiss, 1962). Bei Echsen und Schlangen ging man lange Zeit davon aus, dass der Kalziumgehalt im Dotter für die Entwicklung der Jungtiere ausreicht (Jenkins und Simkiss, 1968; Sexton et al., 1979), bevor Cox et al. (1984)

nachwiesen, dass auch Schlüpflinge von Schuppenkriechtieren im späten Stadium der Entwicklung Kalzium aus der Schale mobilisieren. Die Ausprägung der Kalziumresorption aus der Eischale ist jedoch bei weichschaligen Eiern deutlich geringer und liegt bei 20 bis 25 % (Packard und Packard, 1988). Die Verwendung von Kalzium aus der Eischale birgt zusätzlich den Vorteil in sich, dass gegen Ende der Inkubation die Dichte der Kalkschale abnimmt, was dem Jungtier den Schlupf erleichtern kann (Schleich und Kästle, 1988).

Über die Kalziummobilisation hinaus wurde die Mobilisation von Magnesium aus der Eischale bei Eiern der Schnappschildkröte (*Chelydra serpentina*) nachgewiesen (Lawniczak und Teece, 2005).

Schließlich hat die Schale der Eier **einiger Geckoarten** (einige Vertreter der Eigentlichen Geckos [*Gekkoninae*] und der Kugelfingergeckos [*Sphaerodactylinae*]) eine Art „**Klebefunktion**“. Diese Tiere inkubieren ihre Eier nicht in Höhlen oder Nestern, sondern „kleben“ sie an geeignete Stellen, beispielsweise Äste oder Geröll. Diese „Klebefähigkeit“ der frisch gelegten Eier hängt wohl mit einer erhöhten Menge an Protein in der Kalkmasse dieser harten Eischalen zusammen, die das besondere Aushärtungsverhalten der Eier bedingt (Schleich und Kästle, 1988). Durch diese Art der Inkubation ohne Substrat, das einen Wasseraustausch gewährleisten könnte, ist auch erklärbar, warum die Wasserleitfähigkeit dieser Eier verglichen mit anderen Reptilien-, aber auch Vogeleiern, vermindert ist. Hier spielt mit Sicherheit auch die runde Form der Eier eine Rolle, die – im Vergleich zur länglichen Form der meisten weichschaligen Eier – durch eine Oberflächenreduktion zusätzlich Wasserverluste verhindert (Schleich und Kästle, 1988).

#### **2.4.5 Aufbau des Eiinhalts**

Auch das Aussehen des Eiinhalts ist nicht bei allen Reptilieneiern gleich. Während die Eier von Schildkröten und Krokodilen eine Unterteilung des Inhalts in Dotter und Eiklar erlauben, ist bei den Eiern der Schuppenkriechtiere keine eindeutige makroskopische Trennung von Eiklar und Eigelb möglich (z.B. Jenkins, 1975; De Morales et al., 1987).



Einige Untersuchungen ergaben das Fehlen jeglicher Eiklarkomponenten im Eiinhalt bei weichschaligen Eiern (Cordeno-López und Morales, 1995). De Morales et al. (1987) konnten jedoch analytisch beim Eiinhalt tropischer Echten eine granuläre, wenig lösliche Dotterfraktion von einer besser löslichen Proteinfraction trennen, was das Vorkommen einer Art Eiklar bei Echten nahe legt, wenn auch nicht als makroskopisch eigenständige Fraktion.

#### **2.4.6 Zusammensetzung und Funktion von Eiklar und Eigelb**

Über die Zusammensetzung des **Eiklars** von Reptilieneiern liegen nur wenige Untersuchungen vor. Der Wassergehalt des Eiklars liegt bei flexibelschaligen Eiern bei circa 98 % (Booth, 2003), was die Hauptaufgabe des Eiklars als Wasserspeicher verdeutlicht (Packard, 1999). Der Rohproteinanteil beträgt 47-51 % der Trockensubstanz, der Rohfettgehalt 18-21 % der Trockensubstanz und der Rohaschegehalt 19-26 % der Trockensubstanz (Booth, 2003). Dies ist zwar ein Anzeichen für eine nutritive Funktion des Eiklars, wobei jedoch aufgrund seines prozentual sehr geringen Anteils am Gesamteinhalt die Bedeutung des Eiklars als Nährstoffquelle unklar ist. In Anlehnung an das Vogelei wird dieser Eikomponente zusätzlich eine antimikrobielle Funktion zugeschrieben (Palmer and Guillette, 1991).

Die Hauptaufgabe des **Eigelbs** ist die Bereitstellung von Nährstoffen und Energie (Palmer und Guillette, 1991). Bis auf den oben angesprochenen geringen Energieanteil im Eiklar wird die gesamte für die Entwicklung des Embryos benötigte Energie vom Eigelb bereitgestellt. Auch die meisten während der Embryogenese benötigten Mineralstoffe befinden sich im Eigelb. Nur für Kalzium und Magnesium ist bei Reptilien bisher die Mobilisation aus der Eischale nachgewiesen (siehe **Kapitel 2.4.4**). Das Eigelb besteht bei flexibelschaligen Eiern zu circa 54-61 % der Trockensubstanz aus Rohprotein, zu circa 25-30 % der Trockensubstanz aus Rohfett und zu circa 5-6 % der Trockensubstanz aus Rohasche (Booth, 2003; Harms et al., 2005).

Bei Schildkröteneiern wird ein Zusammenhang zwischen dem Schlupfverhalten der Jungtiere und dem Fettgehalt im Eiinhalt angenommen (Congdon et al., 1983b). Manche Jungtiere verschiedener Schildkrötenspezies überwintern nach dem Schlupf im Brutnest

und verlassen das Nest erst im folgenden Frühjahr.<sup>5</sup> Die Konsequenz daraus ist, dass die Tiere, die nach dem Schlupf im Nest verbleiben, keine ausreichende Möglichkeit der Nahrungsaufnahme haben. Daher müssen sie ihre Energie aus einer anderen Quelle, vermutlich dem Restdotter, beziehen. Es wurde nachgewiesen, dass bei den meisten Arten, deren Jungtiere dieses Verhalten zeigen, ein höherer Fettanteil im Eiinhalt vorhanden war (Congdon und Tinkle, 1982; Congdon et al., 1983a,b; Congdon und Gibbons, 1985; siehe **Kapitel 5.2.1.5.1**).

Da es sich bei den in der Literatur beschriebenen Gehalten meist nur um einzelne Nährstoffe bei vielen verschiedenen Spezies handelt, ist eine übersichtliche Darstellung über die Zusammensetzung von Reptilieneiern an dieser Stelle schwer möglich. Daher erfolgt eine ausführliche Aufstellung der einzelnen Nährstoffe in Eiern verschiedener Reptilienspezies in **Kapitel 5** im Vergleich mit den eigenen Untersuchungsergebnissen.

---

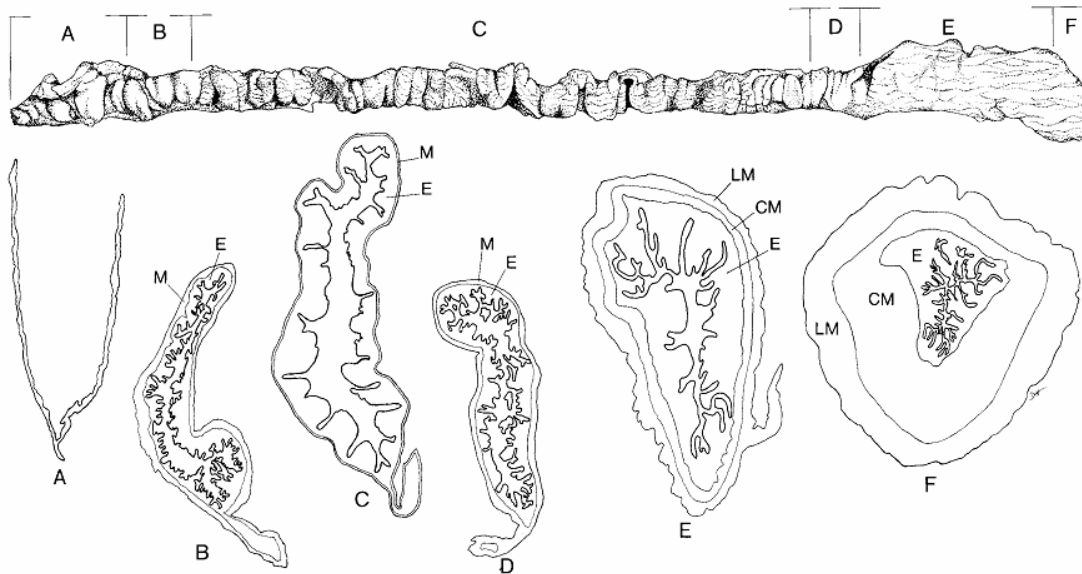
<sup>5</sup> Ein Überwintern im Nest ist wohl darauf zurückzuführen, dass gerade bei Jungtieren von Spezies mit mehreren Gelegen innerhalb einer Legesaison gegen Herbst nicht von gleich guten Umweltbedingungen nach dem Schlupf ausgegangen werden kann wie zu Beginn der Legesaison. Verschiedene Umwelteinflüsse wie starke Niederschläge in tropischen Gebieten zu Beginn der Regenzeit beziehungsweise zunehmende Temperaturen nach einer Kälteperiode in gemäßigten Klimazonen werden als Schlüsselreiz für den Beginn der für ein Überleben günstigsten Jahreszeit und damit das Verlassen des Nests angesehen (Gibbons und Nelson, 1978). Eine einfache Einteilung der Schildkrötenspezies in Arten, deren Schlüpflinge das Nest verlassen und Arten, deren Schlüpflinge im Nest verbleiben, ist dennoch nicht möglich. Einige Spezies, zum Beispiel die Zierschildkröte (*Chrysemys picta*), zeigen die Strategie der Überwinterung im Nest in Michigan, während die Jungtiere im klimatisch vergleichbaren Wisconsin das Nest verlassen (Congdon et al., 1983b). Bei der südlichen Zierschildkröte (*Chrysemys picta dorsalis*) wiederum, einer in Georgia lebenden Unterart, wurde die Überwinterung der Schlüpflinge im Nest beobachtet (Congdon und Gibbons, 1985). Gibbons und Nelson (1978) sahen in der unterschiedlichen Überwinterungsstrategie bei Schildkröten eine Kosten-Nutzen-Abwägung: Zwar haben Tiere, die das Nest gleich nach dem Schlupf verlassen, den Vorteil des frühzeitigen Wachstums durch geregelte Nahrungsaufnahme, sind jedoch möglichen widrigen Umweltbedingungen, wie dem Austrocknen von Gewässern, Kälte, dem daraus möglichen Versiegen von Nahrungsquellen und nicht zuletzt Fressfeinden ausgesetzt. Den geschützt im Nest ausharrenden Jungtieren wiederum drohen im schlimmsten Fall Erfrierung und Überschwemmung, ganz zu schweigen von schlechtem Ernährungszustand aufgrund fehlender Nahrungsaufnahme.

## 2.5 Anatomie des weiblichen Genitales bei Reptilien

Der Aufbau der weiblichen Geschlechtsorgane soll hier nur in Kürze schematisch dargestellt werden. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass im Vergleich zur Artenvielfalt dieser großen zoologischen Gruppe nur wenige Spezies untersucht wurden, weshalb Generalisierungen zu vermeiden sind.

Die paarigen Ovarien unterliegen saisonalen Veränderungen, wobei sie kurz vor der Ovulation die größten Ausmaße annehmen. In der Regel sind sie bei Schildkröten symmetrisch angelegt, während bei Schuppenkriechtieren normalerweise das rechte Ovar größer ist als das linke (Fox, 1977). Auf die morphologischen und histologischen Verhältnisse der Eierstöcke bei Reptilien soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Die sich aus den Müllerschen Gängen entwickelnden Ovidukte sind paarig angelegt, wobei bei einzelnen Schuppenkriechtierarten die Rückbildung (Skink [*Lipinia rouxi*], Greer and Mys, 1987) bzw. das Verkümmern des linken Ovidukts trotz funktionsfähigem assoziiertem Ovar beobachtet wurde (Gekrönte Schwarzkopfschlange [*Tantilla coronata*], Aldridge, 1992). Die Unterteilung des Ovidukts bei Schildkröten in fünf Abschnitte beschrieb Giersberg nach histologischen Untersuchungen bereits 1921, was Palmer und Guillette 1988 bestätigten. Diese Anteile sind von proximal ausgehend: Das Infundibulum als dünne, fast durchsichtige, trichterförmige membranöse Struktur, anschließend der in Falten gelegte längste Teil, die Tuba uterina (glanduläre, Albumin-sezernierende Region), der kurze und enge Isthmus (aglanduläres Segment, intermediäre Region), der breite Uterus (Schalen-formierende Region) und die kurze, dickwandige Vagina (siehe **Abbildung 2-9**).



**Abbildung 2-9:** Morphologischer Aufbau des Ovidukts der Gopher-Schildkröte (*Gopher polyphemus*) mit repräsentativem histologischen Schnitt jedes Abschnitts: (A) kranialer Anteil des Infundibulums; (B) kaudaler Anteil des Infundibulums; (C) Tuba uterina; (D) Isthmus; (E) Uterus; (F) Vagina; Beschriftung der histologischen Schnitte: E = Endometrium, CM = zirkuläre Muskelschicht, LM = longitudinale Muskelschicht, M = Myometrium (aus Palmer und Guillette, 1988).

Bei Echsen und Schlangen werden häufig nur drei (Infundibulum, uterine Region, vaginale beziehungsweise cervicale Region; Fox, 1963; Cuellar, 1966; Lance, 1976) bzw. vier Abschnitte (Infundibulum und Tuba getrennt; Cuellar, 1979) beschrieben. Bei Krokodilen hingegen werden sowohl Infundibulum als auch Uterus jeweils in eine vordere und eine hintere Region eingeteilt (Palmer und Guillette, 1992).

Die beiden Vaginae münden schließlich getrennt oder zusammen in die Kloake (Fox, 1977).

## 2.6 Eibildung

Aus den bereits beschriebenen unterschiedlichen Ausprägungen von Eiform und Eiaufbau ergeben sich auch große Unterschiede bei der Eibildung im weiblichen Genitale. An dieser Stelle soll der Einfachheit halber zuerst die Bildung eines „klassischen“, dem Vogelei am ehesten vergleichbaren hartschaligen Reptilieneis (Inhalt bestehend aus

trennbarem Dotter und Eiklar, Schale bestehend aus Eischalenmembran und Kalkschale) beschrieben werden. Im Anschluss daran wird kurz auf die Abweichungen von dieser Form eingegangen.

Bei den meisten Reptilien liegt der Eibildung die simultane Ovulation aller Oozysten eines Geleges zugrunde, das im Anschluss – im Gegensatz zum Vogel – zusammen beschalt und auf einmal gelegt wird (z.B. Jones et al., 1979; Palmer et al., 1993).

Die Dotterbildung (Vitellogenese) beginnt mit der Bildung der Dotterkomponenten in der maternalen Leber. Der Dotter besteht hauptsächlich aus zwei Typen von Protein-Lipid-Komplexen: dem Vitellogenin und dem VLDL $\gamma$ . Beide Komplexe werden nach ihrer Synthese in der Leber in den Blutstrom sezerniert und zum Ovar transportiert. Dort werden sie mittels rezeptor-mediierter Endozytose in die Oozyste inkorporiert, was zu einem extremen Größenwachstum der Eizelle führt. Vitellogenin fungiert auch als Metallionen- und Phosphatquelle (Bindung multivalenter Metallionen an phosphorylierte Serinreste). Des Weiteren werden verschiedene vitaminbindende Proteine von der Oozyste aufgenommen. Die so entstandene reife Eizelle, der Dotter, ist eine der größten bekannten Einzelzellen (Speake und Thompson, 1999).

Bei der Ovulation migriert das eigentlich schlaffe, trichterförmige Infundibulum zum Ovar und umgibt die Oozyste (Cuellar, 1970). Das vorwiegend Zilienzellen-tragende Epithel sorgt für den Weitertransport nach distal. Palmer et al. (1993) beschrieben bei einer Echsenart, dass bereits im Infundibulum eine Schicht aus nicht näher untersuchtem Sekret den Dotter bedeckt habe, was die Autoren zu der Vermutung führte, die Eiklarbildung könne bereits direkt nach der Ovulation im Infundibulum beginnen. Als Hauptort für die Eiklarbildung wird allerdings die anschließende drüsenreiche Tuba uterina angesehen (Christiansen, 1973; Aitken und Solomon, 1976; Palmer and Guillette, 1988). Die Eiklarbildung ist bei allen Eiern gleichzeitig schon innerhalb kurzer Zeit nach der Ovulation abgeschlossen, bei der Ruineidechse (*Lacerta sicula*) beispielsweise circa zwölf Stunden post ovulationem (Botte et al., 1974). Der genaue Mechanismus der Eiklarbildung ist ebenso wie die Proteinzusammensetzung noch nicht bekannt. Von den vom Vogelei bekannten Komponenten (Canalbumin, Ovalbumin, Lysozym, Avidin) ist bisher nur das Avidin beim Reptilienei nachgewiesen (Botte et al., 1974; Palmer and Guillette, 1988).

Es wird außerdem spekuliert, wie das Protein für die gleichzeitige Eiklarproduktion mehrerer Eier bereit gestellt werden kann. Möglich sind eine Speicherung von Protein in den Mukosazellen oder eine schnelle Neusynthese. Gegen eine Speicherung in den Mukosazellen jedoch spricht, dass diese im histologischen Schnitt nach der Ovulation nicht niedriger sind als vorher (Guillette et al., 1989; Palmer und Guillette, 1990).

Beide Anteile der Eischale (Eischalenmembran und Kalkschale) werden bei Reptilien im Uterus gebildet (Aitken und Solomon, 1976; Palmer et al., 1993). Die Synthese der Eischalenmembran geschieht durch die endometrischen Drüsen im Uterus. Von den Drüsen werden Proteinfasern im Ganzen sezerniert, von innen nach außen am Ei immer dünner werdend (Palmer et al., 1993).

Der genaue Mechanismus der Kalkschalen-Formation wurde lange Zeit kritisch diskutiert und ist bisher noch nicht vollständig geklärt. Thompson et al. (2007) gelang jedoch der Nachweis von Kalzium-ATPase-Pumpen in den luminalen Uteruszellen mittels Immunfluoreszenz. Der Vorteil dieser Kalzium-Transportform ist sicherlich, dass die Aktivität der Pumpen in Zeiten der Kalkschalenbildung schnell hochreguliert werden kann, um dann sehr effektiv innerhalb kurzer Zeit große Mengen an Kalzium bereitzustellen. Eine geringe Beteiligung der vor diesem Nachweis diskutierten Möglichkeiten eines Kalziumtransports durch das Uterusepithel oder eines parazellulären Transports können nicht komplett ausgeschlossen werden (Guillette et al., 1989; Palmer et al., 1993; Girling, 2002). Mit großer Wahrscheinlichkeit aber spielen diese Formen – wenn überhaupt – nur eine untergeordnete Rolle. Allerdings wären zur Verifizierung der Kalzium-ATPase-Pumpen als einzigem Kalziumtransport-Mechanismus weitere Untersuchungen nötig, wie zum Beispiel die Lokalisation von Kalzium-bindendem Protein, das beim Huhn in Schalendrüsen und Uteruslumen vorhanden ist (Wasserman et al., 1991).

In Hinblick auf die Eischalenbildung ganzer Gelege stellten Palmer et al. (1993) die Frage, ob bei Gelegen mit mehr als einem Ei die Beschalung der einzelnen Eier nach und nach vorgenommen wird, also immer sobald ein weiteres Ei den Uterus erreicht, oder ob der Prozess erst „angeschaltet“ wird, wenn alle Eier im Uterus vorliegen. Hierzu fehlen bisher weitere Erkenntnisse.

Die fertigen Eier können über eine unterschiedliche Dauer im zervikalen Segment, das mit seiner starken Muskulatur einen Sphinkter bildet, zurückgehalten werden (Abrams Motz, 1988; Palmer und Guillette, 1988).

Die oben beschriebene einfachere Unterteilung des Ovidukts bei Squamaten lässt sich durch das Fehlen einer makroskopisch vom Eigelb trennbaren Eiklar-Komponente erklären. Allerdings wird auch diskutiert, ob bei nicht Eiklar-produzierenden Arten die Eimembranbildung bereits im Infundibulum stattfindet (Guillette et al., 1989).

## **2.7 Eiablage – Nestbeschaffenheit und Gelegebeschaffenheit**

### **2.7.1 Nestbeschaffenheit**

Fast alle oviparen Reptilien inkubieren ihre Eier in Nesthöhlen oder Hügelnestern. Eine Ausnahme bilden – wie bereits beschrieben (siehe **Kapitel 2.4.4**) – einige Gecko-Familien, die ihre hartschaligen Eier mehr oder weniger ungeschützt ablegen, indem sie sie einzeln oder paarweise an Äste oder Baumstämme kleben (Dunson, 1982).

Die Wahl eines geeigneten Inkubationsortes spielt gerade bei den Arten, die keine Brutpflege betreiben (siehe **Kapitel 2.7.3**), eine übergeordnete Rolle. So müssen Aspekte der Sicherheit genauso wie die Temperatur und Feuchtigkeit des Substrates beachtet werden. Wenn kein geeigneter Nistplatz zu finden ist, vor allem bei extremer Trockenheit, kann die Retention der Eier im Uterus die Folge sein (siehe **Kapitel 2.3.2**).<sup>6</sup>

Die Art des Nestbaus ist bei den Vertretern der Krokodile und Schildkröten relativ einheitlich, während bei der Klasse der Schuppenkriechtiere deutliche Unterschiede bei Eiablage und Nestbeschaffenheit feststellbar sind.

---

<sup>6</sup> Einige Schildkröten, Krokodile und Echsen haben anscheinend eine weitere Strategie entwickelt, den Feuchtigkeitsgehalt in der Nisthöhle hoch zu halten: Es wurde beobachtet, dass Weibchen nach der Eiablage in die Nisthöhle urinieren (Köhler, 2004).

Bei **Krokodilen** gibt es zwei verschiedene Arten von Nestern: Hügelnester oder Erdlöcher. Die meisten Krokodilspezies inkubieren ihre Eier in Hügelnestern aus Pflanzenteilen, Erde und Schlamm. Zwischen den Eiern entstehen nach der Eiablage Luftkammern, die meisten Eier haben Kontakt zum Substrat (Packard und Packard, 1988a). Durch Sonneneinstrahlung und Zersetzung beziehungsweise Gärung des Pflanzenmaterials entsteht eine gleichmäßig feuchte Wärme (32-34°C) (Ferguson und Joanen, 1982; Webb et al., 1977).<sup>7</sup> Das Australien-Krokodil (*Crocodylus johnsoni*), der einzige Vertreter der Krokodile, von dem in der vorliegenden Studie Eier untersucht wurden, inkubiert seine Eier – wie beispielsweise auch das Nilkrokodil (*Crocodylus niloticus*) und der Gangesgavial (*Gavialis gangeticus*) – in Erdlöchern (Köhler, 2004).

**Schildkröten** legen ihre Eier fast ausnahmslos in selbst gegrabene Höhlen. Das Substrat richtet sich nach dem natürlichen Lebensraum der Tiere und kann aus Sand, Lehm oder verrottetem Erdreich bestehen (Packard und Packard, 1988a). Mit Ausnahme der marinen Arten haben die Nesthöhlen bei den meisten Schildkröten eine Kolbenform, wobei der Hohlraum nicht vollständig gefüllt wird, weshalb in der Regel alle Eier in direktem Kontakt zum Substrat stehen. Die Angehörigen der aquatischen Schlangenhalschildkröten (*Chelidae*) und Schlammschildkröten (*Kinosternidae*) nehmen eine Ausnahmestellung ein. Sie graben keine Nesthöhlen, sondern legen Ihre Eier häufig nur auf die Erdoberfläche und bedecken sie anschließend mit einer Laubschicht (Packard und Packard, 1988a).

Bei den **Echsen** und **Schlangen** gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Eiablagestrategien. Während kleinwüchsige Echsen (zum Beispiel *Anolis*, Kleinteiiden [*Gymnophthalmidae*]) ihre Eier häufig nur sehr oberflächlich in der Erde vergraben oder sie unter Rindenstücke, Äste oder Steine legen, graben mittelgroße Arten (zum Beispiel Basilisken [*Basiliscus*]) meist kurze Gänge in die Erde in ungefähr 5-10 cm Tiefe. Bei großwüchsigen Arten, wie Waranen (*Varanidae*) oder Leguanen (*Iguanidae*), befinden

---

<sup>7</sup> Mangels direkter Sonneneinstrahlung hat der in den dichten Regenwäldern des Amazonas- und Orinokobeckens lebende Keilkopf-Glattstirnkaiman (*Paleosuchus trigonatus*) eine eigene Anpassungsstrategie zur Erwärmung seines Nestes gefunden: Wie Magnusson et al. (1985) beschrieben bauen die Weibchen dieser Art ihre Nester sehr nahe an Termitenbauten und nutzen so die Stoffwechselwärme der Insektenkolonie zur Bebrütung ihrer Nachkommen. Eine ähnliche Brutstrategie wurde beispielsweise auch bei der Schnappschildkröte (*Chelydra serpentina*) sowie bei einigen Echsen (z. B. Tejus [*Tupinambis spp.*]) und Schlangenspezies (z.B. Blindschlangen [*Typhlopidae*]) beobachtet. Diese Tiere legen ihre Eier meist direkt in Ameisen- und Termitennester (Köhler, 2004).



sich die Nestkammern häufig in 20-70 cm Tiefe, wo Umweltfaktoren wie die Temperatur relativ konstant sind (Köhler, 2004). Einige Arten, zum Beispiel Großleguane wie die Schwarzleguane (*Ctenosaura*) und die Grünen Leguane (*Iguana*), benutzen komplexe Höhlensysteme zur gemeinsamen Eiablage vieler Weibchen (Rand und Dugan, 1983). Da Schlangen keine Möglichkeiten des selbständigen Aushebens einer Nesthöhle haben, sind sie auf geeignete, schon bestehende Nistplätze angewiesen. So findet man Gelege kleiner Arten häufig in Rindenspalten (zum Beispiel Halsbandnatter [*Diadophis punctatus*]) oder unter Baumstämmen und Steinen, sogar die Eiablage ohne Substrat in von Insekten durchlöcherten Bambusrohren wird beschrieben (Köhler, 2004). Größere Nattern benutzen häufig Nagetierhöhlen für die Eiablage (zum Beispiel Gestreifte Peitschennatter [*Masticophis taeniatus*], Parker und Brown, 1972). In gemäßigten Klimazonen werden häufig Kompost- oder Misthaufen als Eiablageplatz benutzt, wobei durch Gärung und Zersetzungsprozesse des Pflanzenmaterials eine gleichmäßig feuchte Wärme entsteht (Köhler, 2004).

## 2.7.2 Eibeschaffenheit und Gelegegröße

Reptilieneier zeigen nicht nur in Eiaufbau und Eischalentyp sehr große Unterschiede, sondern auch in der Eigröße beziehungsweise –masse und –form.

So variiert das Gewicht von hartschaligen Eiern von 0,072 g bei einem Zwerggecko (*Lygodactylus klugei*; Vitt, 1986) bis zu 116 g beim Orinoko-Krokodil (*Crocodylus intermedius*; Thorbjarnarson und Hernández, 1983). Bei weichschaligen Eiern reicht die Gewichtsspanne der Eier von 0,105 g bei einer Skinkart (*Menetia greyii*; Thompson und Russel, 1998) bis zu über 300 g bei großen Pythonarten (Iverson und Ewert, 1991).

Doch die Eigröße zeigt nicht nur zwischen-, sondern auch innerartlich deutliche Schwankungen. Teilweise beträgt diese Schwankung bei der initialen Masse der Eier verschiedener Gelege aquatischer Schildkröten einer Art den Faktor 2 oder mehr (Booth, 2003). Diese Beobachtung spricht gegen die häufig diskutierte „Optimal-Egg-Size-Theory“ (Smith und Fretwell, 1974; Brockelman, 1975). Diese Theorie basiert auf der Annahme, dass eine optimale Eigröße für jedes Tier besteht, bei der sich der Nutzen großer und damit überlebensfähiger Schlüpflinge mit den Kosten des Verzichts auf eine

größere Anzahl von Nachkommen die Waage halten. Bei Echsen wird häufig beobachtet, dass ältere, schwerere Tiere eine im Verhältnis zur Körpermasse höhere Gesamtgelegemasse haben (Congdon und Gibbons, 1985). Diese kann entweder auf eine vermehrte Anzahl von gleich großen Eiern oder auf eine gleich bleibende Anzahl größerer Eier zurückzuführen sein. Bei den meisten Echsenpezies scheint die erstgenannte Beobachtung vorzuliegen, was für die Erfüllung der „Optimal-Egg-Size-Theory“ spricht (z.B. Carpenter, 1960; Newlin, 1977; Congdon et al., 1978). Bei vielen Schildkröten jedoch kann ein solcher Zusammenhang nicht gefunden werden. Die Langhals-Schmuckschildkröte (*Deirochelys reticularia*) beispielsweise legte laut einer Studie von Gibbons et al. (1982) in der Regel eher weniger größere Eier als größere Gelege mit kleineren Eiern.

Hier wird deutlich, dass Gelegegrößen ebenfalls eine große Variationsbreite aufweisen. Speziesspezifisch reichen sie von Ein-Ei-Gelegen bei einigen Geckoarten bis hin zu Gelegen mit mehr als hundert Eiern bei Meeresschildkröten (Thompson und Speake, 2004). Individuelle Variationen in den Gelegegrößen bei einzelnen Tieren einer Spezies können möglicherweise auch von klimatischen Bedingungen mitbeeinflusst werden (**siehe Kapitel 2.3.2**). Des Weiteren ergeben sich individuelle Unterschiede in der Gelegegröße je nach Alter, Größe und Kondition des Muttertieres (Köller, persönliche Mitteilung).

Die Form von Reptilieneiern variiert zum Teil beträchtlich. Die meisten Tiere legen „eiförmige“, also längliche Eier mit unterschiedlichem Grad der Elongation. Die weichschaligen Eier von Echsen und Schlangen zeigen in der Regel eine größere Elongation, wobei die Länge des Eis bis zum fünfzehnfachen der Breite betragen kann (Köhler, 2004). Hartschalige Geckoeier sind meist kugelförmig (Iverson und Ewert, 1991). Bei Schildkröten fällt auf, dass Spezies mit Gelegegrößen von mehr als 10 Eiern in der Regel runde, von weniger als 10 Eiern in der Regel längliche Eier legen. Die Eiform kann jedoch, ebenso wie die Eigröße, auch innerhalb eines Geleges stark variieren (Köhler, 2004).

### 2.7.3 Brutpflege

Bei **Schildkröten** endet die Sorge um die Nachkommenschaft fast immer mit der Wahl eines geeigneten Nestplatzes und der anschließenden Eiablage. Einzige bekannte Ausnahme bildet die Braune Hinterindische Landschildkröte (*Manouria emys*), die ihr Gelege über den gesamten Inkubationszeitraum bewacht und gegen mögliche Fressfeinde verteidigt (McKeown et al., 1982).

Bei vermutlich allen Krokodilarten, aber auch bei einigen Echsen- und Schlangenarten findet man Brutpflegemechanismen der unterschiedlichsten Art. Hier werden vom Bewachen des Geleges beziehungsweise des Eiablageplatzes über die Thermo- oder Hydroregulation bis hin zum Herauslesen unbefruchteter und verdorbener Eier sehr unterschiedliche, den einzelnen Arten eigene Strategien gesehen (z.B. Evans, 1959; Vitt und Cooper, 1985; Köhler, 2004).

Bei **Krokodilen** hält sich die Mutter die gesamte Inkubationsdauer hindurch in unmittelbarer Nähe des Nestes auf und attackiert – wenn nötig – potentielle Nesträuber. Beim Schlupf rufen die Jungtiere mit quakenden Lauten nach der Mutter, die daraufhin das Nest öffnet und die Jungen ins Wasser trägt. Die Jungtiere bleiben in der ersten Lebenswoche in der Gruppe zusammen, wobei sie von der Mutter verteidigt werden (Köhler, 2004).

In der großen Gruppe der **Echsen** gibt es die verschiedensten Anpassungen. Viele Tiere verbleiben nach der Eiablage einige Tage in der Nähe des Nestes beziehungsweise Geleges und verteidigen es gegen Feinde (z.B. Geckos; Köhler, 2004). Die Skinke der Gattung *Eumeces* gehen hier noch einen Schritt weiter. Die Weibchen graben sich bei der Eiablage in die Nesthöhlen, meist unter Wurzeln, mit ein. Durch dieses Verhalten wird einerseits die Luftfeuchtigkeit im Nest erhöht, andererseits können die Tiere aber auch Schäden an der Höhle sofort ausbessern. Die Brutpflege kann hier sogar so weit gehen, dass Weibchen, wenn die Verhältnisse im Nest durch vermehrte Feuchtigkeit oder Temperaturveränderungen für eine erfolgreiche Brut zu ungünstig werden, mit dem gesamten Gelege in eine neue Höhle umziehen (z.B. Evans, 1959; Vitt und Cooper, 1985; Somma und Fawcett, 1989).

Bei **Schlangen** zeigen manche Arten ebenfalls sehr intensive Brutpflege. Die Bambusotter (*Trimeresurus flavomaculatus halieus*) verbringt die ganze Inkubationsdauer um ihr Gelege gewunden (Klusmeyer und Fausten, 1994). Eine weitergehende Fürsorgestrategie sieht man beispielsweise bei der Grubenotter (*Calloselasma rhodostoma*): Durch Variation des Bedeckungsgrades der Eier durch ihren Körper reguliert das Muttertier die Luftfeuchtigkeit in der Nesthöhle, indem es die Eier bei hoher Feuchtigkeit nur wenig bedeckt, bei niedriger aber komplett auf ihnen liegt (York und Burghardt, 1988). Bei Pythons wird ein anderes Verhalten zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit beschrieben. Die Tiere befeuchten ihre Eier, indem sie nach einem Wasserbad Wassertropfen an ihren Eiern abstreifen. Zusätzlich zeigen diese Tiere auch ein thermoregulatives Verhalten. Die um das Gelege gewickelten Mütter tragen durch Muskelkontraktionen in kühleren Phasen aktiv zur Wärmeproduktion bei (Hutchison et al., 1996; Vinegar et al., 1970; Van Mierop und Barnard, 1978; Köhler, 2004).

## **2.8 Legenot-Erkrankung (Dystokie)**

Eine Legenoterkrankung oder Dystokie wird nur selten bei Reptilien unter natürlichen Lebensbedingungen beschrieben. Auch wenn in der freien Wildbahn nicht alle betroffenen Tiere erfasst werden können, kann man dennoch davon ausgehen, dass die Legenot-Erkrankung unter natürlichen Bedingungen wohl sehr selten auftritt. Nach einer Studie, an der sich mehrere Institutionen beteiligten, lag bei mehr als 1600 Tieren der Anteil von Tieren, die jährlich in menschlicher Obhut an Legenot erkrankten bei circa 10 % der gehaltenen Tiere (Lloyd, 1990).

Die möglichen Gründe für Legenot-Erkrankungen scheinen vielfältig zu sein, ausführliche wissenschaftliche Untersuchungen fehlen jedoch.

## 2.8.1 Obstruktive Dystokie

Bei Legenot-Erkrankungen unterscheidet man am besten zwischen einer obstruktiven und einer nicht-obstruktiven Dystokie. Die obstruktive Dystokie ist zurückzuführen auf eine anatomisch bedingte Unfähigkeit zur Eiablage. Dies kann entweder durch zu große oder deformierte Eier oder durch „anatomische Probleme“ der Mutter (deformiertes Becken, Umfangsvermehrungen im Abdomen wie beispielsweise Abszesse, Tumore, Blasensteine) bedingt sein. Des Weiteren können Komplikationen während der Eiablage bei unphysiologischen Eipositionen im Geburtskanal oder Frakturen von einzelnen Eiern beobachtet werden (Mader, 2006).

## 2.8.2 Nicht-obstruktive Dystokie

Die Ursachen für eine nicht-obstruktive Dystokie sind bei Reptilien wesentlich vielfältiger und weniger offensichtlich. Die Eier wirken normal formiert und normal groß, die Mutter zeigt keine anatomischen Auffälligkeiten.

### 2.8.2.1 Fehlen eines geeigneten Eiablageplatzes

Ein Grund für ein Zurückhalten der Eier bei Reptilien ist das Fehlen eines geeigneten Brutplatzes (Mader, 2006). Dies wird in gewissem Maße auch bei unter natürlichen Bedingungen lebenden Reptilien beobachtet. So wird beispielsweise bei trockener Umgebung die Eiablage solange zurückgehalten, bis sich die Nestbedingungen verbessert haben. Wenn dies nicht geschieht, kann eine Eiablage an ungeeigneten Standorten die Folge sein (siehe **Kapitel 2.3.2**).

Das Fehlen eines geeigneten Nistplatzes kann bei allen Reptilienordnungen eine Dystokie verursachen, bei in menschlicher Obhut gehaltenen Echsen scheinen die meisten Legenoterkrankungen hierauf zurückzuführen zu sein (Mader, 2006). Dabei ist das Aussehen eines geeigneten Eiablageplatzes vom Nistverhalten der jeweiligen Spezies abhängig. Beispielsweise bevorzugen Leguane häufig geschlossene Nestkammern,

während Chamäleons ihre Eier gerne in die Erde von Topfpflanzen ablegen (Mader, 2006).

### **2.8.2.2 Körperlicher Zustand des Muttertieres**

Der körperliche Zustand des Muttertieres ist ein entscheidender Faktor bei der physiologischen Eiablage. Sowohl Adipositas des Muttertiers als auch eine energetische Unterversorgung kann eine Legenot bedingen. So führt die mangelnde Bewegung von in Terrarien gehaltenen Tieren, die in noch größerem Maße bei übergewichtigen Tieren gesehen wird, zu einem generell schlechten Muskeltonus, der die physiologische Eiablage verhindern kann. Diese Theorie wird bei der überwiegenden Zahl von an Legenot erkrankten Schlangen angenommen. Hier zeigt sich häufig eine scheinbar physiologische Eiablage mit einer Retention der letzten ein bis zwei Eier ohne Anzeichen auf eine Obstruktion (Mader, 2006).

Auch eine massive Dehydratation der Tiere kann eine Dystokie auslösen (Mader, 2006).

### **2.8.2.3 Kalziummangel**

Sehr häufig wird ein Kalziummangel als Ursache für eine Legenoterkrankung vermutet. Dieser kann entweder primär durch mangelhafte Kalziumversorgung in der Diät, häufig verbunden mit einem ungünstigen Kalzium-Phosphor-Verhältnis, oder sekundär infolge eines Vitamin D-Mangels auftreten (Mader, 2006). Bei karnivoren Tieren tritt ein Kalziummangel in der Regel nicht auf, solange ganze Futtertiere verfüttert werden. Zu Mangelzuständen kann es jedoch kommen, wenn nur Muskelfleisch und Innereien verzehrt werden. Auch bei kleinen karnivoren Tieren, die entweder ausschließlich mit kalziumarmen neonatalen Futtertieren (Babymäuse, Ein-Tages-Küken) oder unsupplementierten Insekten gefüttert werden, können Kalziummangelzustände auftreten. Bei Herbivoren kann ein Kalziummangel aus einer Ration mit fehlender Supplementation und einem geringen Anteil an von Leguminosen stammendem Grünfutter entstehen (Mader, 2006).

Die Kalziumaufnahme kann durch einige andere Inhaltsstoffe der Ration vermindert werden. Oxalate hemmen die Kalzium-Absorption, indem sie es binden (Mc Williams, 2005). In fettreichen Diäten können Fett-Kalziumseifen im Verdauungstrakt entstehen, die die Kalziumaufnahme beeinflussen (Mc Williams, 2005).

Klinisch kann ein Kalziummangel durch die Stimulation von Parathormon und die darauf folgende Mobilisierung von Kalzium aus den Knochen zu Frakturen und Knochendeformationen infolge der Knochendemineralisation, zu unvollständig kalzifizierten Eiern oder bei einer klinischen Hypokalzämie zu Muskeltremor beziehungsweise –krämpfen führen (Mader, 2006).

Wie bereits beschrieben ovulieren Reptilien im Gegensatz zu Vögeln das gesamte Gelege auf einmal, später wird es auf einmal beschalt. Wie die Reptilien die großen zusätzlichen Mengen an Kalzium für die Eiproduktion in so kurzer Zeit bereitstellen können, ist noch nicht hinreichend bekannt. Schweitzer et al. (2007) diskutierten drei mögliche Quellen: endolymphatische Speicher (beispielsweise einiger Schuppenkriechtiere), medulläre Knochen ähnlich denen der Vögel und die einfache Mobilisation aus Strukturknochen.

Endolymphatische Kalziumspeicher (Kalziumsäckchen) können bei einigen Vertretern der Eigentlichen Geckos (*Gekkoninae*), der Kugelfingergeckos (*Sphaerodactylinae*) und einigen Leguanartigen (z.B. verschiedene Anolen [*Anolis*], Ceylon-Taubagame [*Cophotis ceylanica*]) beobachtet werden. Das endolymphatische System besteht aus bilateral ausgebildeten Säckchen im Innenohr mit Verbindung zu ausgeprägten Säcken zwischen den Meningen, teilweise auch ausgedehnt auf extrakranielle Anteile dorsal der Zervikalmuskulatur. Die Kalziumsäckchen sind mit Kalziumkarbonat gefüllt (Bauer, 1989). Eine Funktion dieser anatomischen Struktur als Kalziumspeicher für die Reproduktion wird durch die Beobachtung zahlreicher Studien bekräftigt, die zeigten, dass die Größe der Säckchen abhängig vom Reproduktionsstatus der Weibchen variiert (z.B. Bustard, 1968; Bauer, 1989).

Anders als bei Vögeln wurde bei Reptilien bisher kein medullärer Knochen als schnell zugänglicher Kalziumspeicher nachgewiesen. Vielmehr scheint bei Reptilien das Kalzium direkt aus nicht modifizierten langen Röhrenknochen resorbiert zu werden, was durch vielfältige Untersuchungen an in menschlicher Obhut und in freier Wildbahn lebenden Krokodilen untermauert wurde (Elsey und Wink, 1986; Wink und Elsey, 1986;

Wink et al., 1987; Schweitzer et al., 2007). Bei der Gewöhnlichen Moschusschildkröte (*Sternotherus odoratus*) verändert sich die Knochendichte saisonal in Zusammenhang mit der Eiproduktion (Edgren, 1960). Bei Rotwangen-Schmuckschildkröten (*Trachemys scripta elegans*) beschrieb Suzuki (1963) eine sehr dünne Kortikalis in femoralen Röhrenknochen weiblicher Tiere, die eine „osteoporotische Erscheinung“ aufwiesen und als Folge der Kalziummobilisierung angesehen wurde.

#### **2.8.2.4 Andere potentielle Einflussfaktoren einer Legenot-Erkrankung**

Auffallend häufig werden Legenot-Erkrankungen bei erstlegenden Schuppenkriechtieren beobachtet. Auch Tiere mit vorangegangener Dystokie scheinen bei einer nachfolgenden Trächtigkeit ein höheres Risiko zu tragen (Mader, 2006).

Die mit einer Legenot-Erkrankung assoziierten Eier können häufig nicht erfolgreich bebrütet werden. Auch unbefruchtete Gelege werden häufig bei an Legenot erkrankten Tieren beobachtet.<sup>8</sup>

Außerdem wurden bei Untersuchungen von aus einer Legenoterkrankung stammenden Eiern häufig Mikroorganismen auf der Schale nachgewiesen. Bei mit Legenot assoziierten Infektionen des Geschlechtstrakts ist jedoch nicht eindeutig festzustellen, ob es sich hierbei um eine ursächliche Infektion oder eine Folge der Legenoterkrankung handelt (Mader, 2006).

---

<sup>8</sup> Bei vielen Reptilienspezies aller Ordnungen werden Eibildung beziehungsweise –ablage auch ohne die Anwesenheit von männlichen Tieren beobachtet. Häufig handelt es sich bei solchen Gelegen um nicht befruchtete Eier (Mader, 2006). Es wurde jedoch auch die Speicherung von Spermien über einen Zeitraum von bis zu 488 Tagen beobachtet (Brauen-Glattstirn-Kaiman [*Palaeosuchus palpebrosus*]; Sever und Hamlett, 2002).



## **3 Eigene Untersuchungen**

### **3.1 Studienziel**

Ziel dieser Studie ist es, aufbauend auf den durchgeführten Inhaltsstoffanalysen Gehaltszahlen einer Reihe von Reptilieneiern verschiedener Spezies zur Verfügung zu stellen, die für die faktorielle Bedarfskalkulation der Fütterung weiblicher Reptilien während der Eibildung verwendet werden können. Am Beispiel der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) soll durch die Kalkulation von Energie-, Protein- und Mineralstoffabgabe über das Ei (Nettobedarf) sowie des Bruttobedarfs an Kalzium, Phosphor und Magnesium während der Legeperiode erstmals eine faktorielle Bedarfskalkulation bei einer Reptilienspezies durchgeführt werden. Zudem sollen durch den Vergleich von physiologisch gelegten Eiern gesunder Tiere mit Eiern an Legenot erkrankter Tiere Unterschiede herausgearbeitet und ernährungsbedingte Ursachen dieser Erkrankung diskutiert werden.

### **3.2 Material und Methoden**

#### **3.2.1 Untersuchungsmaterial**

##### **3.2.1.1 Eier aus physiologischer Eiablage**

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 446 physiologisch gelegte Eier vorberichtlich gesunder Tiere von 27 verschiedenen Reptilienspezies untersucht. Die 251 Schildkröteneier (Ordnung *Testudinides*) verteilten sich auf 6 Landschildkrötenspezies (158 Eier) und 7 Sumpfschildkrötenspezies (93 Eier). Von Schuppenkriechtieren (Ordnung *Squamata*) wurden 195 Eier analysiert, davon 71 Eier von 5 Schlangenspezies und 124 Eier von 5 Echsenpezies. Die restlichen 2 Eier stammten vom Australien-Krokodil (Ordnung *Crocodylia*).

Die Proben wurden von zoologischen Einrichtungen, Tierärzten und privaten Tierhaltern zur Verfügung gestellt. Hierbei handelte es sich zum Teil um ganze Gelege, zum Teil um

einzelne Eier eines Geleges, die entweder nicht inkubiert werden sollten oder als unbefruchtet nicht zur Inkubation geeignet waren.

Die Eier wurden nach zoologischen Gesichtspunkten sowie aufgrund der Vergleichbarkeit der Analyse-Ergebnisse in Gruppen zusammengefasst.

Die Schildkröten (Ordnung *Testudines*) wurden in 3 Analyse-Gruppen eingeteilt: die Landschildkröten (*Testudinidae*), die Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) und die Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*; siehe **Tabelle 3-1**).

**Tabelle 3-1:** Übersicht über die untersuchten Eier verschiedener Schildkröten (*Testudines*)

Gattung	Spezies	Trivialname	Anzahl Eier	Anzahl Gelege
<b>Landschildkröten (<i>Testudinidae</i>)</b>				
<i>Testudo</i>	<i>Testudo hermanni</i>	Griechische Landschildkröte	82	18
	<i>Testudo graeca</i>	Maurische Landschildkröte	30	6
	<i>Testudo marginata</i>	Breitrandschildkröte	15	3
	<i>Testudo kleinmanni</i>	Ägyptische Landschildkröte	3	1
	<i>Testudo horsfieldii</i>	Russische Landschildkröte	3	1
<i>Geochelone</i>	<i>Geochelone sulcata</i>	Spornschildkröte	25	1
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten (<i>Geoemydidae</i>)</b>				
<i>Rhinoclemmys</i>	<i>Rhinoclemmys pulcherrima rogerbarbouri</i>	Sonora-Prachterdschildkröte	3	2
	<i>Rhinoclemmys pulcherrima manni</i>	Costa-Rica-Prachterdschildkröte	1	1
	<i>Rhinoclemmys aerolata</i>	Gefurchte Erdschildkröte	3	1
	<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	Südamerikanische Erdschildkröte	1	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten (<i>Emydidae</i>)</b>				
<i>Trachemys</i>	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Rotwangen-Schmuckschildkröte	63	7
	<i>Trachemys scripta scripta</i>	Gelbwangen-Schmuckschildkröte	7	1
<i>Pseudemys</i>	<i>Pseudemys spp.</i>	Echte Schmuckschildkröten	15	3

Bei den Schuppenkriechtieren (Ordnung *Squamata*) standen von allen untersuchten Spezies außer der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) nur wenige Einzeleier eines Geleges zur Untersuchung zur Verfügung. Bei der Laboruntersuchung der Eier wurde deutlich, dass die Eier der verschiedenen Schlangenspezies aufgrund sehr stark differierender Ergebnisse nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden konnten. Deshalb werden bei den Schlangenspezies allein die Ergebnisse der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) ausführlich diskutiert, die Ergebnisse der anderen Eier werden zum Vergleich in einem gesonderten Kapitel kurz dargestellt.

Bei den untersuchten Echseneiern (*Lacertilia*) bildeten nur die Eier der Bartagame (*Pogona vitticeps*) eine aussagekräftige Gruppe, deren Analyseergebnisse ausführlich dargestellt werden sollen. Die Verteilung der untersuchten Eier verschiedener Schuppenkriechtiere ist **Tabelle 3-2** zu entnehmen.

Bei den Eiern des Grünen Leguans (*Iguana iguana*) führte die Säuberung der amorphen Eischale zu einem sehr großen Substanzverlust, da sich Teile der Kalkschale von der Eischalenmembran trennten. Daher wurde bei diesen Eiern auf die Untersuchung der Eischale verzichtet.

**Tabelle 3-2:** Übersicht über die untersuchten Eier verschiedener Schuppenkriechtiere (*Squamata*)

<b>Familie</b>	<b>Spezies</b>	<b>Trivialname</b>	<b>Anzahl Eier</b>	<b>Anzahl Gelege</b>
<b>Schlangen – Serpentes</b>				
<i>Colubridae</i>	<i>Pantherophis guttatus</i>	Kornnatter	47	6
	<i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i>	Rote Königsnatter od. Dreiecksnatter	6	1
	<i>Gonyosoma oxycephala</i>	Spitzkopfnatter	3	1
<i>Elapidae</i>	<i>Naja mossambica</i>	Rote Speikobra	14	1
<i>Boidae</i>	<i>Python regius</i>	Königspython	1	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>				
<i>Agamidae</i>	<i>Pogona vitticeps</i>	Bartagame	87	6
<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>	Grüner Leguan	29	1
	<i>Sauromalus sp.</i>	Chuckwalla	4	1
	<i>Cyclura cornuta</i>	Nashornleguan	2	1
<i>Varanidae</i>	<i>Varanus cumingi</i>	Bindenwaran	2	1

### 3.2.1.2 Eier von an Legenot erkrankten Tieren

Zusätzlich untersucht wurden 98 Eier, die von an Legenot erkrankten Tieren zweier Schildkröten- und zweier Schuppenkriechtierarten stammten (siehe **Tabelle 3-3**).

**Tabelle 3-3:** Übersicht über die untersuchten Eier an Legenot erkrankter Tiere

Familie	Spezies	Schalentyp	Anzahl Eier	Anzahl Gelege
<b>Schildkröten</b>				
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	hart	28	11
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	flexibel	5	1
<b>Schuppenkriechtiere</b>				
Nattern ( <i>Colubridae</i> )	Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	10	2
Agamen ( <i>Agamidae</i> )	Zwergbartagame ( <i>Pogona henrylawsoni</i> )	weich	55	3

## 3.2.2 Vorbereitung des Untersuchungsmaterials

### 3.2.2.1 Anlieferung der Proben

Die Proben wurden gekühlt oder tiefgefroren zum Untersucher transportiert. Sie waren entweder in Inkubationsmaterial eingebettet oder mit feuchten Tüchern gepolstert. Im Institut wurden sie schnellstmöglich getrennt, gewogen und bis zur weiteren Untersuchung bei einer Temperatur von -18° C tiefgefroren.

### 3.2.2.2 Trennung der Eier in Schale und Inhalt

Vor der Trennung wurden die Eier mit feuchten Zellstoff-Tüchern oberflächlich von Grobschmutz gereinigt. Anschließend wurde bei den hartschaligen Eiern mit Hilfe eines Spatels eine Bruchkante provoziert, an der die Schale mit einer Nagelschere weiter eröffnet werden konnte. Bei den weich- und flexibelschaligen Eiern konnte die Schale

ausschließlich mit Hilfe einer Nagelschere eröffnet werden. Bei 86 Schildkröteneiern sowie den beiden Eiern des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) wurde der Dotter vom Eiklar getrennt (siehe **Tabelle 3-4**). Ansonsten wurden Eigelb und Eiklar zusammen als Eihalt gewonnen. Die Eischalen wurden mit trockenen Zellstoff-Tüchern trockengetupft. Die auf diese Weise gewonnenen Proben wurden gewogen und das Verhältnis von Schale zu Inhalt wurde errechnet. Im Anschluss daran wurden sämtliche Proben wieder bei -18° C tiefgefroren.

**Tabelle 3-4:** Übersicht über die Eier, deren Inhalt in Eigelb und Eiklar getrennt wurde

<b>Familie</b>	<b>Spezies</b>	<b>Anzahl</b>
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	32
	Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	11
	Ägyptische Landschildkröte ( <i>Testudo kleinmanni</i> )	3
	Russische Landschildkröte ( <i>Testudo horsfieldii</i> )	2
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	30
	Echte Zierschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	1
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	Amerikanische Erdschildkröten ( <i>Rhinoclemmys spp.</i> )	5
Krokodile ( <i>Crocodylidae</i> )	Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	2

### 3.2.2.3 Trocknung

Die tiefgefrorenen Proben wurden in Plastischälchen in einem Lyophilisator (Christ Gamma 1-20®, Christ, Osterode am Harz, Deutschland) gefriergetrocknet. Bei der Gefrierdrying wird den Proben in einem Unterdrucksystem das Wasser mittels Sublimation entzogen, das heißt, während des gesamten Trocknungsvorgangs geht das Wasser nicht mehr den flüssigen Aggregatzustand ein, sondern geht direkt von Eis in Dampf über. Da es bei proteinreichen Proben häufig zu starker Blasenbildung kommt, wurden die Eihalte zur Trocknung in Gefäße mit stark durchlöchernten Deckeln

verbracht, um einen Substanzverlust zu verhindern. Im Anschluss an den Trocknungsvorgang (ca. 72 Stunden) wurden die Proben ausgewogen und wieder in den Tiefkühlraum bei -18° C verbracht. Aus dem Gewicht der Proben vor der Trocknung und nach der Trocknung wurde die Trockensubstanz ermittelt.

Vor jeder Analyse wurden die Proben nochmals für eine Stunde bei 103°C nachgetrocknet und anschließend in einen Exsikkator verbracht.

#### **3.2.2.4 Zerkleinerung und Homogenisierung**

Vor den jeweiligen Analysen wurden die getrockneten Proben zerkleinert bzw. homogenisiert.

Die harten und pergamentartigen Schalen der verschiedenen Schildkrötenspezies, sowie die harten Schalen des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) wurden mit Reibschale und Pistill zu einem homogenen Pulver zerrieben. Aus den weichen Schalen der Schuppenkriechtiereier konnten zum Teil aufgrund der geringen Masse der einzelnen Eischalen nur Einzelparameter bestimmt werden. Für die Veraschung im Muffelofen sowie den Aufschluss in der Mikrowelle zur Mineralstoffbestimmung war eine weitere Zerkleinerung dieser Proben nicht nötig. Zur Bestimmung von Fett und Protein wurden diese Schalen mittels einer Nagelschere in kleinere Streifen geschnitten.

Bei den Eiern von vier Vertretern der Schuppenkriechtiere war die Bestimmung mehrerer Parameter aus einer Schale möglich (Königspython [*Python regius*], Spitzkopfnatter [*Gonyosoma oxycephala*], Bindenwaran [*Varanus cumingi*], Nashornleguan [*Cyclura cornuta*]). Diese Schalen wurden mittels des Dispergierers Ultra Turrax T25 (Janke & Kunkel GmbH & Co. KG / IKA Labortechnik, Staufen, Deutschland) zerhäckselt.

Die Eihalte wurden mittels Mörser und Stößel zu einer homogenen Masse vermischt.

#### **3.2.2.5 Probenmenge**

Aufgrund der teilweise sehr geringen Probenmengen wurden einzelne Schalen und Inhalte von Eiern derselben Gelege gepoolt. Die genauen Angaben hierzu sind den Ergebnislisten in **Anhang 3-6** zu entnehmen.

### 3.2.3 Prüfparameter

Aufgrund der teilweise geringen Probenmengen konnte leider nicht bei jeder Probe eine Gesamtanalyse aller Prüfparameter vorgenommen werden. Bei der Verteilung der Prüfparameter auf unterschiedliche Proben wurde innerhalb der einzelnen Probengruppen auf eine gleichmäßige Verteilung innerhalb der Gelege geachtet (siehe Ergebnislisten in **Anhang 3 - 6**).

#### 3.2.3.1 Rohnährstoffe

- Trockensubstanz (TS)
- Rohprotein (Rp)
- Rohfett (Rfe)
- Rohasche (Ra)

#### 3.2.3.2 Mengenelemente

- Kalzium (Ca)
- Phosphor (P)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Magnesium (Mg)
- Kalzium-Phosphor-Verhältnis

Die Messung von Magnesium musste aufgrund der geringen Probenmenge bei den weichen Eischalen dreier Schlangenspezies (Rote Speikobra [*Naja mossambica*], Rote Königsnatter [*Lampropeltis triangulum sinaloae*], Königspython [*Python regius*]), sowie den flexiblen Eischalen der Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*) entfallen.

### **3.2.3.3 Spurenelemente**

- Eisen (Fe)
- Kupfer (Cu)
- Zink (Zn)
- Selen (Se)
- Mangan (Mn)

Bei einigen Eischalen war die Analyse aller Spurenelemente aufgrund der geringen Probenmenge nicht möglich. Bei der Auswahl der Prüfparameter der Schlangeneischalen wurde das Hauptaugenmerk auf mögliche Ursachen der Legenot-Erkrankung gelegt, um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen der physiologisch gelegten Eier und der Eier an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) zu gewährleisten. Hier wurden Kupfer, Mangan und Selen bestimmt. Aus den Eischalen der Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*) wurden, da diese Parameter bei den Untersuchungen der anderen flexibelschaligen Eier am auffälligsten waren, Selen, Zink und Kupfer gemessen.

### **3.2.3.4 Brennwert**

Die Bestimmung des Brennwertes wurde an einzelnen Proben des Eiinhalts von Eiern der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) vorgenommen.

## **3.2.4 Analysemethoden**

### **3.2.4.1 Rohnährstoffbestimmung**

#### **3.2.4.1.1 Trockensubstanz (TS)**

Als Trockensubstanz wird die Differenz aus Ausgangsgewicht des Probenmaterials (Einwaage) und Endgewicht nach der Trocknung (Auswaage) bezeichnet. Aufgrund des geringen Gewichts der einzelnen Proben erfolgte die Bestimmung der Trockensubstanz jeweils aus der ganzen Probe nach der Trocknung im Lyophilisator. Alle weiteren



Laboranalysen wurden aus dem getrockneten Probenmaterial vorgenommen. Die Proben wurden nach der Trocknung bis zur weiteren Untersuchung wieder tiefgefroren. Vor der weiteren Analyse wurden sie zerkleinert, erneut für circa 1 Stunde im Trockenschrank bei 103° C nachgetrocknet und anschließend in einen Exsikkator verbracht.

Die Trockensubstanz dient im Folgenden als Bezugspunkt für sämtliche weitere Nährstoffanalysen.

Berechnung:

$$\text{TS [\%]} = \frac{\text{Auswaage [g]} * 100}{\text{Einwaage [g]}}$$

#### **3.2.4.1.2 Rohasche (Ra)**

Zur Bestimmung der Rohasche wurden die Proben (je nach Probenmenge 0,2 bis 0,6 g getrockneter Probe) in vorher ausgeglühte Porzellantiegel (600° C für ca. 1 h) eingewogen. Anschließend wurden sie im Muffelofen Thermicon P<sup>®</sup> (Heraeus Instruments, Hanau, Deutschland) oder Controller P320<sup>®</sup> (Nabertherm, Lilienthal, Deutschland) bei 600° C bis zur Gewichtskonstanz verascht und zuletzt ausgewogen. Es ist zu beachten, dass bei Temperaturen von 600 ° C Kalziumkarbonat der Eischale decarboxyliert.

Berechnung:

$$\text{Ra [\%]} = \frac{\text{Auswaage [g]} * 100}{\text{Einwaage [g]}}$$

### 3.2.4.1.3 Rohprotein (Rp)

Die Rohproteinbestimmung erfolgte nach dem Verfahren nach Kjeldahl.

Das Verfahren beruht auf dem Nachweis von Stickstoff und der anschließenden faktoriellen Bestimmung des Proteingehalts ausgehend vom durchschnittlichen Stickstoffanteil im Eiweißmolekül.

Im Digestor 2020<sup>®</sup> (Foss, Hamburg, Deutschland) wird eine genau gewogene Probenmenge (hier je nach Probenmenge 0,15 bis 0,5g getrockneter Probe) mit Schwefelsäure (96 %ig) unter Zugabe einer Tablette Kjeltab<sup>®</sup> Cu/3,5 (3,5g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,4g CuSO<sub>4</sub> x 5 H<sub>2</sub>O) als Katalysator aufgeschlossen. Hierbei werden die organischen Bestandteile der Probe zerstört, der Stickstoff der Probe wird in Ammoniumsulfat oxidiert. Durch Zugabe von Natriumhydroxid (32%ig) wird Ammoniak freigesetzt, der bei der nachfolgenden Destillation in 1%ige Borsäure eingeleitet wird. Es entsteht Ammoniumborat, das mit Salzsäure (0,2N) bis zum Farbumschlag titriert wird. Der Verbrauch der Salzsäure ist der NH<sub>3</sub>-Menge äquivalent. Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes und die anschließende Berechnung des Proteingehalts erfolgte maschinell mit Hilfe des Kjeltac<sup>™</sup> 2400<sup>®</sup> (Foss, Hamburg, Deutschland).

Berechnung:

$$\text{Rp [\%]} = \frac{\text{HCl- Verbrauch [ml]} * (\text{N} * 6,25)}{\text{Einwaage [g]}}$$

### 3.2.4.1.4 Rohfett (Rfe)

Die Rohfettbestimmung erfolgte nach einem Säureaufschluss als Extraktion in einer Soxhlet-Apparatur (modifiziert nach der amtlichen Methode nach Richtlinie 84/4/EWG vom 20.12.1983).

Beim Säureaufschluss wird circa 1g homogenisierte Probe mit Salzsäure (3-molar) aufgeschlossen und das Gesamtfett (freies und gebundenes Fett) durch Filtration abgetrennt, hier automatisiert durchgeführt mit Hilfe des SoxCap<sup>™</sup> 2047 in Verbindung

mit der Heizplatte Foss Tecator 2022 Hot Plate (beides Foss, Hamburg, Deutschland). Die Proben kochen eine Stunde lang in der Salzsäure, anschließend wird der Filtrierückstand mit Wasser drei Mal neutral gewaschen und über Nacht im Trockenschrank bei 103° C getrocknet.

Im zweiten Schritt werden die Filterhülsen in einen Soxleth-Extraktor (Soxtec™ 2050, Auto Extraction Unit, Foss, Hamburg, Deutschland) verbracht. In einer Aluminiumhülse unterhalb der Filterhülse wird Petroläther als Lösungsmittel verdampft, steigt im Dampfrohr auf, kondensiert in einem Rückflusskühler und gelangt so zurück in die Extraktionshülse. Dieser Vorgang wiederholt sich einige Male, wobei nach und nach das Fett aus der Probe extrahiert wird. Das Fett sammelt sich mit dem Lösungsmittel in den Aluminiumhülsen an, das Lösungsmittel kann im Anschluss abdestilliert werden, wobei in den Hülsen das reine extrahierte Fett zurückbleibt. Nach Ablauf des Extraktionsprogramms werden die Petroläther-Reste im Aluminiumbecher bei 103° C im Trockenschrank circa 20 Minuten verdampft, das übrigbleibende Fett kann nach dem Abkühlen ausgewogen werden.

Berechnung:

$$R_{fe} [\%] = \frac{\text{Auswaage [g]} * 100}{\text{Einwaage [g]}}$$

Wegen sehr hoher nFE-Gehalte im Eihalt wurde nachträglich in Einzelfällen eine Fettbestimmung nach Bligh und Dyer (1959) durchgeführt, mit der auch stark emulgierte Fette erfasst werden sollten.

Diese Methode basiert auf einer Fettextraktion mittels eines Chloroform-Methanol-Gemisches. Dabei entsteht im optimalen Verhältnis des Chloroform-Methanol-Gemisches zum Wassergehalt einer Probe eine monophasische Lösung, die in einem zweiten Schritt durch Lösung mit Wasser und/oder Chloroform in ein biphasisches System getrennt werden kann, wobei die Chloroform-Phase alle Lipide und die wässrige Phase alle Nicht-Lipide beinhaltet.

Für die Messung werden Proben mit einem Wassergehalt von 80 % benötigt, das Mischverhältnis von Chloroform zu Methanol liegt bei 2:1. Die vorher getrockneten

Proben wurden für die Messung mit Reinstwasser bis zum Erhalt des gewünschten Wassergehaltes rehydriert.

#### **3.2.4.1.5 Berechnung des NfE-Gehalts**

Die Berechnung des NfE-Gehalts entfiel bei den Eischalenproben, da infolge der Dekarboxylierung von Kalziumkarbonat bei der Veraschung bei 600° C der Gehalt an verflüchtigtem Kohlenstoffdioxid aufgrund fehlender Angaben zum genauen Kalkschalenaufbau nicht ermittelt werden konnte.

Der NfE-Gehalt im Eiinhalt wurde aus Rohprotein-, Rohfett- und Rohaschegehalt der Trockensubstanz berechnet.

Berechnung:

$$\text{NfE [\%]} = \text{TS} - \text{Rp [\%]} - \text{Rfe [\%]} - \text{Ra [\%]}$$

$$\text{Angenommener Lipidgehalt [\%]} = \text{Rfe [\%]} + \text{NfE [\%]}$$

#### **3.2.4.2 Mineralstoffbestimmung**

##### **3.2.4.2.1 Probenvorbereitung mittels Mikrowellenaufschluss**

Zur Mineralstoff- und Spurenelement-Analyse müssen die Proben in Lösung überführt werden, in dieser Studie mittels Mikrowellenaufschluss. Dabei werden die Proben unter einem erhöhten atmosphärischen Druck in konzentrierter Salpetersäure gekocht, dadurch aufgeschlossen und in Lösung gebracht. Da im geschlossenen System gearbeitet wird, können flüchtige Verbindungen nicht entweichen.

Etwa 0,5 g getrocknete Probe wurde in Quarzgläschen eingewogen, anschließend wurden 5 ml HNO<sub>3</sub> (37 %, rauchend) hinzugegeben. Die Gläschen wurden daraufhin in Druckkammern aus Teflon eingesetzt, in die zusätzlich 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30 %) und 5 ml Reinstwasser einpipettiert wurden. Die geschlossenen Teflongefäße wurden im Anschluss im Mikrowellensystem mls-Ethos 1600 (MLS GmbH, Leutkirch, Deutschland)

50 Minuten auf 170° C erhitzt und dann 20 Minuten bei dieser Temperatur gekocht. Nach Abkühlen auf unter 50° C wurden die Proben als aufgeschlossene, flüssige Lösungen in Reagenzröhrchen um- und mit Reinstwasser auf 10 ml aufgefüllt. Die entstandene Lösung wurde für die weiteren Untersuchungen als Stammlösung verwendet, wenn nötig wurden Verdünnungsreihen angefertigt.

### 3.2.4.2.2 Kalzium (Ca), Natrium (Na), Kalium (K)

Die Messung von Kalzium, Natrium und Kalium erfolgte mittels Atomemissionspektrometrie mit Flammen.

Hierbei wird im Flammenphotometer Eppendorf EFOX 5053<sup>®</sup> (Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland) die Lösung angesaugt und durch einen Zerstäuber mittels Druckluft fein verteilt. Diese Luft-Lösung (Aerosol) wird mit Brenngas (Acetylen) gemischt und in die Flamme injiziert. Dabei entsteht durch die Anregung von Atomen ein Aufleuchten der Flamme. Je mehr Atome vorhanden sind, desto stärker ist die ausgestrahlte Lichtmenge, so dass aus der Messung der Lichtintensität auf die Konzentration eines Elementes in den Proben geschlossen werden kann.

Es wurden ca. 0,2 ml Probenlösung (bei Eischalen zur Kalziumbestimmung 1000-fache Verdünnung, ansonsten direkt aus Stammlösung mit 10-facher Verdünnung) benötigt.

Berechnung:

$$\text{Ca/Na/K [g/kg]} = \frac{\text{molekulare Masse[g/mol]} * \text{Messwert[mmol/l]} * \text{Verdünnung [10 ml]}}{1000 * \text{Einwaage [g]}}$$

Molare Masse von : Ca = 40,08 [g/mol]

Na = 22,99 [g/mol]

K = 39,10 [g/mol]

### 3.2.4.2.3 Phosphor (P)

Die Phosphorbestimmung erfolgte kalorimetrisch mit Hilfe des Photometrischen Messens von Spektralfarben (Methode nach Gericke und Kurmies, 1952).

Bei der Phosphormessung wird einer Phosphorsäure enthaltenden, salpetersauren Lösung in Kälte Ammoniummolybdat und Ammoniumvanadat hinzugegeben, worauf ein orangegelb gefärbter Komplex entsteht, dessen Intensität der Phosphorsäuremenge entspricht. Diese Färbung kann als Extinktion bei 366 nm im Photometer gemessen werden.

Die Messung erfolgte im Spektralphotometer Genesys™ 10 UV (Thermo Spectronic; Rochester, USA). Zur Probenvorbereitung wurden 0,05 ml der Proben-Stammlösung (bzw. bei Einhalten eine Verdünnungslösung 1:100) zusammen mit je 1 ml Trichloressigsäure, Molybdat- und Vanadat-Lösung in ein Polypropylen-Röhrchen einpipettiert. Die gut durchmischte Lösung wurde nach einer Ruhephase von 12 bis 30 Minuten in Messküvetten umgefüllt, um anschließend bei 366 nm im Photometer gemessen zu werden. Ein Nullwert zur Berechnung des Messwerts (1 ml Trichloressigsäure + 1 ml Molybdat-Lösung + 1 ml Vanadat-Lösung) sowie ein Standardwert mit definierter Phosphormenge wurden zeitgleich gemessen.

Berechnung:

$$P \text{ [g/kg]} = \frac{\text{Messwert [mmol/l]} * 10,5 * \text{Verdünnung [10 ml]}}{\text{Standard} * 100 * \text{Einwaage [g]}}$$

### 3.2.4.2.4 Kupfer (Cu), Zink (Zn), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Magnesium (Mg)

Die Messung von Kupfer, Zink, Eisen, Mangan und Magnesium erfolgte durch Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie.

Eine Lichtquelle emittiert Licht verschiedener Wellenlängen mit einer bestimmten Intensität. Im Strahlengang befindet sich eine Atomisierungseinheit, in der die Bestandteile der zu untersuchenden Probe durch Zerstäuben in eine Flamme atomisiert,

also in einzelne, anregbare Atome überführt werden. Der Lichtstrahl wird durch die Atomwolke unterschiedlich stark abgeschwächt (Absorption), was hinter der Atomisierungseinheit gemessen und mit der Intensität des ungeschwächten Lichts verglichen wird.

Für die Untersuchung wurde das Atomabsorptions-Spektralphotometer A Analyst 800 (Perkin Elmer, Shelton, USA) verwendet. Die Erstellung einer Eichkurve erfolgte mit für jedes Element spezifischem Standard (in Wasser gelöst, mit Salpetersäure angesäuert).

Es wurde mit folgenden Wellenlängen und Standards gearbeitet:

Verwendete Wellenlänge (nm)	Verwendete Standards:
Cu: 324,8	Kupfer (II)-nitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Zn: 213,9	Zinknitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Fe: 248,3	Eisen (III)-nitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Mn: 279,5	Mangan (II)-nitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Mg: 285,2	Magnesiumnitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l

#### **3.2.4.2.5 Selen (Se)**

Die Selenbestimmung erfolgte durch Atomabsorptions-Spektralphotometrie im Hydrid-System.

Dazu wird das nachzuweisende Selen in den Proben durch Kochen in konzentrierter Salzsäure zu Selenwasserstoff ( $\text{H}_2\text{Se}$ ) reduziert. Dieses kann durch Inertgas aus seiner Lösung getragen und in eine beheizte Quarzglasküvette überführt werden. Dort zerfallen die Hydride wieder in Wasserstoff und Selen. Ein Lichtstrahl wird durch die Atomwolke geleitet, hinter der Atomisierungseinheit wird die Intensität des abgeschwächten Lichts mit einem Standard verglichen und der Selengehalt bestimmt.

Zur Probenvorbereitung wurden 3-5 ml der Probenstammlösung zusammen mit derselben Menge konzentrierter Salzsäure in Quarzgläschen verbracht, welche im geschlossenen

Mikrowellensystem mls-Ethos 1600 (MLS GmbH, Leutkirch, Deutschland) bei 80° C für 30 Minuten gekocht wurden. Anschließend wurde die neue Lösung in Reagenzröhrchen umgefüllt und gegebenenfalls mit Reinstwasser auf 10 ml aufgefüllt.

Die Messung fand im Atomabsorptions-Spektralphotometer A Analyst 800 (Perkin Elmer, Shelton, USA) in Verbindung mit dem FIAS 100 Flow Injection System statt.

Verwendete Wellenlänge (nm):	Verwendeter Standard:
Se: 196	Selen in 2%igem HNO <sub>3</sub> (1µg/ml)

### **3.2.4.3 Brennwertbestimmung im Eihalt anhand adiabatischer Bombenkalorimetrie**

Da nach der Weender Analyse ein sehr hoher Nfe-Gehalt errechnet wurde, wurde zur Überprüfung des tatsächlichen Ursprungs der Nfe von neun Eihaltsproben aus sechs verschiedenen Gelegen der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) der Brennwert mittels adiabatischer Bombenkalorimetrie unter Sauerstoffatmosphäre und hohem Druck (25-30 bar) bestimmt.

Es wurde das Kalorimetersystem IKA C 2000 mit externem Thermostaten KV 500 verwendet. Die Probeneinwaage lag bei circa 1 g Eihalt. Anschließend wurde der Brennwert der jeweiligen Probe aus der Probenmasse, der Wärmekapazität (C-Wert) des Kalorimetersystems und der Temperaturerhöhung des Wassers im Innenkessel der Messzelle berechnet. Bei zwei Proben konnte hierbei nur eine Messung durchgeführt werden, bei sechs Proben waren eine Wiederholung, bei einer zwei Wiederholungen möglich. Der Variationskoeffizient lag bei den Ergebnissen der mehrfach gemessenen Proben bei 0,04, bei allen gemessenen Ergebnissen bei 0,02.

### **3.2.4.4 Berechnung des Gehalts im Gesamtei**

Die Nährstoffgehalte bezogen auf das Gesamtei wurden nachträglich aus den Gehalten in Schale und Inhalt unter Bezug auf das jeweilige Verhältnis von Schale und Inhalt im Ei



kalkuliert. Da zum Teil deutliche Schwankungen sowohl im jeweiligen Nährstoffgehalt als auch im Schalen-Inhalts-Verhältnis gesehen wurden, erfolgte die Berechnung nur aus Eiern, in denen der jeweilige Nährstoff sowohl in Schale als auch in Inhalt gemessen wurde. Da nicht gewährleistet werden konnte, dass der jeweilige Nährstoff bei den gleichen Eiern in beiden Ei-Kompartimenten bestimmt wurde, schwankt die Anzahl (n).

### **3.2.4.5 Darstellung der Ergebnisse**

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt zur besseren Übersicht tabellarisch unter Angabe des Mittelwerts und der Standardabweichung sowie der Anzahl (n). Die Minimal- und Maximalwerte sind den ausführlichen Ergebnistabellen in **Anhang 3 - 6** zu entnehmen. Bei ausgewählten Parametern erfolgt eine graphische Darstellung unter Angabe des Mittelwerts. Da teilweise aufgrund geringer Probengrößen nicht alle Parameter aus allen Proben analysiert werden konnten, variiert die Anzahl (n).

Aufgrund erheblicher zwischenartlicher Schwankungen der Messergebnisse von Schlangen- und Echseneiern konnten die verschiedenen Spezies dieser Reptilien im Gegensatz zu den Schildkrötenspezies nicht auf Familienebene zusammengefasst werden. Da bei den Schildkröteneiern jedoch statistisch keine signifikanten, nicht dem Zufall zuzuschreibenden Unterschiede innerhalb der Arten einer Familie festzustellen waren, wurde die Zusammenfassung bei den Eiern dieser Spezies aus Gründen der Übersichtlichkeit durchgeführt. Daher findet bei der Darstellung der Ergebnisse kein Vergleich von Gruppen auf derselben zoologischen Ebene statt, vielmehr werden die drei Gruppen von Schildkrötenfamilien (*Testudinidae*, *Geoemydidae*, *Emydidae*) mit zwei verschiedenen Schuppenkriechtierspezies (*Pantherophis guttatus*, *Pogona vitticeps*) verglichen.

### 3.2.4.6 Statistische Prüfung

Die statistische Überprüfung erfolgte anhand des Statistikprogramms SigmaStat 3.0. Bei der statistischen Prüfung der Ergebnisse verschiedener Eier aus physiologischer Eiablage wurde zuerst mittels t-Test evaluiert, ob Gruppen von Eiern desselben Eischalentyps (hart- oder weichschalig) bezüglich des jeweiligen Prüfparameters in eine Gruppe zusammengefasst werden konnten (keine signifikante Differenz zwischen den jeweiligen Gruppen). Anschließend wurde eine einfache Varianzanalyse (ANOVA) ausgeführt, um die verbleibenden Gruppen miteinander zu vergleichen.

Die statistische Überprüfung der Analyseergebnisse des Eigelbs im Vergleich zum Eiinhalt der Eier verschiedener Schildkrötenspezies wurde ebenso wie die statistische Überprüfung möglicher Unterschiede zwischen von einer Legenoterkrankung stammenden Eiern im Vergleich zu Eiern aus physiologischer Eiablage mittels t-Test durchgeführt. Unterschiede wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,05$  als signifikant betrachtet.

## 3.3 Faktorielle Bedarfskalkulation

Da die Reproduktionsparameter bei Reptilien sowohl inter- als auch innerartlich sehr variabel sind (siehe **Kapitel 2.3** und **2.7**), wurde die faktorielle Bedarfskalkulation für die Eibildung in der vorliegenden Studie am Beispiel Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) beispielhaft für verschiedene Mengenelemente, Protein und Energie ganz oder teilweise durchgerechnet.

Das Eigewicht wurde mit dem mittleren Gesamtei-Trockengewicht der in der vorliegenden Studie untersuchten Eier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) von 6 g angenommen (ursprüngliche Substanz: durchschnittlich 17 g). Es wurde der mittlere Nährstoffgehalt zur Berechnung verwendet.

Die Legeleistung wurde anhand Besitzerangaben zur Legetätigkeit einer privaten Tierhaltung Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) in Oberbayern mit durchschnittlich 0,2 Eiern pro Tag bezogen auf die komplette Legesaison von April bis

Ende Juni/Anfang Juli angenommen. Die genauen Angaben zur Legetätigkeit der Tiere sind **Anhang 9** zu entnehmen.

### **3.3.1 Berechnung der Abgabe von Energie, Protein und verschiedenen Mineralstoffen (Ca, P, Mg, Na, K) über das Ei**

#### **3.3.1.1. Protein- und Energieabgabe über das Ei**

Da sowohl Daten zur Verdaulichkeit als auch zur Verwertung von Protein und ME für die Eibildung sowie zum Erhaltungsbedarf bei Schildkröten fehlen, war eine vollständige Bedarfskalkulation nicht möglich. Daher wurde als Nettobedarf für die Legeleistung die Protein- und Energieabgabe über das Ei aus Legeleistung [Eier/Tag], Eigewicht [g TS] und Gehalt im Ei [mg/g TS bzw. MJ/g TS] ermittelt.

Berechnung:

Proteinabgabe<sub>Legeleistung</sub> [mg/Tier/Tag] =

$$\text{Legeleistung [Eier/Tag]} * \text{Eigewicht [g TS]} * \text{Proteingehalt [mg/g TS]}/\text{Gewicht [kg KM]}$$

Energieabgabe<sub>Legeleistung</sub> [MJ/Tier/Tag] =

$$\text{Legeleistung [Eier/Tag]} * \text{Eigewicht [g TS]} * \text{Energiegehalt [MJ/g TS]}/\text{Gewicht [kg KM]}$$

#### **3.3.1.2 Abgabe von Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Natrium (Na) und Kalium (K) über das Ei**

Für Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium und Kalium wurde die Abgabe über das Ei als mittlerer Nettobedarf für die Legeleistung aus der täglichen Legeleistung, dem mittleren Eigewicht [g TS] und dem Mineralstoffgehalt im Gesamtei [g/kg TS] errechnet.

Berechnung:

Nettobedarf<sub>Legeleistung</sub> [mg/kg KM/d] =

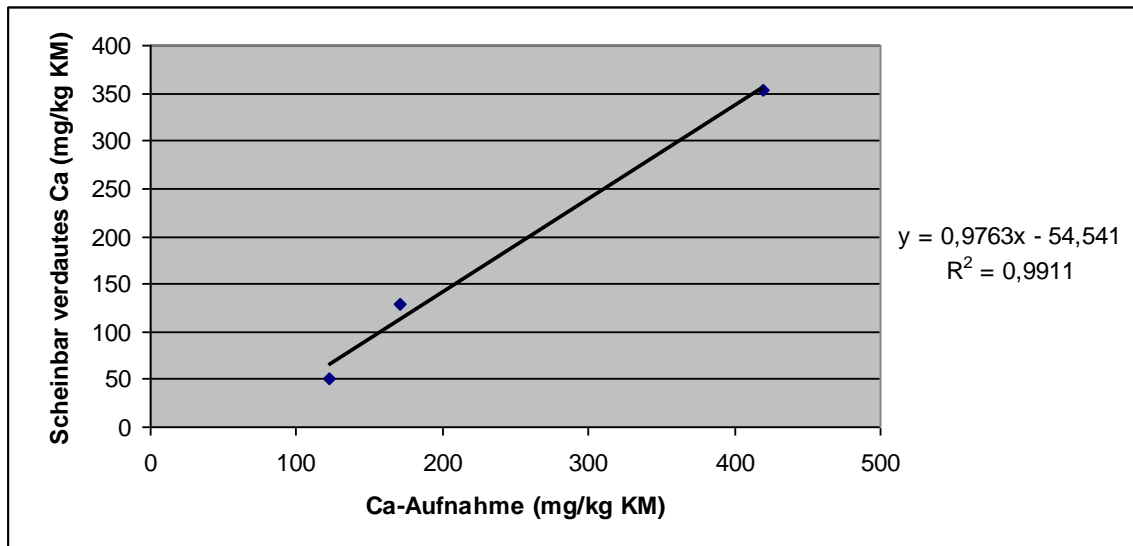
Legeleistung [Eier/d] \* Eigewicht [g TS] \* Mineralstoffgehalt [mg/g TS]/Gewicht [kg KM]

### **3.3.2 Berechnung des Bruttobedarfs einer Schildkröte an Kalzium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg) während der Eibildung**

Auf den Untersuchungen von Liesegang et al. (2001) basierend lassen sich für Kalzium, Phosphor und Magnesium die wahre Verdaulichkeit und – sehr grob – die endogenen Verluste regressiv abschätzen. Daraus kann man den Nettobedarf für die Eibildung und die Verwertbarkeit ableiten, um schließlich den Bruttobedarf zu errechnen.

#### **3.3.2.1 Kalzium (Ca)**

Laut Liesegang et al. (2001) lag die Kalziumverdaulichkeit bei Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone [elephantopus] nigra*) zwischen 42 % und 82 %. Wird die aufgenommene Kalziummenge (mg/kg KM) im Lucastest gegen die scheinbar verdaute Kalziummenge aufgetragen, so ergibt sich eine Regressionsgerade, deren Steigung der wahren Verdaulichkeit entspricht, während das absolute Glied die endogenen Kalziumverluste (Kot und Harn) darstellt (siehe **Abbildung 3-1**).



**Abbildung 3-1:** Beziehung zwischen Kalziumaufnahme und scheinbar verdauter Kalziummenge bei Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone [elephantopus] nigra*)

Die wahre Verdaulichkeit und damit die Verwertung liegt nahezu bei 100 %. Aufgrund der geringen Zahl an Beobachtungen ist es jedoch angebracht, bei der Verwertung gegenüber der wahren Verdaulichkeit eine gewisse Sicherheitsspanne einzuplanen. Deshalb ist die Verwertung mit 90% angenommen. Die endogenen Verluste betragen knapp 55 mg/kg Körpermasse am Tag. Das durchschnittliche Körpergewicht von adulten Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) wurde mit 1,5 kg angenommen.<sup>9</sup>

Berechnung:

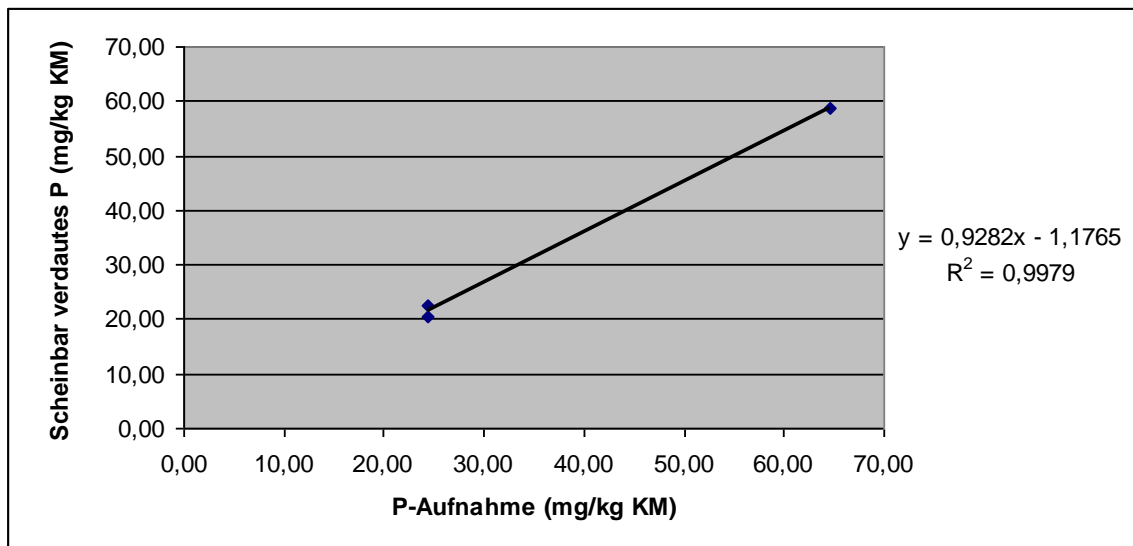
Ca-Bruttobedarf [mg/kg KM/d] =

$$\frac{\text{Nettobedarf für die Eibildung [mg/kg KM/d] + endogene Verluste [mg/kg KM/d]}{\text{Verwertung} * 100}$$

<sup>9</sup> Die Größe und das Gewicht sind bei verschiedenen Unterarten der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) sehr unterschiedlich. Laut Meek (1984) liegt das Körpergewicht von weiblichen Dalmatischen Landschildkröten (*Testudo hermanni hercegovinensis*), einer kleinen Unterart, zwischen 990 und 1075 g. Andere Unterarten sind aber mit in Einzelfällen bis zu 2,7 kg deutlich schwerer (Kölle, persönliche Mitteilung). Daher wurde ein durchschnittliches Gewicht von 1,5 kg angenommen

### 3.3.2.2 Phosphor (P)

Liesegang et al. (2001) gaben die scheinbare Verdaulichkeit von Phosphor mit 84 bis 91 % an. Wertet man die Daten von Liesegang et al. (2001) analog zu denen des Kalziums im Lucastest aus, liegt die wahre Verdaulichkeit und damit Verwertbarkeit des Phosphors ebenfalls bei nahezu 100 % (siehe **Abbildung 3-2**). Aufgrund der geringen Zahl an Beobachtungen ist es jedoch auch hier angebracht, bei der Verwertung gegenüber der wahren Verdaulichkeit eine gewisse Sicherheitsspanne einzuplanen. Daher ist die Verwertung mit 90 % angenommen.



**Abbildung 3-2:** Beziehung zwischen Phosphoraufnahme und scheinbar verdaulicher Phosphormenge bei Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone [elephantopus] nigra*)

Die endogenen Verluste betragen circa 1,18 mg/kg Körpermasse pro Tag.

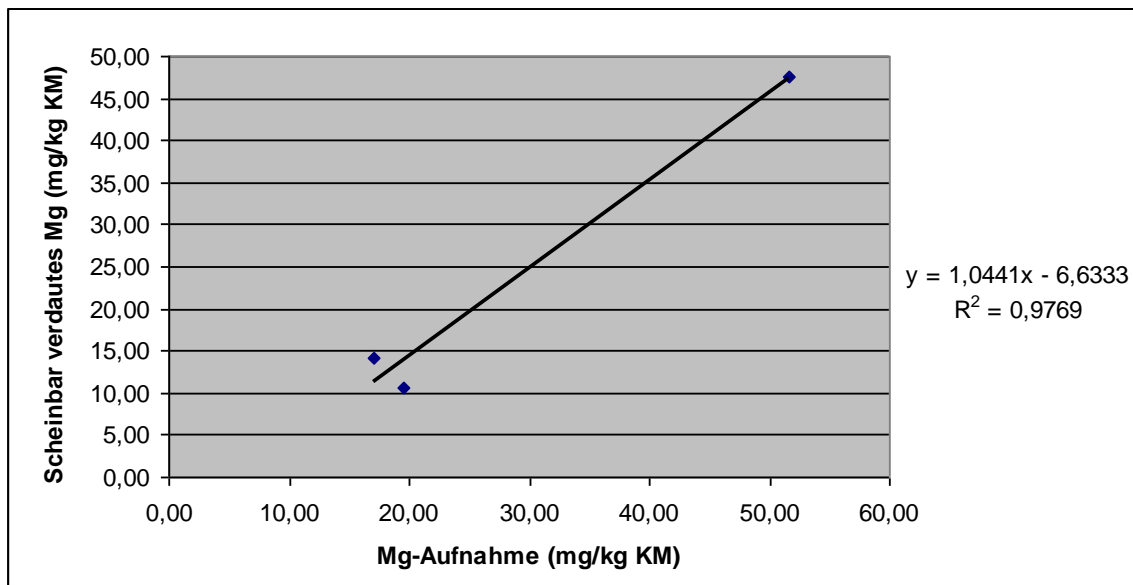
Berechnung:

P-Bruttobedarf [mg/kg KM/d] =

$$\frac{\text{Nettobedarf für die Eibildung [mg/kg KM/d] + endogene Verluste [mg/kg KM/d]}{\text{Verwertung} * 100}$$

### 3.3.2.3 Magnesium (Mg)

Die scheinbare Verdaulichkeit von Magnesium lag laut Liesegang et al. (2001) bei 54 bis 92 %. Analog zu den Daten des Kalziums und Phosphors nach dem Lucastest ausgewertet liegt die wahre Verdaulichkeit und damit die Verwertbarkeit des Magnesiums bei nahezu 100 % (siehe **Abbildung 3-3**). Auch hier ist es jedoch angebracht, aufgrund der geringen Zahl an Beobachtungen bei der Verwertung gegenüber der wahren Verdaulichkeit eine gewisse Sicherheitsspanne einzuplanen. Daher wird die Verwertung mit 90% angenommen.



**Abbildung 3-3:** Beziehung zwischen Magnesiumaufnahme und scheinbar verdauter Magnesiummenge bei Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone [elephantopus] nigra*)

Die endogenen Magnesiumverluste betragen 6,63 mg/kg Körpermasse am Tag.

Berechnung:

Mg-Bruttobedarf [mg/kg KM/d] =

$$\frac{\text{Nettobedarf für die Eibildung [mg/kg KM/d] + endogene Verluste [mg/kg KM/d]}{\text{Verwertung} * 100}$$

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Eier aus physiologischer Eiablage

#### 4.1.1 Eigewicht

Im Folgenden sollen die Mittelwerte der Gewichte der untersuchten Reptilieneier dargestellt werden. Die einzelnen Gewichte aller Eier können **Anhang 1** entnommen werden.

Die Eier der Europäischen Landschildkröten (*Testudo spp.*) wogen im Mittel 17,17 g. Die Eier aller Spezies konnten in eine Gruppe zusammengefasst werden, bis auf die der Ägyptischen Landschildkröte (*Testudo kleinmanni*), die signifikant leichter waren. Die Eier der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*) wogen im Durchschnitt 38,14 g (siehe **Tabelle 4-1**).

**Tabelle 4-1:** Gewicht der Eier verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*)

<i>Spezies</i>	<b>Eigewicht (g)</b>	<b>Min – Max (g)</b>	<b>n</b>
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	17,6 ± 3,5 <sup>a</sup>	11,1 – 25,1	72
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	16,4 ± 1,7 <sup>a</sup>	11,5 – 18,3	30
Breitrandsschildkröte ( <i>Testudo marginata</i> )	18,1 ± 2,1 <sup>a</sup>	15,3 – 21,2	15
Ägyptische Landschildkröte ( <i>Testudo kleinmanni</i> )	11,2 ± 0,7 <sup>b</sup>	10,4 – 11,8	3
Russische Landschildkröte ( <i>Testudo horsfieldii</i> )	18,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	17,8 / 19,2	2
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	38,1 ± 2,0 <sup>c</sup>	31,6 – 41,3	25

<sup>a,b,c</sup> Mittelwerte in einer Spalte, die nicht mit demselben Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )



Bei den Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) betrug das mittlere Gewicht der Eier der Buchstaben-Schmuckschildkröten (*Trachemys spp.*) 9,48 g, der Eier der Echten Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) 11,95 g (siehe **Tabelle 4-2**).

**Tabelle 4-2:** Gewicht der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*)

<i>Spezies</i>	<b>Eigewicht (g)</b>	<b>Min – Max (g)</b>	<b>n</b>
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	9,3 ± 0,7 <sup>a</sup>	7,5 – 10,8	66
Gelbwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta scripta</i> )	11,6 ± 0,9 <sup>b</sup>	10,2 – 12,5	7
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	12,0 ± 0,5 <sup>b</sup>	10,9 – 12,8	14

<sup>a,b</sup> Mittelwerte in einer Spalte, die nicht mit demselben Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

Die Gewichte der Eier der Amerikanischen Erdschildkröten (*Rhinoclemmys spp.*) als Vertreter der *Altwelt-Sumpfschildkröten* (*Geoemydidae*) sind **Tabelle 4-3** zu entnehmen. Aufgrund der geringen Probenmengen wurde auf eine statistische Prüfung verzichtet.

**Tabelle 4-3:** Gewicht der Eier verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Geoemydidae*)

<i>Spezies</i>	<b>Eigewicht (g)</b>	<b>Min – Max (g)</b>	<b>n</b>
Südamerikanische Erdschildkröte ( <i>Rhinoclemmys punctularia</i> )	33,5		1
Gefurchte Erdschildkröte ( <i>Rhinoclemmys areolata</i> )	26,9 ± 10,5	19,6 – 39,0	3
Sonora-Prachterdschildkröte ( <i>Rhinoclemmys pulcherrima rogerbarbouri</i> )	23,1 ± 5,0	18,3 – 22,8	3
Costa-Rica-Prachterdschildkröte ( <i>Rhinoclemmys pulcherrima manni</i> )	25,4		1

Bei den Eiern der Schuppenkriechtiere (*Squamata*) lag das mittlere Gewicht bei der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) bei 6,43 g, bei der Bartagame (*Pogona vitticeps*) bei 3,13 g (siehe **Tabelle 4-4**). Diese Differenz war statistisch signifikant.

**Tabelle 4-4:** Gewicht der Eier verschiedener Schuppenkriechtierspezies (*Squamata*)

<i>Spezies</i>	<b>Eigewicht (g)</b>	<b>Min – Max (g)</b>	<b>n</b>
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	6,4 ± 0,8	4,0 – 7,8	37
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	3,1 ± 0,7	1,0 – 4,3	85

## 4.1.2 Schale und Inhalt

### 4.1.2.1 Anteil von Schale und Inhalt am Gesamtei

#### 4.1.2.1.1 Ursprüngliche Substanz von Schale und Inhalt

Beim prozentualen Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei war eine Zusammenfassung der beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern (Landschildkröten [*Testudinidae*] und Altwelt-Sumpfschildkröten [*Geoemydidae*]) sowie der beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern (Kornnatter [*Pantherophis guttatus*] und Bartagame [*Pogona vitticeps*]) in jeweils eine Gruppe nicht möglich. Die anschließende Varianzanalyse ergab, dass sich alle untersuchten Gruppen signifikant voneinander unterschieden. Es ließ sich jedoch eine Tendenz zu einem höheren Anteil der Schale bei hartschaligen Eiern und einem niedrigeren Anteil der Schale bei weichschaligen Eiern feststellen, der der flexibelschaligen Eier lag dazwischen.

Der prozentuale Anteil von Schale und Inhalt am Gesamtei und das sich daraus ergebende Verhältnis zwischen Schale und Inhalt sind **Tabelle 4-5** zu entnehmen.

**Tabelle 4-5:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei und Verhältnis von Schale zu Inhalt bei Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Verhältnis Schale : Inhalt	n
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	13,0 ± 1,7	87,0 ± 1,7	0,15 ± 0,02	146
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	18,7 ± 5,6	81,4 ± 5,6	0,24 ± 0,09	8
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	7,5 ± 0,9	92,5 ± 0,9	0,08 ± 0,01	87
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	4,9 ± 1,1	95,2 ± 1,1	0,05 ± 0,01	37
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	3,6 ± 1,3	96,4 ± 1,3	0,04 ± 0,01	85

#### 4.1.2.1.2 Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei

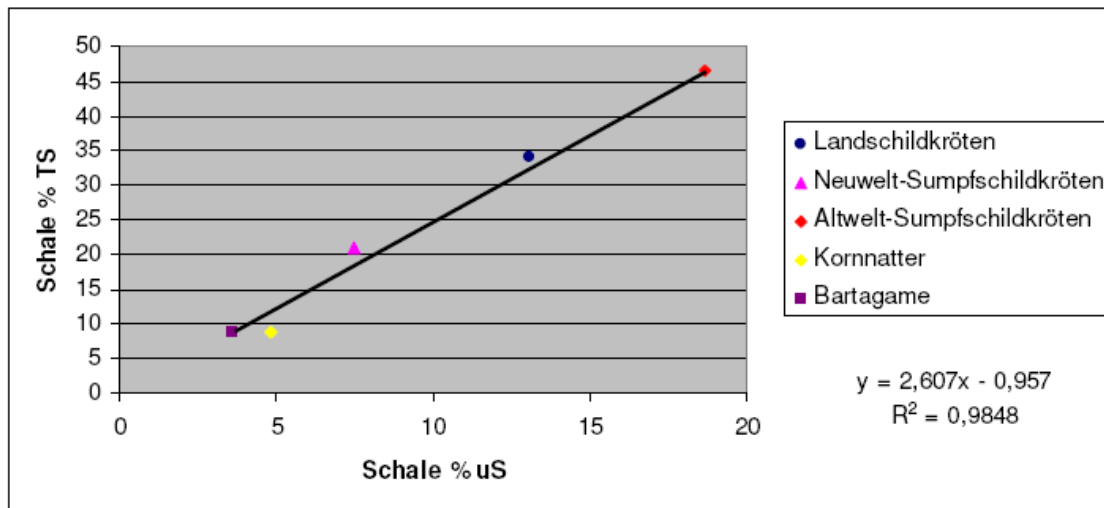
Beim prozentualen Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei konnten beide Gruppen der weichschaligen Eier statistisch in eine Gruppe zusammengefasst werden, die sich signifikant von den hart- und flexibelschaligen Eiern unterschied. Die beiden Gruppen der hartschaligen Eier konnten nicht in eine gemeinsame Gruppe zusammengefasst werden, sie zeigten jedoch beide einen signifikant höheren Anteil der Schale als die flexibelschaligen Eier der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*), siehe **Tabelle 4-6**.

**Tabelle 4-6:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei und Verhältnis von Schale zu Inhalt bei Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Verhältnis Schale : Inhalt	n
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	34,0 ± 4,0	66,0 ± 4,0	0,52 ± 0,09	145
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	46,6 ± 12,4	53,4 ± 12,4	1,00 ± 0,61	8
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	21,0 ± 5,5	79,0 ± 5,5	0,28 ± 0,13	79
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	8,8 ± 0,9	91,2 ± 0,9	0,10 ± 0,01	26
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	8,8 ± 1,1	91,2 ± 1,1	0,09 ± 0,01	16

Der sehr hohe mittlere prozentuale Anteil der Schale am Ei bei den hartschaligen Eiern der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) ist auf ein Gelege (3 Eier) mit physiologisch übertragenen Eiern zurückzuführen, das einen deutlich höheren Anteil der Schale am Gesamtei von durchschnittlich 60,87 % aufwies. Ohne dieses Gelege gerechnet ergab sich ein Gehalt von 38,08 % für die restlichen fünf untersuchten Eier (siehe Einzelmesswerte, **Anhang 2**). Dieser Mittelwert ohne die drei auffälligen Werte unterschied sich im t-Test jedoch auch signifikant von den hartschaligen Landschildkröteneiern (*Testudinidae*).

Zwischen dem prozentualen Anteil der Schale am ungetrockneten und am getrockneten Ei ist eine direkte Korrelation festzustellen. Diese ist in **Abbildung 4-1** dargestellt.



**Abbildung 4-1:** Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil der Schale am ungetrockneten und am getrockneten Ei verschiedener Reptilienspezies

## 4.1.2.2 Rohnährstoffe in Schale und Inhalt

### 4.1.2.2.1 Trockensubstanz (TS)

Bei der Trockensubstanz der Schale konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nach dem t-Test nicht in eine gemeinsame Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden einfachen Varianzanalyse unterschieden sie sich jedoch nicht signifikant. Die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern konnten in eine Gruppe zusammengefasst

werden. Alle Gruppen verschiedener Eischalenmorphologie unterschieden sich untereinander signifikant (siehe **Tabelle 4-7**).

Bei der Trockensubstanz des Inhalts konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. Diese Gruppe unterschied sich nicht signifikant von den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*), jedoch von den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*) sowie den flexibelschaligen Neuwelt-Sumpfschildkröteneiern (*Emydidae*). Zwischen den beiden letztgenannten Gruppen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe **Tabelle 4-7**).

Bei der Trockensubstanz des Gesamteis konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden, die beiden Gruppen der weichschaligen Eier nicht. Alle Gruppen (hartschalige, flexibelschalige und weichschalige Eier) unterschieden sich statistisch signifikant (siehe **Tabelle 4-7**).

**Tabelle 4-7:** Trockensubstanz (% uS) von Gesamtei, Schale und Inhalt von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Gesamtei	Schale	Inhalt
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	33,52 ± 4,26 (n = 144)	87,23 ± 2,19 (157)	29,61 ± 6,21 (n = 112)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	36,68 ± 3,18 (n = 8)	90,33 ± 2,20 (n = 6)	27,26 ± 3,99 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	27,31 ± 4,12 (n = 77)	73,83 ± 4,95 (n = 83)	25,14 ± 4,90 (n = 49)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	30,27 ± 5,18 (n = 24)	53,35 ± 11,51 (n = 42)	29,56 ± 3,82 (n = 24)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	23,93 ± 7,14 (n = 16)	55,16 ± 10,98 (n = 18)	22,12 ± 6,90 (n = 24)

#### 4.1.2.2.2 Rohprotein (Rp)

In Bezug auf den Rohproteingehalt in der Eischale konnten weder die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern noch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden Varianzanalyse unterschieden sich alle Gruppen statistisch signifikant.

Es war jedoch eine Tendenz von zunehmendem Rohproteingehalt in der Schale bei abnehmendem Kalzifizierungsgrad der Eier von hart zu weich zu erkennen (siehe **Tabelle 4-8**).

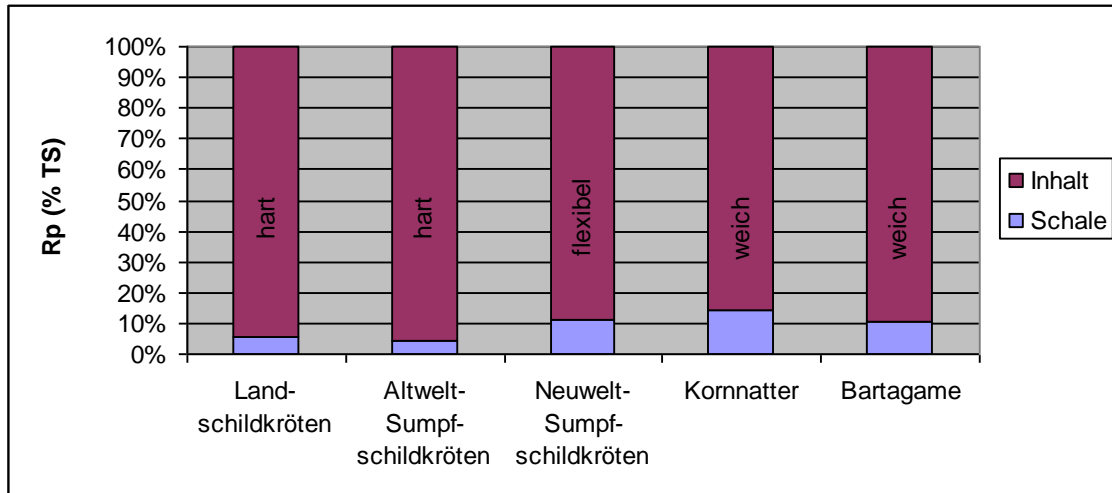
Innerhalb der Gruppe der Landschildkröten (*Testudinidae*) zeigten sich deutliche Unterschiede im Rohproteingehalt in der Schale zwischen den Eiern der Europäischen Landschildkröten (*Testudo spp.*) mit durchschnittlich  $4,83 \pm 0,67$  % der Trockensubstanz (n = 92) und der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*) mit durchschnittlich  $8,70 \pm 0,79$  % der Trockensubstanz (n = 25).

Beim Proteingehalt in Eihalt und Gesamtei konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern und die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Die so entstandenen Gruppen unterschieden sich statistisch signifikant voneinander. Zwischen den hart- und den flexibelschaligen Eiern war ein statistisch signifikanter Unterschied erkennbar, zwischen den weich- und flexibelschaligen Eiern nicht. Der Rohproteingehalt im Eihalt und Gesamtei der verschiedenen Spezies ist **Tabelle 4-8** zu entnehmen.

**Tabelle 4-8:** Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	$5,66 \pm 1,74$ (n = 117)	$55,83 \pm 1,51$ (n = 87)	$38,19 \pm 2,45$ (n = 74)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	$3,30 \pm 0,66$ (n = 8)	$56,03 \pm 2,08$ (n = 3)	$36,09 \pm 2,65$ (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	$28,02 \pm 1,75$ (n = 22)	$53,83 \pm 1,27$ (n = 35)	$48,24 \pm 2,17$ (n = 12)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	$69,22 \pm 4,80$ (n = 9)	$43,24 \pm 1,63$ (n = 15)	$44,05 \pm 3,42$ (n = 3)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	$56,60 \pm 4,83$ (n = 7)	$43,88 \pm 2,00$ (n = 15)	$44,57 \pm 2,34$ (n = 5)

Die Verteilung des Rohproteins auf Schale und Inhalt ist **Abbildung 4-2** zu entnehmen. Bei den hartschaligen Eiern entfielen circa 5 % des Proteins auf die Eischale, während es bei flexibel- und weichschaligen Eiern circa 10 % waren.



**Abbildung 4-2:** Verteilung des Gesamt-Rohproteins auf Schale und Inhalt in Reptilieneiern verschiedener Spezies

#### 4.1.2.2.3 Rohfett (Rfe)

Einzelne Eischalen wurden stellvertretend für die verschiedenen Schalentypen auf Rohfett und damit auf das Vorkommen einer Wachsschicht auf der Schale untersucht. Die Untersuchung erfolgte an 7 harten Eischalen verteilt auf 4 Landschildkröteneier (*Testudinidae*), 1 Altwelt-Sumpfschildkrötenei (*Geoemydidae*) und 2 Eier des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnson*). Des Weiteren wurden 6 flexible Eischalen von Neuwelt-Sumpfschildkröteneiern (*Emydidae*) sowie 4 weiche Eischalen von 1 Königspythonei (*Python regius*), 1 Spitzkopfnatterei (*Gonyosoma oxycephala*) und 2 Bindenwaraneiern (*Varanus cumingi*) untersucht.

Da hierbei bei keiner der untersuchten Proben Rohfett nachweisbar war, unterblieb die weitere systematische Untersuchung.

In Bezug auf den Fettgehalt des Eiinhalts konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern und die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Ein statistisch signifikanter Unterschied bestand nur zwischen der zusammengefassten Gruppe der weichschaligen Eier und der Gruppe der flexibelschaligen Eier. Die Rohfettgehalte aller Gruppen sind **Tabelle 4-9** zu entnehmen.

In Bezug auf den Rohfettgehalt des Gesamteis konnten die beiden Gruppen der hartschaligen Eier in eine Gruppe zusammengefasst werden, die beiden Gruppen der weichschaligen Eier nicht. Es bestand ein statistisch signifikanter Unterschied der hartschaligen Eier zu den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*), nicht aber zu den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*). Des Weiteren unterschieden sich die flexibelschaligen Eier von den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*) statistisch signifikant, nicht jedoch von den weichschaligen Eiern der Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) sowie der zusammengefassten Gruppe mit hartschaligen Eiern. Die Rohfettgehalte im Gesamtei sind **Tabelle 4-9** zu entnehmen.

**Tabelle 4-9:** Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	26,50 ± 4,87 (n = 81)	17,14 ± 3,55 (n = 81)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	26,34 ± 0,66 (n = 3)	16,23 ± 0,71 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	24,15 ± 4,93 (n = 33)	19,29 ± 3,66 (n = 33)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	25,65 ± 7,39 (n = 15)	20,88 ± 8,49 (n = 10)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	31,22 ± 7,40 (n = 13)	28,77 ± 7,05 (n = 14)



#### 4.1.2.2.4 Rohasche (Ra)

In Bezug auf den Rohaschegehalt der Eischale konnten sowohl die beiden Gruppen der hart- als auch der weichschaligen Eier jeweils nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden, die anschließende einfache Varianzanalyse ergab jedoch jeweils keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen des gleichen Eischalentyps.

Beide Gruppen mit hartschaligen Eiern unterschieden sich signifikant sowohl von den weichschaligen als auch von den flexibelschaligen Eiern. Die flexibelschaligen Eier zeigten keinen signifikanten Unterschied zu den weichschaligen Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*) und den weichschaligen Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*).

Insgesamt war jedoch eine starke Tendenz von zunehmendem Rohaschegehalt in der Schale mit zunehmendem Kalzifizierungsgrad festzustellen (siehe **Tabelle 4-10**).

Bei der Auswertung des Rohaschegehalts im Inhalt konnten die beiden Gruppen der hart- und die beiden Gruppen der weichschaligen Eier jeweils nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. Alle Gruppen (hart-, flexibel- und weichschalig) unterschieden sich signifikant voneinander, wobei eine Tendenz von höheren Gehalten im Eiinhalt der weichschaligen Eier im Vergleich zu den hart- und flexibelschaligen Eiern festgestellt werden konnte (siehe **Tabelle 4-10**).

In Bezug auf den Rohaschegehalt im Gesamtei konnten sowohl die beiden Gruppen der hartschaligen Eier als auch die beiden Gruppen der weichschaligen Eier jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Während die anderen Gruppen sich signifikant unterschieden, konnte statistisch keine Unterscheidung zwischen den flexibel- und weichschaligen Eiern gesehen werden (siehe **Tabelle 4-10**).

**Tabelle 4-10:** Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale <sup>1</sup>	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	52,31 ± 1,08 (n = 121)	4,82 ± 0,34 (n = 74)	22,19 ± 2,42 (n = 39)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	53,32 ± 0,95 (n = 8)	5,62 ± 0,42 (n = 3)	23,72 ± 1,91 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	39,04 ± 1,91 (n = 23)	4,96 ± 0,31 (n = 30)	11,50 ± 1,94 (n = 11)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	16,39 ± 3,78 (n = 10)	7,60 ± 0,49 (n = 15)	8,59 ± 0,43 (n = 4)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	22,16 ± 1,21 (n = 7)	7,00 ± 0,46 (n = 12)	8,50 ± 0,96 (n = 5)

<sup>1</sup> Zur Rohaschegewinnung wurden die Schalen bei einer Temperatur von 600° C bis zur Gewichtskonstanz verascht. Bei dieser Temperatur geht CaCO<sub>3</sub> bereits in Lösung über (Sá e Sant'Anna et al., 2008), das heißt, die hier präsentierten Werte beinhalten nicht CaCO<sub>3</sub>, sondern CaO nach Verlust von CO<sub>2</sub>.

### 4.1.2.3 Mengenelemente in Schale und Inhalt

#### 4.1.2.3.1 Kalzium (Ca)

##### 4.1.2.3.1.1 Kalziumgehalt der Eischale

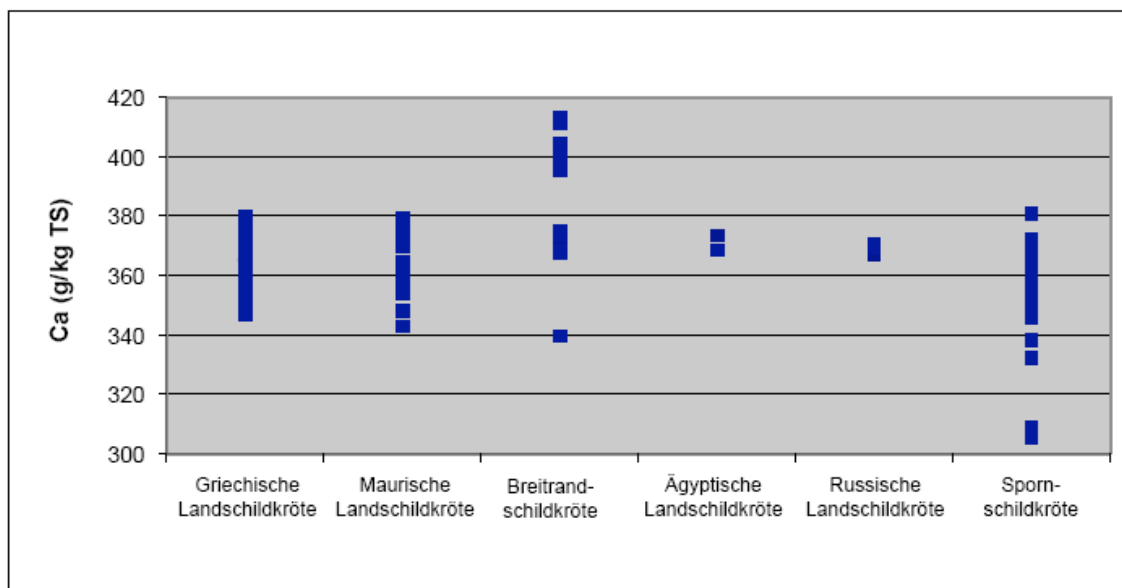
Beim Kalziumgehalt der Eischale konnten nach dem t-Test weder die beiden Gruppen der hart- noch die beiden Gruppen der weichschaligen Eier in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden einfachen Varianzanalyse unterschieden sich die Gruppen des gleichen Eischalentyps jedoch jeweils nicht signifikant voneinander. Beide Gruppen mit hartschaligen Eiern unterschieden sich signifikant von den weich- und flexibelschaligen Eiern. Die flexibelschaligen Eier zeigten einen statistisch signifikanten Unterschied im Vergleich mit den weichschaligen Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*), nicht jedoch im Vergleich mit den weichschaligen Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*).

Trotzdem ist numerisch eine abnehmende Tendenz des Kalziumgehaltes von hart-, über flexibel- zu weichschaligen Eiern erkennbar (siehe **Tabelle 4-11**).

**Tabelle 4-11:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

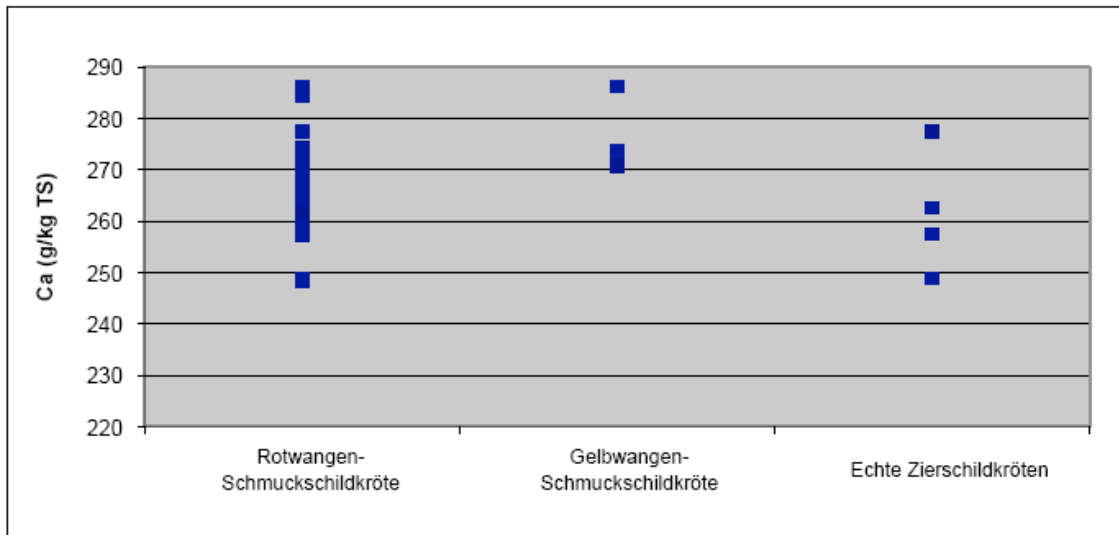
	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	362,28 ± 18,20 (n = 128)	3,47 ± 0,51 (n = 81)	129,25 ± 17,91 (n = 72)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	379,67 ± 5,45 (n = 8)	5,87 ± 1,68 (n = 3)	147,71 ± 14,93 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	266,25 ± 8,06 (n = 38)	5,54 ± 0,36 (n = 30)	58,13 ± 9,33 (n = 15)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	111,81 ± 13,13 (n = 12)	16,42 ± 0,82 (n = 20)	26,64 ± 1,84 (n = 7)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	135,01 ± 6,62 (n = 7)	11,90 ± 0,81 (n = 13)	26,13 ± 2,29 (n = 5)

Der Kalziumgehalt in der Schale zeigte innerhalb der verschiedenen Spezies teilweise deutliche Schwankungen. Innerhalb der Gruppe der Landschildkröten (*Testudinidae*) fiel eine große Streuung der Messergebnisse bei den Eischalen der Breitrand-schildkröte (*Testudo marginata*) und der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*) auf, wie **Abbildung 4-3** im Vergleich mit den anderen Spezies dieser Familie zeigt.



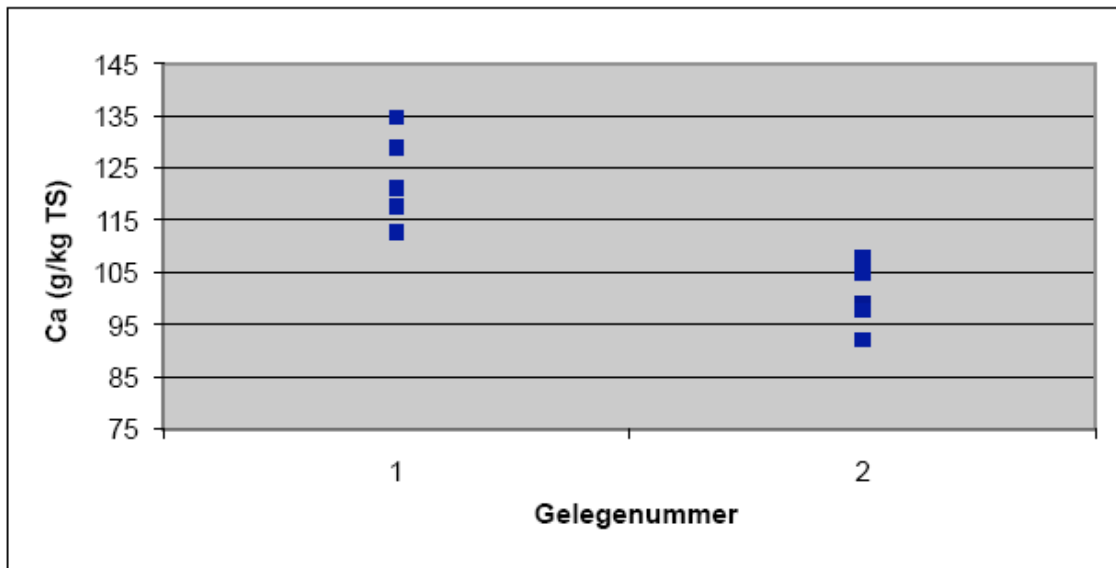
**Abbildung 4-3:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*); jeder Punkt entspricht einem einzelnen Messwert

Innerhalb der Gruppe der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) zeigte sich eine relativ weite Streuung der Kalzium-Messergebnisse bei den Eischalen der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*), wie **Abbildung 4-4** zu entnehmen ist. Die Messergebnisse der untersuchten flexiblen Eischalen anderer Spezies lagen innerhalb dieser Streubreite.



**Abbildung 4-4:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*); jeder Punkt entspricht einem einzelnen Messwert

Bei den Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) fielen deutliche Unterschiede im Kalziumgehalt der Schalen verschiedener Gelege auf (siehe **Abbildung 4-5**). Diese Beobachtung wurde auch bei den Eiern der Bartagamen (*Pogona vitticeps*) gesehen. Da hier jedoch höchstens aus 2 Proben pro Gelege Kalzium gemessen wurde, soll auf eine grafische Darstellung verzichtet werden.



**Abbildung 4-5:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Kornattereier (*Pantherophis guttatus*) verschiedener Gelege; jeder Punkt entspricht einem einzelnen Messwert (Gelege 1: n = 6; Gelege 2: n = 5)

#### 4.1.2.3.1.2 Kalziumgehalt des Eiinhalts und Gesamteis

Beim Kalziumgehalt im Eiinhalt konnten die beiden Gruppen der hartschaligen Eier nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. Die statistische Überprüfung der Altwelt-Sumpfschildkröteneier (*Geoemydidae*) entfiel daraufhin, da sie aufgrund der sehr kleinen Gruppengröße (n = 3) und einer sehr hohen Standardabweichung nicht sinnvoll erschien. Die weichschaligen Eier von Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) und Bartagame (*Pogona vitticeps*) waren nach dem t-Test ebenfalls nicht in eine Gruppe zusammenzufassen. In der anschließenden ANOVA konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Nur zwischen den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*) und den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) war kein signifikanter Unterschied festzustellen. Alle übrigen Gruppen unterschieden sich signifikant voneinander. Insgesamt war eine Tendenz von deutlich mehr Kalzium im Eiinhalt der weichschaligen Eier im Vergleich mit den hartschaligen und die flexibelschaligen Eiern erkennbar (siehe **Tabelle 4-11**).

In Bezug auf den Kalziumgehalt im Gesamtei konnten die hart- und weichschaligen Eier jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Zwischen diesen beiden zusammengefassten Gruppen lag ein signifikanter Unterschied vor. Die flexibelschaligen Eier unterschieden sich signifikant von den hartschaligen Eiern, nicht jedoch von den weichschaligen Eiern. Insgesamt jedoch war die Tendenz eines zunehmenden Kalziumgehaltes im Gesamtei bei zunehmendem Kalzifizierungsgrad der Eischale zu erkennen (siehe **Tabelle 4-11**).

#### **4.1.2.3.2 Phosphor (P)**

In Bezug auf den Phosphorgehalt in der Eischale konnten die beiden Gruppen der hartschaligen Eier sowie die beiden Gruppen der weichschaligen Eier jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Die hart-, flexibel- und weichschaligen Eier waren bezüglich dieses Parameters signifikant voneinander zu unterscheiden, wobei der Phosphorgehalt in den harten Schalen am niedrigsten, in den weichen Schalen am höchsten war (siehe **Tabelle 4-12**).

Beim Phosphorgehalt des Eiinhalts konnten die beiden Gruppen der hartschaligen Eier nach dem t-Test in eine Gruppe zusammengefasst werden, die der weichschaligen nicht. In der anschließenden ANOVA waren jedoch auch die weichschaligen Eier nicht statistisch signifikant voneinander zu unterscheiden. Die Gruppen der hart-, flexibel- und weichschaligen Eier unterschieden sich signifikant voneinander.

Die Phosphorgehalte des Eiinhalts der verschiedenen Gruppen sind **Tabelle 4-12** zu entnehmen.

In Bezug auf den Phosphorgehalt im Gesamtei konnten sowohl die beiden Gruppen der hart- als auch die beiden Gruppen der weichschaligen Eier in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Phosphorgehalt der weichschaligen Eier und dem der hart- sowie flexibelschaligen Eier. Die Gruppen der hartschaligen Eier und der flexibelschaligen Eier unterschieden sich untereinander jedoch nicht signifikant. Die Phosphorgehalte im Gesamtei der verschiedenen Gruppen sind **Tabelle 4-12** zu entnehmen.

**Tabelle 4-12:** Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	0,10 ± 0,09 (n = 93)	13,61 ± 0,68 (n = 83)	8,87 ± 0,72 (n = 69)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	0,18 ± 0,15 (n = 8)	13,60 ± 0,40 (n = 3)	8,76 ± 0,50 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	0,32 ± 0,11 (n = 38)	12,86 ± 1,00 (n = 31)	9,59 ± 1,72 (n = 15)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	1,65 ± 0,67 (n = 12)	15,97 ± 0,71 (n = 20)	14,68 ± 0,71 (n = 7)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	1,60 ± 0,88 (n = 7)	14,55 ± 0,83 (n = 13)	14,92 ± 0,97 (n = 5)

#### 4.1.2.3.3 Kalzium-Phosphor-Verhältnis

Beim Kalzium-Phosphor-Verhältnis in der Schale konnten die hart- und weichschaligen Eier statistisch jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Alle Gruppen unterschieden sich signifikant (siehe **Tabelle 4-13**).

In Bezug auf das Kalzium-Phosphor-Verhältnis im Eiinhalt konnten die beiden Gruppen der hart- und die beiden Gruppen der weichschaligen Eier nach dem t-Test jeweils nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden ANOVA war jedoch bei den Eiern des gleichen Eischalentyps jeweils kein signifikanter Unterschied erkennbar. Signifikant unterschieden sich nur die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern von der Gruppe der weichschaligen Eier der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*). Die weichschaligen Eier der Bartagame (*Pogona vitticeps*) unterschieden sich zwar statistisch von den hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*), nicht aber von den hartschaligen Eiern der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*). Insgesamt konnte jedoch eine Tendenz von zunehmendem Kalzium-Phosphor-Verhältnis im Eiinhalt von hart- und flexibel- zu weichschaligen Eiern erkannt werden (siehe **Tabelle 4-13**).

Beim Kalzium-Phosphor-Verhältnis im Gesamtei konnten die beiden Gruppen der hart- und die beiden Gruppen der weichschaligen Eier in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. Im Vergleich der einzelnen Gruppen miteinander

unterschieden sich nur die Gruppe der flexibelschaligen Eier und die zusammengelegte Gruppe der weichschaligen Eier nicht signifikant.

Dennoch war die Tendenz eines zunehmenden Kalzium-Phosphor-Verhältnisses im Gesamtei mit zunehmendem Kalzifizierungsgrad der Eischale zu erkennen (siehe **Tabelle 4-13**).

**Tabelle 4-13:** Kalzium-Phosphor-Verhältnis in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	4506 ± 1730 (n = 93)	0,25 ± 0,04 (n = 81)	14,66 ± 2,94 (n = 69)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	4173 ± 3890 (n = 8)	0,43, ± 0,11 (n = 3)	16,96 ± 2,62 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	996 ± 781 (n = 38)	0,43 ± 0,05 (n = 30)	6,24 ± 1,45 (n = 15)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	80 ± 37 (n = 12)	1,03 ± 0,09 (n = 20)	1,82 ± 0,12 (n = 7)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	130 ± 108 (n = 7)	0,82 ± 0,04 (n = 13)	1,8 ± 0,07 (n = 5)

#### 4.1.2.3.4 Natrium (Na)

Beim Natriumgehalt in der Eischale konnten nach dem t-Test weder die beiden Gruppen mit hartschaligen, noch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden ANOVA unterschieden sich jedoch die Gruppen des gleichen Eischalentyps jeweils nicht signifikant voneinander.

Beide Gruppen mit hartschaligen Eiern unterschieden sich signifikant von beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern. Der Unterschied zwischen den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) und beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern war nicht statistisch signifikant. Die flexibelschaligen Eier unterschieden sich signifikant von beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern. Die Natriumgehalte in der Eischale sind **Tabelle 4-14** zu entnehmen.



Beim Natriumgehalt im Eiinhalt konnten weder die beiden Gruppen der weichschaligen Eier noch die beiden Gruppen der hartschaligen Eier nach dem t-Test in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden ANOVA war der Unterschied zwischen den Gruppen jedoch sowohl bei den hart- als auch bei den weichschaligen Eiern nicht signifikant. Signifikant unterschieden sich die Eier der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) und der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*), sowie die Eier der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) und der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*). Die Vergleiche aller anderen Gruppen miteinander erbrachten keine signifikanten Unterschiede. Der Natriumgehalt des Eiinhalts ist **Tabelle 4-14** zu entnehmen.

Beim Natriumgehalt im Gesamtei konnten sowohl die beiden Gruppen mit hart- als auch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern nach dem t-Test nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden ANOVA unterschieden sich die Gruppen des gleichen Eischalentyps jedoch jeweils nicht statistisch signifikant. Die hartschaligen Eier der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) unterschieden sich statistisch signifikant von den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*), jedoch nicht signifikant von den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*). Alle anderen Vergleiche zwischen den Gruppen ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die Natriumgehalte im Gesamtei der untersuchten Gruppen sind **Tabelle 4-14** zu entnehmen.

**Tabelle 4-14:** Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	4,74 ± 0,52 (n = 128)	6,22 ± 1,58 (n = 83)	5,75 ± 1,14 (n = 70)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	5,17 ± 0,23 (n = 8)	8,38 ± 1,37 (n = 3)	7,09 ± 1,06 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	4,68 ± 0,30 (n = 38)	4,93 ± 2,16 (n = 31)	4,68 ± 1,99 (n = 9)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	2,26 ± 0,46 (n = 12)	4,83 ± 0,40 (n = 20)	4,61 ± 0,31 (n = 7)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	3,37 ± 0,57 (n = 7)	6,11 ± 0,80 (n = 13)	8,03 ± 3,52 (n = 5)

#### 4.1.2.3.5 Kalium (K)

Beim Kaliumgehalt in der Schale konnten sowohl die beiden Gruppen mit hartschaligen als auch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Zwischen den weichschaligen Eiern und den hart- beziehungsweise flexibelschaligen Eiern konnte ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die hart- und flexibelschaligen Eier unterschieden sich in Bezug auf diesen Parameter statistisch nicht signifikant. Die Kaliumgehalte in der Schale sind **Tabelle 4-15** zu entnehmen.

Beim Eiinhalt konnte nach dem t-Test in Bezug auf den Kaliumgehalt keine Zusammenfassung der beiden Gruppen mit hartschaligen und der beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern vorgenommen werden. In der nachfolgenden einfachen Varianzanalyse unterschieden sich die Gruppen des gleichen Eischalentyps jedoch jeweils nicht signifikant voneinander. Beide Gruppen mit weichschaligen Eiern unterschieden sich signifikant von der Gruppe der hartschaligen Eier der Landschildkröten und der flexibelschaligen Eier. Alle anderen Vergleiche der Gruppen untereinander ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die Kaliumgehalte im Eiinhalt der verschiedenen Spezies sind **Tabelle 4-15** zu entnehmen.

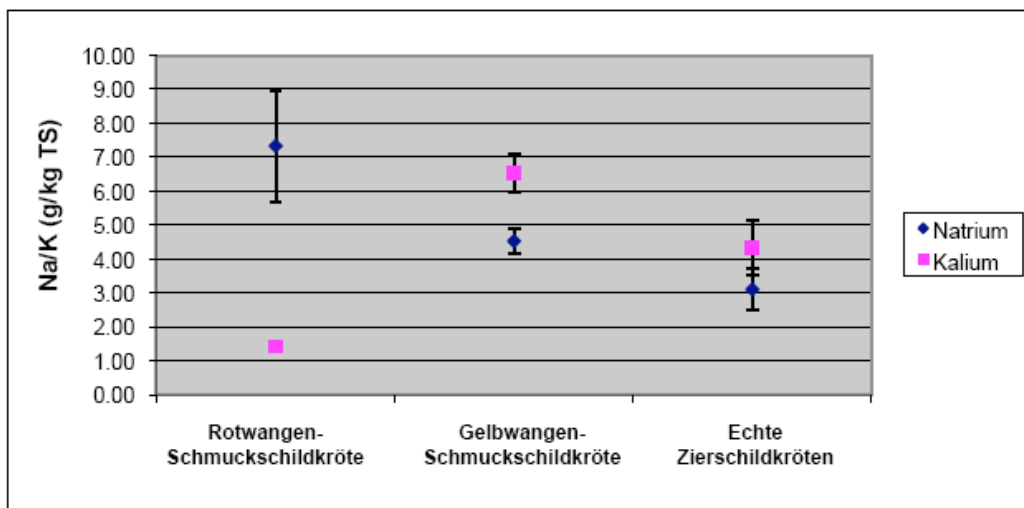
Beim Kaliumgehalt im Gesamtei konnten die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden, die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nicht. In der nachfolgenden ANOVA zeigten die beiden letztgenannten Gruppen jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied untereinander. Signifikant unterschieden sich in Hinblick auf den Gesamt-Kaliumgehalt nur die weichschaligen Eier von Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) und Bartagame (*Pogona vitticeps*) von den hartschaligen Landschildkröteneiern (*Testudinidae*). Die statistische Überprüfung der anderen Gruppen erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

Es ist jedoch anzumerken, dass tendenziell ein niedrigerer Kaliumgehalt im Gesamtei der hart- und flexibelschaligen Schildkröteneier im Vergleich zu den weichschaligen Schuppenkriechtiereiern festgestellt wurde (siehe **Tabelle 4-15**).

**Tabelle 4-15:** Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

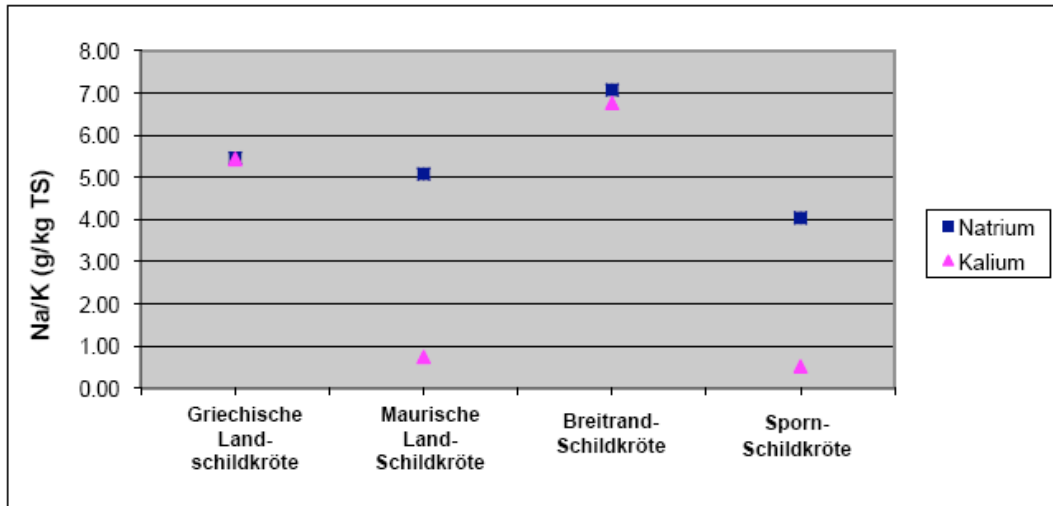
	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	0,66 ± 0,18 (n = 128)	5,85 ± 0,91 (n = 83)	3,96 ± 0,61 (n = 70)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	0,79 ± 0,32 (n = 8)	7,42 ± 0,32 (n = 3)	4,96 ± 0,78 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	1,14 ± 0,20 (n = 38)	5,43 ± 1,16 (n = 31)	4,74 ± 0,94 (n = 9)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	2,41 ± 1,46 (n = 12)	10,31 ± 1,01 (n = 20)	10,22 ± 1,04 (n = 7)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	2,83 ± 1,54 (n = 7)	12,55 ± 1,74 (n = 13)	11,44 ± 2,14 (n = 5)

Bei den Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) waren starke Schwankungen im Kaliumgehalt des Eiinhalts der Eier der verschiedenen Spezies feststellbar. Die Natriumgehalte verhielten sich zu den Kaliumgehalten nicht gegenläufig (siehe **Abbildung 4-6**).



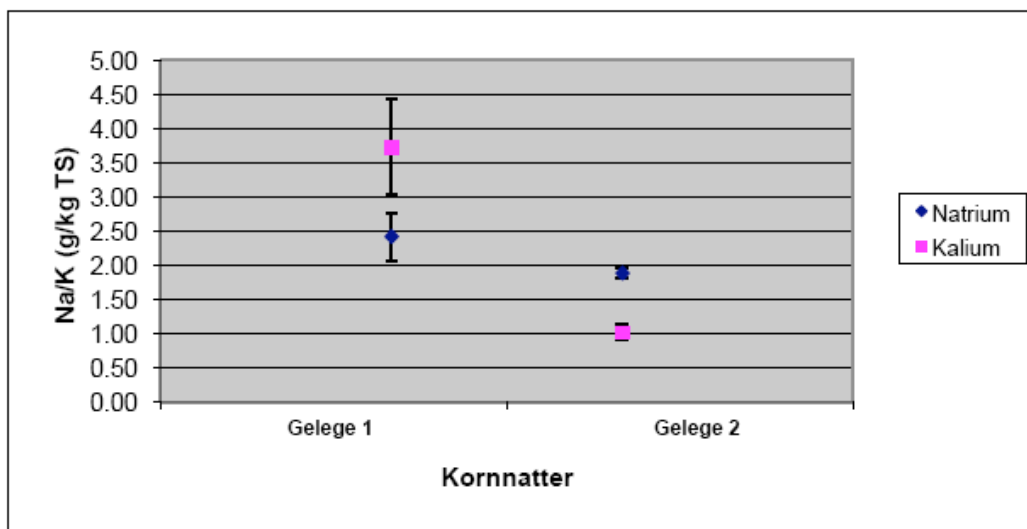
**Abbildung 4-6:** Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) im Inhalt der Eier verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*)

Auch beim Inhalt der Eier der verschiedenen Landschildkrötenspezies fielen starke Unterschiede im Kaliumgehalt auf. Eine generell gegenläufige Tendenz von Natrium- und Kaliumgehalt konnte nicht beobachtet werden (siehe **Abbildung 4-7**).



**Abbildung 4-7:** Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) im Inhalt der Eier verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*)

Die Kalium- und Natriumgehalte der Schale der Eier zweier Kornnattergelege (*Pantherophis guttatus*) sind in **Abbildung 4-8** dargestellt. Es fällt eine deutliche Variation beider Parameter in verschiedenen Gelegen auf.



**Abbildung 4-8:** Natrium- und Kaliumgehalt (g/kg TS) in den Schalen der Eier zweier verschiedener Kornnattergelege (*Pantherophis guttatus*)

#### 4.1.2.3.6 Magnesium (Mg)

Beim Magnesiumgehalt in der Eischale konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden, auch in der anschließenden einfachen Varianzanalyse unterschieden sie sich signifikant. Da bei den Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) die Messung dieses Parameters mangels ausreichenden Probenmaterials entfiel, waren die Eier der Bartagame (*Pogona vitticeps*) die einzigen Vertreter der weichschaligen Eier, bei denen Magnesium in der Eischale gemessen wurde.

Die hartschaligen Landschildkröteneier (*Testudinidae*) unterschieden sich statistisch signifikant von den flexibelschaligen Neuwelt-Sumpfschildkröteneiern (*Emydidae*) und den weichschaligen Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*). Die statistische Überprüfung der anderen Gruppen miteinander ergab keine signifikanten Unterschiede. Tendenziell ließ sich jedoch ein zunehmender Magnesiumgehalt in der Eischale mit abnehmendem Kalzifizierungsgrad erkennen (siehe **Tabelle 4-16**).

Beim Eiinhalt konnten die beiden Gruppen mit weich- und die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in Bezug auf den Magnesiumgehalt in jeweils eine Gruppe zusammengefasst werden. Ein statistisch signifikanter Unterschied war zwischen den flexibelschaligen Eiern und den beiden anderen Gruppen der hart- beziehungsweise weichschaligen Eier erkennbar, während sich die beiden letztgenannten Gruppen nicht signifikant voneinander unterschieden. Der Magnesiumgehalt im Eiinhalt der untersuchten Gruppen ist **Tabelle 4-16** zu entnehmen.

In Bezug auf den Magnesiumgehalt im Gesamtei konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. Diese unterschied sich statistisch signifikant von der Gruppe der flexibelschaligen Eier. Eine statistische Überprüfung der Gruppe der Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) erschien aufgrund der geringen Probenanzahl ( $n = 2$ ) nicht sinnvoll. Analog zum Magnesiumgehalt der Eischale war tendenziell eine Zunahme von Magnesium im Gesamtei mit abnehmendem Kalzifizierungsgrad der Schale erkennbar (siehe **Tabelle 4-16**).

**Tabelle 4-16:** Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	0,51 ± 0,06 (n = 63)	0,90 ± 0,11 (n = 52)	0,79 ± 0,06 (n = 36)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	0,62 ± 0,07 (n = 8)	0,92 ± 0,10 (n = 3)	0,83 ± 0,05 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	1,80 ± 0,30 (n = 17)	1,01 ± 0,09 (n = 26)	1,10 ± 0,07 (n = 5)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	NA	0,94 ± 0,10 (n = 11)	NA
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	2,72 ± 0,36 (n = 7)	0,85 ± 0,17 (n = 8)	1,21 ± 0,31 (n = 2)

#### 4.1.2.4 Spurenelemente in Schale und Inhalt

Aus den ermittelten Nährstoffgehalten in Eischale und Eiinhalt wurde aus den Eiern, bei denen der jeweilige Nährstoff aus beiden Eianteilen gemessen wurde, nachträglich der Gehalt im Gesamtei kalkuliert. Dies erfolgte aufgrund deutlicher Messwertschwankungen, unterschiedlicher Trockensubstanz von Eischale und Eiinhalt in verschiedenen Proben und Schwankungen in der Verteilung von Schale und Inhalt im Ei nicht aus dem mittleren Nährstoffgehalt. Da jedoch nicht gewährleistet werden konnte, dass dieselben Spurenelemente immer aus Schale und Inhalt desselben Eis gemessen wurden, schwankt die Anzahl der errechneten Gesamtgehalte teilweise beträchtlich.

##### 4.1.2.4.1 Eisen (Fe)

Der Eisengehalt in der Schale wurde nur bei den Schildkröteneiern gemessen. Die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern konnten hierbei statistisch nicht zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Zwischen allen drei Gruppen erwies sich der Unterschied statistisch als signifikant. Innerhalb der Messwerte der Eier aller drei Familien waren sehr große Schwankungen der Eisengehalte feststellbar (siehe **Tabelle 4-17**).

Beim Eisengehalt im Inhalt konnten sowohl die beiden Gruppen mit weichschaligen als auch die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Die hartschaligen Eier unterschieden sich statistisch signifikant sowohl von den flexibel- als auch den weichschaligen Eiern. Zwischen den beiden letztgenannten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Eisengehalte im Eiinhalt der untersuchten Gruppen sind **Tabelle 4-17** zu entnehmen.

Aufgrund der geringen Probenanzahl beim Gesamt-Eisengehalt im Ei bei den Altwelt- (*Geoemydidae*) und Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) war eine statistische Überprüfung nicht möglich. Die durchschnittlichen Gehalte sind **Tabelle 4-17** zu entnehmen.

**Tabelle 4-17:** Eisengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	19,27 ± 14,60 (n = 63)	53,52 ± 14,61 (n = 52)	40,10 ± 6,41 (n = 36)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	2,31 ± 1,14 (n = 8)	44,60 ± 1,35 (n = 3)	28,55 ± 2,57 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	87,73 ± 107,08 (n = 11)	66,54 ± 15,84 (n = 25)	84,90 ± 66,25 (n = 2)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	NA	77,99 ± 16,43 (n = 11)	NC
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	NA	81,37 ± 10,91 (n = 8)	NC

#### 4.1.2.4.2 Kupfer (Cu)

Beim Kupfergehalt in der Eischale konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nach dem t-Test nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden, wenn auch in der anschließenden ANOVA kein signifikanter Unterschied zwischen ihnen festzustellen war. Da bei den weichschaligen Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*) auf eine Messung dieses Parameters aufgrund geringer Probenmengen verzichtet wurde, war die Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) die einzige Spezies mit weichschaligen Eiern, bei der Kupfer in

der Eischale gemessen wurde. Signifikant unterschieden sich die Kornnattereier (*Pantherophis guttatus*) von den Eiern der beiden Gruppen mit harten Eischalen. Ebenso bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den flexibelschaligen Eiern und den hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*). Die flexibelschaligen Eier unterschieden sich weder von den hartschaligen Altwelt-Sumpfschildkröteneiern (*Geoemydidae*), noch von den weichschaligen Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*) signifikant.

Es wurde jedoch eine Tendenz zu vermehrtem Kupfergehalt in der Eischale bei abnehmendem Kalzifizierungsgrad gesehen (siehe **Tabelle 4-18**).

Beim Kupfergehalt im Eiinhalt konnten sowohl die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern als auch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern jeweils in eine Gruppe zusammengefasst werden. Die hartschaligen Eier unterschieden sich signifikant von den flexibel- und weichschaligen Eiern. Der Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Gruppen war nicht statistisch signifikant. Die Kupfergehalte im Eiinhalt der untersuchten Gruppen sind **Tabelle 4-18** zu entnehmen.

Beim Kupfergehalt des Gesamteis konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. Auch in der nachfolgenden einfachen Varianzanalyse zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die statistische Überprüfung ergab bei keinem Vergleich verschiedener Gruppen einen signifikanten Unterschied.

Die Kupfergehalte des Gesamteis der untersuchten Gruppen sind **Tabelle 4-18** zu entnehmen.



**Tabelle 4-18:** Kupfergehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	6,29 ± 1,00 (n = 63)	3,78 ± 0,91 (n = 52)	4,47 ± 1,04 (n = 36)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	6,72 ± 0,11 (n = 8)	3,25 ± 0,62 (n = 3)	4,12 ± 0,61 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	11,89 ± 3,63 (n = 14)	3,52 ± 2,49 (n = 26)	5,72 ± 3,28 (n = 5)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	14,52 ± 0,69 (n = 12)	3,09 ± 0,50 (n = 11)	4,18 ± 0,41 (n = 5)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	NA	2,59 ± 0,54 (n = 8)	NC

Beim mittleren Kupfergehalt des Inhalts der Neuwelt-Sumpfschildkröteneier (*Emydidae*) fiel auf, dass die Eier eines Geleges der Rotwangen-Schmuckschildkröten (*Trachemys scripta elegans*) mit  $8,96 \pm 0,81$  mg/kg der Trockensubstanz (n = 4) deutlich über dem Durchschnitt der anderen Eier dieser Familie lagen ( $2,53 \pm 0,77$  mg/kg TS; n= 22). Sämtliche Einzelmessergebnisse dieser Eier sind **Anhang 3** zu entnehmen.

Ebenso fiel bei einem Ei der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) in der Schale ein doppelt so hoher, beim Inhalt ein dreifach höherer Wert als der Mittelwert aller anderen Eier der Landschildkröten (*Testudinidae*) auf. Die anderen Eier dieses Geleges waren in Hinblick auf den Kupfergehalt in der Schale unauffällig, in Bezug auf den Kupfergehalt des Eiinhalts gab es keinen Vergleichswert desselben Geleges (Ei-Nummer ESK 012, siehe **Anhang 3**).

#### 4.1.2.4.3 Zink (Zn)

In Bezug auf den Zinkgehalt in der Eischale konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. Bei den Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) wurde der Zinkgehalt aufgrund geringer Probenmengen in der Schale nicht ermittelt. Daher waren die Eier der Bartagame (*Pogona vitticeps*) die einzigen weichschaligen Eier, bei denen dieser Parameter in der

Eischale gemessen wurde. Die hartschaligen Eier unterschieden sich signifikant von den weich- und flexibelschaligen Eiern, während sich die beiden letztgenannten Gruppen nicht signifikant unterschieden. Der Zinkgehalt in der Schale der untersuchten Spezies ist in **Tabelle 4-19** dargestellt.

Beim Zinkgehalt des Eihalts konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden, die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern nicht. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte zwischen der zusammengefassten Gruppe der hartschaligen Eier und den flexibelschaligen Eiern, sowie der Gruppe der hartschaligen Eier und der Gruppe der weichschaligen Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) festgestellt werden. Der Unterschied zwischen den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) und den hartschaligen Eiern stellte sich als nicht signifikant heraus. Ebenso nicht statistisch zu unterscheiden waren die Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) und die Neuwelt-Sumpfschildkröteneier (*Emydidae*) (siehe **Tabelle 4-19**).

Beim Zinkgehalt des Gesamteis konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. Diese unterschied sich signifikant von der Gruppe der flexibelschaligen Eier. Die statistische Prüfung der Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) wurde aufgrund der geringen n-Zahl nicht durchgeführt (siehe **Tabelle 4-19**).

**Tabelle 4-19:** Zinkgehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalen- typ	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	2,06 ± 3,16 (n = 38)	73,31 ± 5,76 (n = 52)	49,54 ± 4,35 (n = 36)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	1,17 ± 0,98 (n = 8)	82,15 ± 21,38 (n = 3)	51,86 ± 15,40 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	6,54 ± 3,88 (n = 17)	52,11 ± 15,26 (n = 27)	41,97 ± 6,57 (n = 8)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	NA	80,73 ± 6,09 (n = 11)	NC
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	6,39 ± 2,31 (n = 7)	42,51 ± 7,14 (n = 8)	48,64 ± 0,85 (n = 2)

#### 4.1.2.4.4 Selen (Se)

Beim Selengehalt in der Eischale konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden, die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern nicht. In der anschließenden ANOVA unterschieden sich die beiden Gruppen der weichschaligen Eier ebenfalls signifikant. Die weichschaligen Kornnattereier (*Pantherophis guttatus*) und die zusammengefasste Gruppe der hartschaligen Eier unterschieden sich von allen Gruppen statistisch signifikant. Nur der Unterschied zwischen flexibelschaligen Neuwelt-Sumpfschildkröteneiern (*Emydidae*) und weichschaligen Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*) war statistisch nicht signifikant. Besonders auffällig waren die sehr hohen Selengehalte der Kornnattereisalen (*Pantherophis guttatus*) im Vergleich zu den anderen Gruppen (siehe **Tabelle 4-20**).

Beim Selengehalt im Eihalt konnten nach dem t-Test weder die beiden Gruppen mit hartschaligen, noch die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern zu jeweils einer Gruppe zusammengefasst werden. Aufgrund der geringen Probenmenge und großen Streuung des Messwertes bei der Selenbestimmung im Eihalt der Altwelt-Sumpfschildkröteneier (*Geoemydidae*) wurde auf eine statistische Überprüfung dieser Gruppe verzichtet. Die beiden Gruppen mit weichschaligen Eiern unterschieden sich auch in der ANOVA signifikant voneinander. Die flexibelschaligen Eier unterschieden sich signifikant sowohl von den hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) als auch von den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*), nicht jedoch von den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*). Die weichschaligen Eier der letztgenannten Spezies waren statistisch signifikant von den hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) zu unterscheiden. Die Selengehalte der einzelnen Gruppen sind **Tabelle 4-20** zu entnehmen.

Beim Selengehalt des Gesamteis konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern nach dem t-Test nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. Aufgrund der geringen n-Zahl und der großen Messwertschwankung wurde hier, wie schon bei der Eischale, auf eine statistische Überprüfung der Eier der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) verzichtet. Ebenfalls verzichtet wurde auf die statistische Überprüfung der Bartagameneier (*Pogona vitticeps*).

In der einfachen Varianzanalyse waren die hartschaligen Eier der Landschildkröten (*Testudinidae*) statistisch sowohl von den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) als auch von den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) signifikant zu unterscheiden. Der Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Gruppen zueinander war nicht statistisch signifikant (siehe **Tabelle 4-20**).

**Tabelle 4-20:** Selengehalt ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	$364 \pm 106$ (n = 40)	$123 \pm 57$ (n = 36)	$219 \pm 62$ (n = 20)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	$512 \pm 374$ (n = 8)	$426 \pm 113$ (n = 3)	$506 \pm 241$ (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	$224 \pm 87$ (n = 18)	$408 \pm 104$ (n = 26)	$379 \pm 46$ (n = 6)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	$1002 \pm 388$ (n = 12)	$307 \pm 91$ (n = 11)	$342 \pm 85$ (n = 5)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	$99 \pm 33$ (n = 7)	$111 \pm 19$ (n = 8)	$116 \pm 5$ (n = 2)

#### 4.1.2.4.5 Mangan (Mn)

Nach dem t-Test konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in Bezug auf den Mangengehalt in der Eischale nicht in eine Gruppe zusammengefasst werden. Bei den Bartagamen wurde dieser Prüfparameter nicht gemessen. Die einfache Varianzanalyse ergab, dass statistisch kein signifikanter Unterschied zwischen allen untersuchten Gruppen vorlag (siehe **Tabelle 4-21**).

Beim Mangengehalt des Eiinhalts konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. In der anschließenden ANOVA waren die zusammengefasste Gruppe der hartschaligen Eier, die Gruppe der flexibelschaligen und die Gruppe der weichschaligen Kornnattereier (*Pantherophis guttatus*) statistisch signifikant voneinander zu unterscheiden. Bei den Bartagamen (*Pogona vitticeps*) lag der

Mangengehalt unterhalb der Nachweisgrenze (siehe **Tabelle 4-21**), weshalb keine statistische Überprüfung dieser Gruppe durchgeführt wurde.

Beim Mangengehalt des Gesamteis konnten die beiden Gruppen mit hartschaligen Eiern in eine Gruppe zusammengefasst werden. Diese unterschied sich signifikant von der Gruppe der Kornnattereier (*Pantherophis guttatus*), eine statistische Überprüfung der Neuwelt-Sumpfschildkröteneier (*Emydidae*) fand aufgrund der geringen n-Zahl nicht statt (siehe **Tabelle 4-21**).

**Tabelle 4-21:** Mangengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Reptilieneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	5,03 ± 0,42 (n = 48)	0,92 ± 0,82 (n = 36)	2,51 ± 2,02 (n = 21)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	5,50 ± 0,07 (n = 8)	0,62 ± 0,35 (n = 3)	2,12 ± 0,21 (n = 3)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	5,44 ± 1,86 (n = 11)	1,57 ± 0,78 (n = 22)	1,86 ± 0,67 (n = 2)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	6,12 ± 2,98 (n = 12)	2,60 ± 0,70 (n = 11)	0,84 ± 0,96 (n = 5)
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	NA	<1 (n = 8)	NC

### 4.1.3 Untersuchungsergebnisse von Eigelb und Eiklar

Bei 84 Schildkröteneiern wurde der Eiinhalt in Eiklar und Eigelb getrennt (48 Landschildkröteneier, 31 Neuwelt-Sumpfschildkröteneier und 5 Altwelt-Sumpfschildkröteneier; genaue Einteilung siehe **Kapitel 3.2.2.2**).<sup>10</sup> Das Eigelb wurde nach der Trocknung auf Roh Nährstoffe, Mengen- und Spurenelementgehalte untersucht, die Ergebnisse wurden mit den Analyseergebnissen des Eiinhalts verglichen. Bei den Vergleichs-Messwerten des Eiinhalts wurden Spezies, bei deren Eiern keine Trennung von Eigelb und Eiklar durchgeführt wurde, aus der Darstellung der Ergebnisse der Eiinhalte genommen. Sämtliche Analyseergebnisse des Eigelbs können **Anhang 3 bis 6** entnommen werden.

Das Eiklar konnte aufgrund der sehr geringen Mengen nach der Trocknung nicht weiter auf seine Inhaltsstoffe untersucht werden.

#### 4.1.3.1 Ursprüngliche Substanz (uS) von Eigelb und Eiklar

Der prozentuale Anteil des Eiklars am nicht getrockneten Gesamtei lag bei den Eiern aller drei Schildkrötenfamilien durchschnittlich bei circa 38 %.

Das Verhältnis von Eigelb zu Eiklar war bei den hartschaligen Eiern der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) mit knapp über 1:1 am niedrigsten, während bei den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) der Anteil des Eigelbs deutlich höher war (siehe **Tabelle 4-22**).

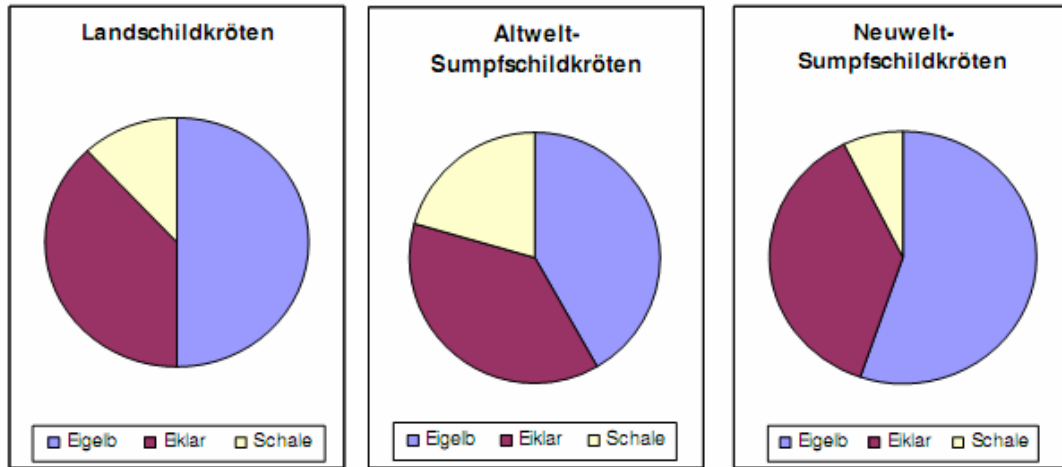
**Tabelle 4-22:** Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am ungetrockneten Ei und Verhältnis von Eigelb zu Eiklar bei Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalen- typ	Eigelb	Eiklar	Verhältnis Eigelb : Eiklar	n
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	50,1 ± 4,7 <sup>a</sup>	38,0 ± 4,9 <sup>a</sup>	1,4 ± 0,4 <sup>a</sup>	46
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	41,7 ± 8,1 <sup>b</sup>	37,8 ± 5,0 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,3 <sup>a</sup>	5
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	55,4 ± 10,2 <sup>c</sup>	37,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,6 ± 0,8 <sup>a</sup>	28

<sup>a,b</sup> Mittelwerte in einer Spalte, die nicht mit demselben Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

<sup>10</sup> Bei den weichschaligen Eiern der Echsen und Schlangen war eine Trennung des Eiinhalts aufgrund seines unterschiedlichen Aufbaus nicht möglich (keine erkennbare Eiklarfraktion, siehe **Kapitel 2.4.5**).

Der prozentuale Anteil von Schale, Eigelb und Eiklar des ungetrockneten Gesamteis ist **Abbildung 4-9** zu entnehmen. Hierbei wird deutlich, dass die Schale bei den hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) und der Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) einen deutlich höheren Anteil am Gesamtei hatte als bei den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*).



**Abbildung 4-9:** Prozentualer Anteil von Eigelb, Eiklar und Schale am ungetrockneten Ei bei Eiern verschiedener Schildkrötenfamilien

#### 4.1.3.2 Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am getrockneten Ei

Nach der Trocknung betrug der Anteil des stark wasserhaltigen Eiklars durchschnittlich nur noch 1,9 - 2,8 % des Gesamteis (siehe **Tabelle 4-23**).

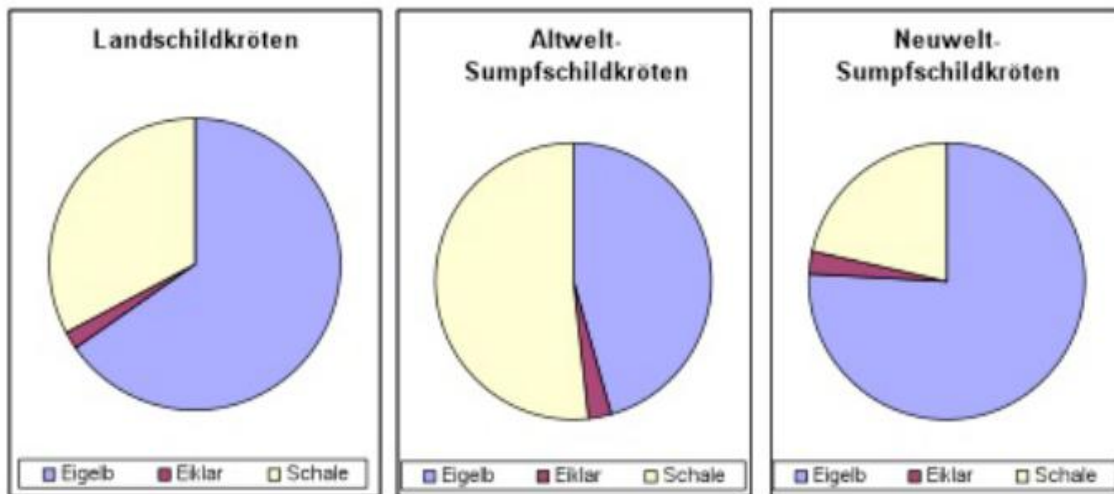
Das Eigelb stellte bei Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) und Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) den größten Teil des getrockneten Eis dar, während bei den Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) der Anteil des Eigelbs unter 50% lag (siehe **Tabelle 4-23**).

**Tabelle 4-23:** Prozentualer Anteil von Eigelb und Eiklar am getrockneten Ei und Verhältnis von Eigelb zu Eiklar bei Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Eigelb	Eiklar	Verhältnis Eigelb:Eiklar	n
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	65,4 ± 4,9 <sup>a</sup>	1,9 ± 0,5 <sup>a</sup>	38,7 ± 13,6 <sup>a</sup>	46
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	45,6 ± 14,4 <sup>b</sup>	2,8 ± 0,8 <sup>b</sup>	18,4 ± 11,4 <sup>b</sup>	5
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	75,8 ± 3,2 <sup>c</sup>	2,7 ± 1,2 <sup>b</sup>	31,9 ± 10,3 <sup>c</sup>	28

<sup>a,b,c</sup> Mittelwerte in einer Spalte, die nicht mit demselben Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

In **Abbildung 4-10** ist die prozentuale Verteilung von Eigelb, Eiklar und Schale im getrockneten Ei bei den verschiedenen Schildkrötenfamilien dargestellt. Der Anteil des Eiklars ist bei allen Gruppen vergleichbar. Der Anteil der Schale ist bei den hartschaligen Eiern höher als der der flexibelschaligen Eier der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*), wobei er bei den Eiern der Altwelt-Sumpfschildkröten sogar über 50 % ausmacht.



**Abbildung 4-10:** Prozentualer Anteil von Eigelb, Eiklar und Schale am getrockneten Ei bei Eiern verschiedener Schildkrötenfamilien



### 4.1.3.3 Rohnährstoffe

#### 4.1.3.3.1 Trockensubstanz (TS)

Aus den oben beschriebenen Beobachtungen ergibt sich für das Eiklar ein Wassergehalt von über 95 %, für das Eigelb von etwa 60 % (siehe **Tabelle 4-24**).

**Tabelle 4-24:** Trockensubstanz (% uS) von Eigelb und Eiklar von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Eigelb	Eiklar
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	41,39 ± 4,39 <sup>a</sup> (n = 46)	1,63 ± 0,39 <sup>a</sup> (n = 46)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	39,35 ± 4,04 <sup>ab</sup> (n = 5)	2,74 ± 0,62 <sup>b</sup> (n = 5)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	35,83 ± 6,15 <sup>b</sup> (n = 31)	1,99 ± 0,67 <sup>c</sup> (n = 31)

<sup>a,b,c</sup> Mittelwerte in einer Spalte, die nicht mit demselben Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

#### 4.1.3.3.2 Rohprotein (Rp)

Beim Rohproteingehalt des Eigelbs der drei Schildkröten-Familien ließ sich kein signifikanter Unterschied zum Gehalt im Eiinhalt feststellen (siehe **Tabelle 4-25**).

**Tabelle 4-25:** Rohproteingehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Inhalt	Eigelb
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	56,18 ± 1,36 (n = 48)	55,80 ± 1,37 (n = 32)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	56,03 ± 2,08 (n = 3)	55,30 ± 3,11 (n = 5)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	53,57 ± 1,26 (n = 28)	53,48 ± 1,68 (n = 13)

#### 4.1.3.3.3 Rohfett (Rfe)

Der Rohfettgehalt der Eier der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) war im Eigelb signifikant höher als im Eiinhalt. Bei den Gehalten der anderen verglichenen Gruppen ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen (siehe **Tabelle 4-26**).

**Tabelle 4-26:** Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Inhalt	Eigelb
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	23,97 ± 4,41 (n = 45)	22,95 ± 5,95 (n = 30)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	26,34 ± 0,66 (n = 3)	27,40 ± 2,98 (n = 5)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	25,03 ± 5,13 (n = 26)	29,00 ± 3,31* (n = 12)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu Ergebnissen des Inhalts (p < 0,05)

#### 4.1.3.3.4 Rohasche (Ra)

Der Rohaschegehalt war bei den Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) und Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) im Inhalt signifikant höher als im Eigelb (siehe **Tabelle 4-27**).

**Tabelle 4-27:** Rohaschegehalt (% TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	Schalentyp	Inhalt	Eigelb
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	4,86 ± 0,46 (n = 37)	4,31 ± 0,23*
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	5,62 ± 0,42 (n = 3)	4,67 ± 0,32*
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	4,96 ± 0,34 (n = 23)	4,92 ± 0,17 (n = 12)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu Ergebnissen des Inhalts (p < 0,05)

#### 4.1.3.4 Mengenelemente im Eigelb

Beim Kalzium- und beim Phosphorgehalt ließ sich für alle 3 Schildkröten-Familien kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Eigelb und Eiinhalt feststellen (siehe **Tabelle 4-28**).

**Tabelle 4-28:** Kalzium- und Phosphorgehalt (g/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	<b>Schalen- typ</b>	<b>Ca Inhalt</b>	<b>P Inhalt</b>	<b>Ca Eigelb</b>	<b>P Eigelb</b>
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	hart	3,51 ± 0,61 (n = 44)	13,50 ± 0,72 (n = 46)	3,25 ± 0,43 (n = 35)	13,24 ± 1,41 (n = 35)
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	hart	5,87 ± 1,68 (n = 3)	13,60 ± 0,40 (n = 3)	4,52 ± 0,44 (n = 5)	13,63 ± 0,90 (n = 5)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	flexibel	5,66 ± 0,32 (n = 23)	12,68 ± 1,06 (n = 24)	5,67 ± 0,64 (n = 16)	12,10 ± 0,68 (n = 16)

Die Natrium-, Kalium- und Magnesiumgehalte waren im Inhalt bei allen drei Schildkrötenfamilien höher als im Eigelb (siehe **Tabelle 4-29**).

**Tabelle 4-29:** Natrium-, Kalium- und Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	<b>Na Inhalt</b>	<b>K Inhalt</b>	<b>Mg Inhalt</b>	<b>Na Eigelb</b>	<b>K Eigelb</b>	<b>Mg Eigelb</b>
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	5,99 ± 2,05 (n = 46)	5,80 ± 1,09 (n = 46)	0,82 ± 0,12 (n = 20)	3,23 ± 0,97* (n = 35)	5,27 ± 0,48* (n = 35)	0,68 ± 0,12* (n = 14)
Altwelt- Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	8,38 ± 1,37 (n = 3)	7,42 ± 0,32 (n = 3)	0,92 ± 0,10 (n = 3)	4,59 ± 1,22* (n = 5)	5,18 ± 0,81* (n = 5)	0,69 ± 0,15 (n = 5)
Neuwelt- Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	5,04 ± 2,44 (n = 24)	5,34 ± 1,31 (n = 24)	1,00 ± 0,10 (n = 19)	3,34 ± 1,59* (n = 16)	5,25 ± 0,28 (n = 16)	0,69 ± 0,06* (n = 8)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu Ergebnissen des Inhalts (p < 0,05)

#### 4.1.3.5 Spurenelemente im Eigelb

Der durchschnittliche Kupfergehalt war beim Eigelb der Neuwelt-Sumpfschildkröteneier (*Emydidae*) signifikant höher als beim Inhalt. Der Zinkgehalt lag bei den Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten (*Emydidae*) und Landschildkröten (*Testudinidae*) im Inhalt signifikant niedriger als im Eigelb (siehe **Tabelle 4-30**).

**Tabelle 4-30:** Kupfer- und Zinkgehalt (mg/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	<b>Cu Inhalt</b>	<b>Zn Inhalt</b>	<b>Cu Eigelb</b>	<b>Zn Eigelb</b>
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	3,99 ± 1,37 (n = 20)	70,10 ± 6,55 (n = 20)	4,09 ± 0,77 (n = 14)	77,95 ± 8,77*
Altwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	3,25 ± 0,62 (n = 3)	44,87 ± 17,30 (n = 13)	4,15 ± 0,90 (n = 5)	43,07 (n = 2)
Neuwelt-Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	3,86 ± 2,77 (n = 19)	52,36 ± 17,72 (n = 20)	10,43 ± 3,50* (n = 8)	70,55 ± 13,46* (n = 8)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu Ergebnissen des Inhalts (p < 0,05)

Die Eisen-, Selen- und Mangangehalte in Eigelb und Eiinhalt zeigten zwar im Mittelwert deutliche Unterschiede bei allen Schildkrötenfamilien, allerdings waren diese aufgrund großer Messwertschwankungen nicht statistisch signifikant (siehe **Tabelle 4-31**).

**Tabelle 4-31:** Eisen-, Mangan- (mg/kg TS) und Selengehalt (µg/kg TS) in Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern verschiedener Spezies

	<b>Fe Inhalt [mg/kg TS]</b>	<b>Mn Inhalt [mg/kg TS]</b>	<b>Se Inhalt [µg/kg TS]</b>	<b>Fe Eigelb [mg/kg TS]</b>	<b>Mn Eigelb [mg/kg TS]</b>	<b>Se Eigelb [µg/kg TS]</b>
Landschildkröten ( <i>Testudinidae</i> )	66,0 ± 9,4 (n = 20)	0,91 ± 0,90 (n = 19)	126 ± 75 (n = 19)	75,6 ± 15,9 (n = 14)	1,51 ± 0,43 (n = 14)	86 ± 60 (n = 16)
Altwelt- Sumpfschildkröten ( <i>Geoemydidae</i> )	44,6 ± 1,4 (n = 3)	0,62 ± 0,35 (n = 3)	426 ± 113 (n = 3)	41,4 ± 6,2 (n = 5)	0,26 ± 0,35 (n = 5)	445 ± 39 (n = 5)
Neuwelt- Sumpfschildkröten ( <i>Emydidae</i> )	63,0 ± 5,7 (n = 18)	1,21 ± 0,65 (n = 15)	392 ± 112 (n = 19)	49,7 ± 17,0 (n = 8)	2,02 ± 0,94 (n = 8)	307 ± 88 (n = 8)

#### 4.1.4 Einzelbeobachtungen an weiteren Spezies

Es wurden zusätzlich einzelne Eier jeweils nur eines Geleges verschiedener Reptilienspezies analysiert. Aus der Ordnung *Squamata* wurden weichschalige Eier von drei zusätzlichen Schlangen- und vier Echsenspezies untersucht (siehe **Kapitel 3.2.1.1**). Bei der Untersuchung eines Eis der Königspython (*Python regius*) wurde die Schale vollständig für die Fettanalyse verwendet, weshalb hier nur Ergebnisse zum Eiinhalt zur Verfügung stehen.

Des Weiteren wurden vom Australien-Krokodil (*Crocodylus johnsoni*) zwei hartschalige Eier getrennt in Schale, Eigelb und Eiklar analysiert. Die Ergebnisse der Eischale sollen in diesem Kapitel dargestellt werden. Da jedoch Vergleichswerte zu Untersuchungen des Eigelbs und Eiklars anderer Spezies fehlen, soll für diese Analysenergebnisse auf **Anhang 6** verwiesen werden.

##### 4.1.4.1 Ursprüngliche Substanz (uS)

Das Eigewicht der untersuchten Echten- und Schlangeneier ist **Tabelle 4-32** zu entnehmen.

**Tabelle 4-32:** Gewicht (g) der Eier verschiedener Reptilienspezies

	Eigewicht	Min – Max	n
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>			
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	15,76 ± 1,25	14,35 – 17,28	6
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	25,39 ± 5,06	19,58 – 28,79	3
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	29,70 ± 10,98	9,11 – 40,34	14
Königspython ( <i>Python regius</i> )	71,43		1
<b>Echsen – <i>Lacertilia</i></b>			
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	9,75 ± 2,35	7,38 – 17,22	29
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	6,85	6,70 – 7,08	4
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	31,89	28,11 / 35,66	2
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	47,18	31,46 / 62,89	2
<b>Krokodile – <i>Crocodylia</i></b>			
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	62,29		1

Bei den Gelegen mit weichschaligen Eiern, vor allem aber bei dem einer Roten Speikobra (*Naja mossambica*), fielen teilweise große Schwankungen in der Größe der Eier auf (siehe **Abbildung 4-11**).



**Abbildung 4-11:** Gelege einer Roten Speikobra (*Naja mossambica*). Es fallen große Unterschiede in der Eigröße auf. (Das Gelege wurde zum Transport tiefgefroren.)

#### 4.1.4.2 Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt

Der prozentuale Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Gesamtei ist **Tabelle 4-33** zu entnehmen.

Der prozentuale Anteil der Schale am getrockneten Ei betrug bei den Eiern der Echsenspezies zwischen 9 und 15 %. In diesem Bereich ist auch der Messwert der Eier der Roten Königsnatter (*Lampropeltis triangulum sinaloae*) einzuordnen, während der Anteil der Schale am getrockneten Ei bei den Eiern der beiden anderen Schlangenspezies deutlich darunter beziehungsweise darüber lag.

#### 4.1.4.3 Rohnährstoffe

Die Rohnährstoff-Messwerte von Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies sind **Tabelle 4-34** zu entnehmen.

Bei der Schale sind große Unterschiede zwischen den weichschaligen Eiern der Schlangen und Echsen und den hartschaligen Eiern des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) zu beachten. Während die weichen Eischalen zum überwiegenden Teil aus Protein bestanden, war der Hauptanteil der harten Krokodileischalen Rohasche.

#### 4.1.4.4 Mengenelemente

Der Kalziumgehalt in der weichen Eischale lag bei allen Schuppenkriechtierspezies – außer bei der Roten Speikobra (*Naja mossambica*), bei der er niedriger war – bei über 100 g/kg der Trockensubstanz. Im Vergleich dazu war der Kalziumgehalt der harten Eischalen des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) circa dreimal so hoch (siehe **Tabelle 4-35**).

Der Kalziumgehalt im Inhalt der Echseier war niedriger als der der Schlangeneier.

Die Gehalte an Phosphor, Natrium, Kalium und Magnesium in Schale und Inhalt sind **Tabelle 4-35** zu entnehmen. Bei den Schlangeneischalen musste die Magnesium-Messung außer bei der Spitzkopfnatter (*Gonyosoma oxycephala*) wegen zu geringer Probenmengen entfallen.

#### 4.1.4.5 Spurenelemente

Bei den Eischalen einiger Spezies konnten aufgrund geringer Probenmengen nicht alle Spurenelemente gemessen werden.

Die Spurenelementgehalte in den Eischalen von Schlangen und Echsen sind **Tabelle 4-36** zu entnehmen. Hierbei sollen die Selengehalte hervorgehoben werden. Sie waren bei den

weichen Schalen der Schlangeneier und den harten Krokodileischalen sehr hoch, bei den Schalen der Echseneier deutlich niedriger.

Bei den Spurenelement-Gehalten im Eiinhalt verschiedener Schuppenkriechtiere fielen deutlich niedrigere Gehalte an Zink und Selen in den Echseneiern auf. Die Gehalte aller gemessenen Spurenelemente sind **Tabelle 4-36** zu entnehmen.



**Tabelle 4-33:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei und Verhältnis von Schale und Inhalt bei Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schale [% uS Gesamtei]	Inhalt [% uS Gesamtei]	Verhältnis Schale : Inhalt	Schale [% TS Gesamtei]	Inhalt [% TS Gesamtei]	Verhältnis Schale : Inhalt
<b>Schlangen</b>						
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	7,56 ± 3,37 (n = 5)	92,44 ± 3,37 (n = 5)	0,08 ± 0,04 (n = 5)	12,29 ± 3,71 (n = 6)	87,71 ± 3,71 (n = 6)	0,14 ± 0,05 (n = 6)
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	12,87 ± 3,35 (n = 3)	87,13 ± 3,35 (n = 3)	0,15 ± 0,05 (n = 3)	20,71 ± 1,60 (n = 3)	79,29 ± 1,60 (n = 3)	0,26 ± 0,03 (n = 3)
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	3,70 ± 1,32 (n = 14)	96,30 ± 1,32 (n = 14)	0,04 ± 0,01 (n = 14)	6,58 ± 1,09 (n = 14)	93,42 ± 1,09 (n = 14)	0,07 ± 0,01 (n = 14)
Königspython ( <i>Python regius</i> )	4,90 (n = 1)	95,10 (n = 1)	0,05 (n = 1)	7,76 (n = 1)	92,24 (n = 1)	0,08 (n = 1)
<b>Echsen</b>						
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	10,95 ± 0,31 (n = 4)	89,05 ± 0,31 (n = 4)	0,12 ± 0,004 (n = 4)	12,76 ± 0,96 (n = 4)	87,24 ± 0,96 (n = 4)	0,15 ± 0,01 (n = 4)
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	7,85 (n = 2)	92,15 (n = 2)	0,09 (n = 2)	9,02 (n = 2)	90,98 (n = 2)	0,10 (n = 2)
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	9,34 (n = 2)	90,66 (n = 2)	0,10 (n = 2)	14,56 (n = 2)	85,44 (n = 2)	0,17 (n = 2)
<b>Krokodile</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	12,07 (n = 1)	87,93 (n = 1)	0,14 (n = 1)	NC	NC	NC

**Tabelle 4-34:** Rohnährstoffe (% TS) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schale			Inhalt			
	TS Schale [% uS]	Ra <sup>1</sup> [% TS]	Rp [% TS]	TS [% uS]	Ra [% TS]	Rp [% TS]	Rfe [% TS]
<b>Schlangen</b>							
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	60,89 ± 5,87 (n = 6)	18,77 ± 0,10 (n = 2)	64,50 (n = 2)	35,06 ± 2,16 (n = 6)	7,74 ± 0,15 (n = 6)	47,39 ± 0,77 (n = 6)	16,25 ± 2,27 (n = 6)
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	58,32 ± 8,35 (n = 3)	19,32 ± 7,17 (n = 2)	69,71 (n = 2)	41,53 ± 13,13 (n = 3)	8,25 ± 0,42 (n = 3)	44,65 ± 0,82 (n = 3)	24,15 ± 1,80 (n = 3)
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	38,26 ± 11,56 (n = 14)	17,56 ± 0,46 (n = 4)	73,58 ± 1,06 (n = 5)	23,13 ± 12,93 (n = 14)	7,72 ± 0,51 (n = 14)	49,26 ± 0,68 (n = 14)	27,74 ± 1,67 (n = 14)
Königspython ( <i>Python regius</i> )	NA	NA	NA	25,01 (n = 1)	9,48 (n = 1)	51,36 (n = 1)	19,13 (n = 1)
<b>Echsen</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	NA	NA	NA	54,60 ± 8,06 (n = 29)	5,72 ± 0,28 (n = 29)	48,64 ± 1,57 (n = 29)	34,15 ± 3,50 (n = 29)
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	47,61 ± 3,15 (n = 4)	30,79 (n = 1)	47,03 (n = 1)	49,45 ± 1,25 (n = 4)	5,29 ± 0,10 (n = 4)	41,88 ± 0,44 (n = 4)	38,90 ± 3,05 (n = 4)
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	49,53 (n = 2)	19,29 (n = 2)	58,91 (n = 2)	44,24 (n = 2)	5,86 (n = 2)	47,24 (n = 2)	39,05 (n = 2)
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	57,04 (n = 2)	22,61 (n = 2)	61,53 (n = 2)	44,35 (n = 2)	7,26 (n = 2)	49,75 (n = 2)	26,64 (n = 2)
<b>Krokodile</b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	82,90 (n = 2)	50,71 (n = 2)	11,80 (n = 2)	NA	NA	NA	NA

<sup>1</sup> Zur Rohaschegewinnung wurden die Schalen bei einer Temperatur von 600° C bis zur Gewichtskonstanz verascht. Bei dieser Temperatur geht CaCO<sub>3</sub> bereits in Lösung über (Sá e Sant'Anna et al., 2008), das heißt, die hier präsentierten Werte beinhalten nicht CaCO<sub>3</sub>, sondern CaO nach Verlust von CO<sub>2</sub>.

**Tabelle 4-35:** Kalzium-, Phosphor, Natrium-, Kalium- und Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schale					Inhalt				
	Ca [g/kg TS]	P [g/kg TS]	Na [g/kg TS]	K [g/kg TS]	Mg [g/kg TS]	Ca [g/kg TS]	P [g/kg TS]	Na [g/kg TS]	K [g/kg TS]	Mg [g/kg TS]
<b>Schlangen</b>										
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	102,81 ± 1,60 (n = 3)	3,87 ± 0,29 (n = 3)	3,06 ± 0,14 (n = 3)	2,74 ± 0,20 (n = 3)	NA	17,12 ± 0,31 (n = 6)	17,63 ± 0,57 (n = 6)	4,32 ± 0,33 (n = 6)	8,09 ± 0,51 (n = 6)	0,91 ± 0,06 (n = 6)
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	115,78 (n = 2)	1,72 (n = 2)	3,71 (n = 2)	3,7 (n = 2)	3,36 (n = 2)	19,96 ± 0,42 (n = 3)	15,79 ± 0,35 (n = 3)	5,29 ± 1,48 (n = 3)	7,44 ± 3,14 (n = 3)	1,35 ± 0,30 (n = 3)
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	75,69 ± 7,16 (n = 5)	2,28 ± 0,20 (n = 5)	2,51 ± 0,90 (n = 5)	3,21 ± 0,89 (n = 5)	NA	18,32 ± 0,50 (n = 14)	13,84 ± 0,44 (n = 14)	3,42 ± 1,11 (n = 14)	6,84 ± 2,69 (n = 14)	1,31 ± 0,08 (n = 14)
Königspython ( <i>Python regius</i> )	NA	NA	NA	NA	NA	21,47 (n = 1)	15,78 (n = 1)	5,45 (n = 1)	11,31 (n = 1)	1,28 (n = 1)
<b>Echsen</b>										
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	NA	NA	NA	NA	NA	9,97 ± 0,86 (n = 29)	12,80 ± 1,01 (n = 29)	2,06 ± 0,89 (n = 29)	6,96 ± 1,16 (n = 29)	0,93 ± 0,03 (n = 9)
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	103,38 (n = 2)	5,33 (n = 2)	3,46 (n = 2)	5,50 (n = 2)	4,24 (n = 2)	10,75 ± 0,33 (n = 4)	14,13 ± 0,39 (n = 4)	2,27 ± 0,24 (n = 4)	3,25 ± 0,88 (n = 4)	0,86 ± 0,02 (n = 4)
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	115,62 (n = 2)	4,02 (n = 2)	3,19 (n = 2)	6,03 (n = 2)	4,75 (n = 2)	12,45 (n = 2)	13,02 (n = 2)	2,46 (n = 2)	6,55 (n = 2)	1,10 (n = 2)
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	124,49 (n = 2)	2,83 (n = 2)	4,27 (n = 2)	7,46 (n = 2)	3,72 (n = 2)	15,61 (n = 2)	13,19 (n = 2)	3,71 (n = 2)	7,41 (n = 2)	1,54 (n = 2)
<b>Krokodile</b>										
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	336,09 (n = 2)	0,75 (n = 2)	3,31 (n = 2)	1,40 (n = 2)	2,52 (n = 2)	NA	NA	NA	NA	NA

**Tabelle 4-36:** Eisen-, Kupfer-, Zink-, Mangan- (mg/kg TS) und Selengehalt ( $\mu\text{g/kg TS}$ ) in Schale und Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schale					Inhalt				
	Fe [mg/kg TS]	Cu [mg/kg TS]	Zn [mg/kg TS]	Mn [mg/kg TS]	Se [ $\mu\text{g/kg TS}$ ]	Fe [mg/kg TS]	Cu [mg/kg TS]	Zn [mg/kg TS]	Mn [mg/kg TS]	Se [ $\mu\text{g/kg TS}$ ]
<b>Schlangen</b>										
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	NA	7,29 $\pm 0,15$ (n = 3)	NA	3,29 $\pm 0,01$ (n = 3)	991 $\pm 112$ (n = 3)	70,51 $\pm 14,45$ (n = 6)	2,10 $\pm 0,09$ (n = 6)	95,42 $\pm 6,33$ (n = 6)	5,15 $\pm 0,29$ (n = 6)	364 $\pm 8$ (n = 6)
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	19,79 (n = 2)	6,64 (n = 1)	4,90 (n = 2)	2,24 (n = 2)	301 (n = 2)	64,44 $\pm 0,53$ (n = 3)	2,41 $\pm 0,24$ (n = 3)	63,97 $\pm 1,46$ (n = 3)	3,47 $\pm 0,23$ (n = 3)	597 $\pm 49$ (n = 3)
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	NA	7,26 $\pm 1,82$ (n = 5)	NA	0,56 $\pm 1,68$ (n = 5)	519 $\pm 98$ (n = 5)	71,87 $\pm 3,47$ (n = 14)	3,44 $\pm 0,22$ (n = 14)	78,64 $\pm 4,85$ (n = 14)	0,95 $\pm 0,12$ (n = 14)	875 $\pm 41$ (n = 14)
Königspython ( <i>Python regius</i> )	NA	NA	NA	NA	NA	59,87 (n = 1)	4,42 (n = 1)	118,60 (n = 1)	1,82 (n = 1)	267 (n = 1)
<b>Echsen</b>										
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	NA	NA	NA	NA	NA	93,13 $\pm 6,62$ (n = 9)	4,22 $\pm 0,27$ (n = 8)	40,65 $\pm 3,00$ (n = 9)	0,88 $\pm 0,41$ (n = 9)	218 $\pm 66$ (n = 10)
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	NA	NA	42,19 (n = 2)	NA	209 (n = 2)	72,29 $\pm 17,84$ (n = 4)	2,52 $\pm 0,12$ (n = 4)	50,27 $\pm 1,83$ (n = 4)	9,50 $\pm 11,07$ (n = 4)	402 $\pm 12$ (n = 4)
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	NA	NA	13,37 (n = 2)	NA	90 (n = 2)	61,75 (n = 2)	3,33 (n = 2)	36,50 (n = 2)	0,65 (n = 2)	135 (n = 2)
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	57,57 (n = 2)	5,49 (n = 2)	8,60 (n = 2)	3,41 (n = 2)	189 (n = 2)	77,25 (n = 2)	2,43 (n = 2)	49,94 (n = 2)	0,92 (n = 2)	313 (n = 2)
<b>Krokodile</b>										
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	6,96 (n = 2)	6,37 (n = 2)	7,07 (n = 2)	5,70 (n = 2)	437,5 (n = 2)	NA	NA	NA	NA	NA

## 4.2 Eier von an Legenot erkrankten Tieren

Es wurden Eier von an Legenot erkrankten Tieren folgender Spezies untersucht:

- Griechische Landschildkröte (*Testudo hermanni*)
- Echte Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)
- Kornnatter (*Pantherophis guttatus*)
- Zwergbartagame (*Pogona henrylawsoni*)

Die genaue Auflistung von Eianzahl und Gelegeanzahl der untersuchten Eier an Legenot erkrankter Tiere ist **Kapitel 3.2.1.2** zu entnehmen.

Die Ergebnisse der untersuchten Eier von an Legenot erkrankten Tieren sollen mit Eiern aus physiologischer Eiablage derselben Spezies verglichen werden. Da von der Zwergbartagame (*Pogona henrylawsoni*) keine physiologisch gelegten Eier zum Vergleich zur Verfügung standen, sollen die Eier an Legenot erkrankter Tiere dieser Spezies mit den physiologisch gelegten Eiern der nahe verwandten Bartagame (*Pogona vitticeps*) verglichen werden.

Alle Untersuchungsergebnisse der Eier an Legenot erkrankter Tiere sind **Anhang 8** zu entnehmen.

### 4.2.1 Eigewicht

Das mittlere Gewicht der Eier an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) betrug 18,79 g, hier war im Vergleich zu den Eiern aus physiologischer Eiablage kein signifikanter Unterschied feststellbar. Die Eier erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) wogen mit durchschnittlich 8,35 g weniger als die Vergleichseier gesunder Tiere, wohingegen die Eier erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) im Vergleich mit einem mittleren Gewicht von 9,53 g deutlich schwerer waren als die Eier gesunder Tiere.

## 4.2.2 Anteil von Schale und Inhalt am Gesamtei

### 4.2.2.1 Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei

Der Anteil der Schale am ungetrockneten Ei war bei den Eiern an Legenot erkrankter Tiere aller Spezies signifikant höher als bei den Eiern aus physiologischer Eiablage (siehe **Tabelle 4-37**).

**Tabelle 4-37:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	19,12 ± 5,57* (n = 28)	80,88 ± 5,57* (n = 28)	12,71 ± 2,08 (n = 73)	87,29 ± 2,08 (n = 73)
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	21,00 ± 6,31* (n = 5)	79,00 ± 6,31* (n = 5)	7,24 ± 0,85 (n = 14)	92,76 ± 0,85 (n = 14)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	5,55 ± 0,46* (n = 9)	94,45 ± 0,46* (n = 9)	4,85 ± 1,12 (n = 37)	95,15 ± 1,12 (n = 37)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	6,26 ± 1,73* (n = 37)	93,74 ± 1,73* (n = 37)	3,58 ± 1,33 (n = 85)	96,42 ± 1,33 (n = 85)

\* statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

### 4.2.2.2 Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei

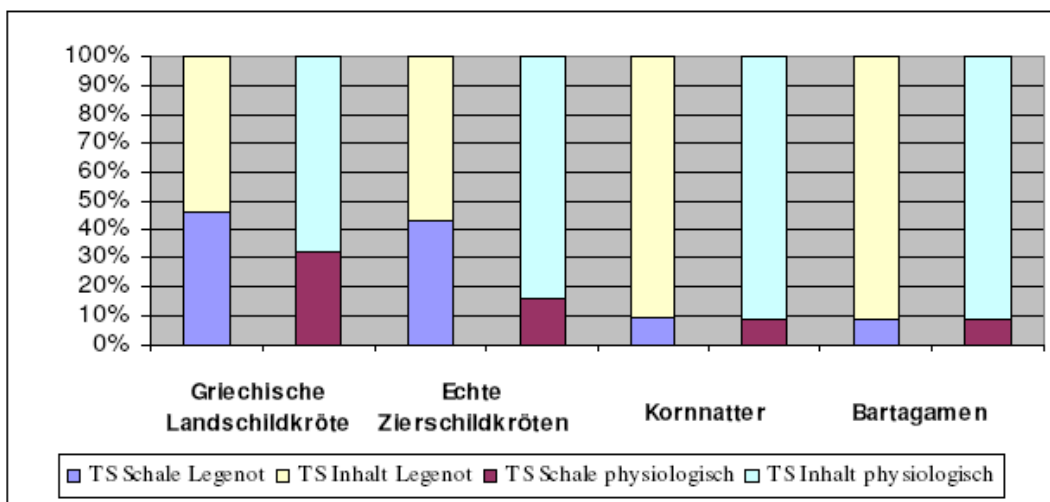
Der durchschnittliche Anteil der Schale am getrockneten Ei war bei den hart- und flexibelschaligen Schildkröteneiern und den weichschaligen Kornnattereiern an Legenot erkrankter Tiere signifikant höher als bei den Eiern aus physiologischer Eiablage (siehe **Tabelle 4-38**).

**Tabelle 4-38:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	44,16 ± 8,26* (n = 22)	55,84 ± 8,26* (n = 22)	31,65 ± 3,67 (n = 73)	68,35 ± 3,67 (n = 76)
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	43,11* (n = 2)	56,89* (n = 2)	15,89 ± 2,72 (n = 14)	84,11 ± 2,72 (n = 14)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	9,50 ± 0,75* (n = 9)	90,50 ± 0,75 (n = 9)	8,83 ± 0,85 (n = 26)	91,17 ± 0,85 (n = 26)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	8,88 ± 3,67 (n = 9)	91,12 ± 3,67 (n = 9)	8,77 ± 1,10 (n = 16)	91,23 ± 1,10 (n = 16)

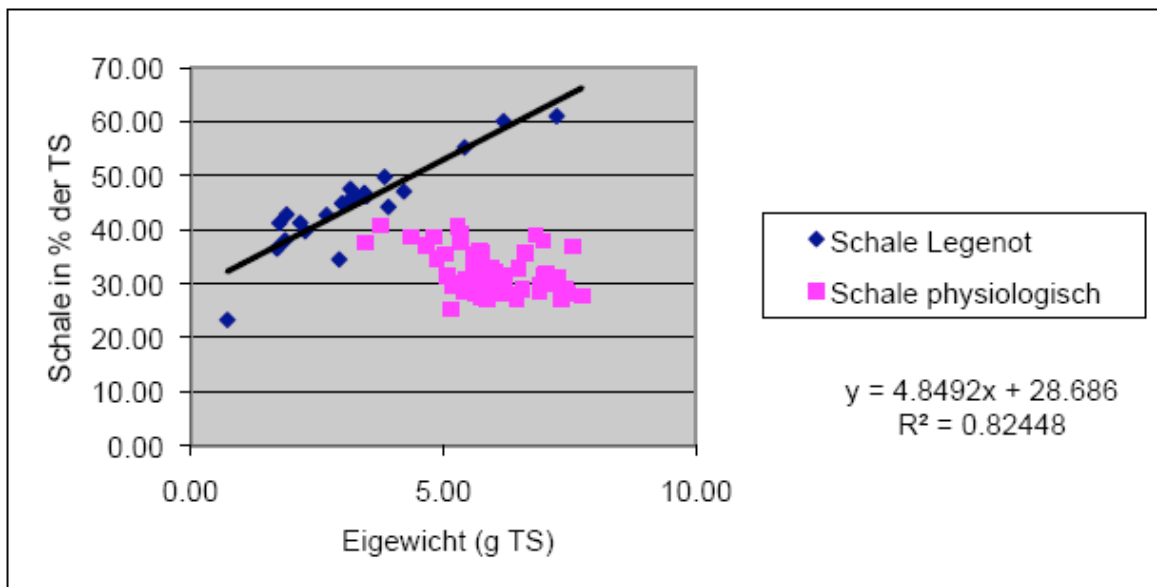
\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

Zur Veranschaulichung soll die Verteilung von Schale und Inhalt vergleichend in **Abbildung 4-12** dargestellt werden.



**Abbildung 4-12:** Prozentuale Verteilung von Schale und Inhalt in Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

Auffallend war, dass der Anteil der Schale am getrockneten Ei bei den Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) positiv mit dem Trockengewicht der Eier korreliert war. Das heißt, dass schwerere und damit wohl auch größere Eier eine dickere Eischale hatten. Eine ähnliche Korrelation bestand bei den Eiern aus physiologischer Eiablage nicht (siehe **Abbildung 4-13**).



**Abbildung 4-13:** Zusammenhang zwischen Eigewicht (g TS) und Anteil der Schale (% Gesamtei-TS) bei Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

### 4.2.3 Rohnährstoffe

Bei den Eiern der an Legenot erkrankten Echten Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) war kein Eiinhalt zur Untersuchung vorhanden, hier wurden stattdessen Eigelb-Proben untersucht. Da, wie bereits in **Kapitel 4.1.3** dargestellt, keine deutlichen Unterschiede zwischen Eigelb und Eiinhalt feststellbar waren, sollen hier – zur Veranschaulichung der Ergebnisse – die Ergebnisse der Eigelbproben der an Legenot erkrankten Tiere mit denen der Inhaltsproben von Eiern aus physiologischer Eiablage verglichen werden.



#### 4.2.3.1 Trockensubstanz (TS) von Schale und Inhalt

Die Trockensubstanz von Schale und Inhalt war bei den Eiern an Legenot Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) bei beiden Ei-Bestandteilen signifikant niedriger als bei den physiologisch gelegten Eiern. Bei den Eiern erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) war die Trockensubstanz des Inhalts jedoch signifikant höher als die der Eier aus physiologischer Eiablage (siehe **Tabelle 4-39**).

**Tabelle 4-39:** Trockensubstanz (% uS) von Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	88,72 ± 6,61 (n = 28)	25,72 ± 5,22 (n = 28)	87,35 ± 2,52 (n = 82)	28,10 ± 5,00 (n = 76)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	37,35 ± 3,38* (n = 9)	21,92 ± 1,72* (n = 10)	53,35 ± 11,51 (n = 42)	29,56 ± 3,82 (n = 24)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	53,49 ± 12,51 (n = 9)	40,81 ± 5,19* (n = 9)	54,39 ± 10,98 (n = 26)	22,12 ± 6,90 (n = 24)
	Schale	Eigelb	Schale	Inhalt
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	63,31 ± 9,49* (n = 5)	20,46* (n = 2)	71,08 ± 4,23 (n = 14)	30,50 ± 1,73 (n = 14)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern ( $p < 0,05$ )

#### 4.2.3.2 Rohasche (Ra)

Der Rohaschegehalt der Schale der Eier an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*) war mit 4,34 % der Trockensubstanz (n = 2) deutlich niedriger als der der Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) aus physiologischer Eiablage mit 22,16 % der Trockensubstanz ( $\pm 1,21$ ; n = 5). Damit lag der Rohaschegehalt der aus einer Legenot-Erkrankung stammenden Zwergbartagameneier (*Pogona henrylawsoni*) im Gesamtei mit 6,50 % der Trockensubstanz (n = 2) deutlich unter dem der physiologisch gelegten Bartagameneier (*Pogona vitticeps*;  $8,50 \pm 0,96$ , n = 5).

Beim Rohaschegehalt ließ sich bei den anderen untersuchten Spezies weder in Schale noch in Inhalt ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Eiern an Legenot erkrankter Tiere und den aus einer physiologischen Eiablage stammenden Eiern feststellen.

#### 4.2.3.3 Rohprotein (Rp)

Der Rohproteingehalt war bei den Eiern an Legenot erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) sowohl im Inhalt als auch in der Schale signifikant höher als der aus physiologischer Eiablage stammender Eier (siehe **Tabelle 4-40**).

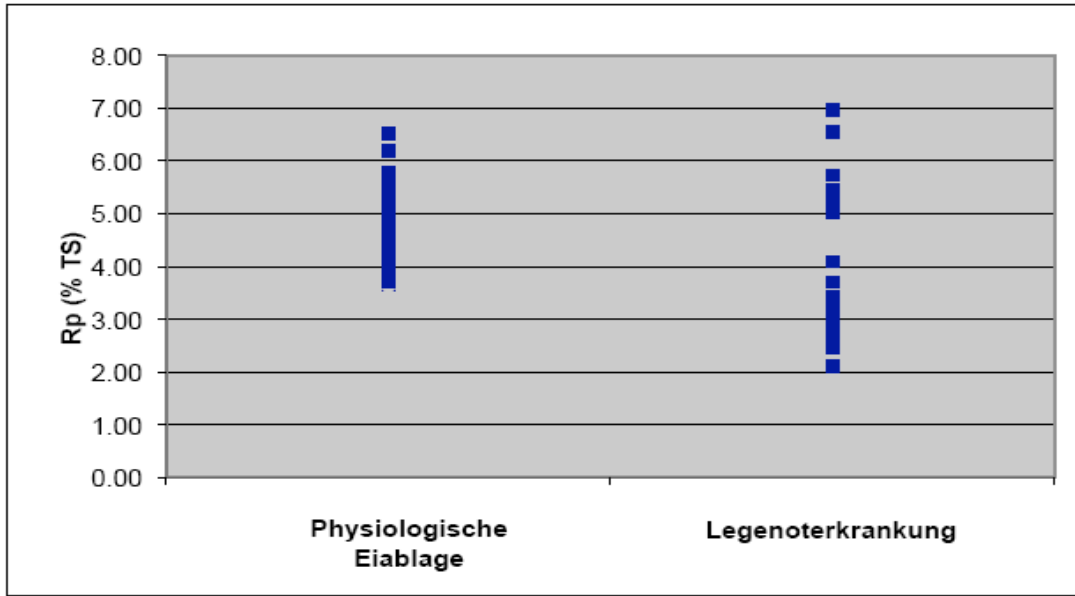
Bei den übrigen Spezies zeigten sich weder in der Schale, noch im Inhalt signifikante Unterschiede im Proteingehalt der beiden Gruppen.

**Tabelle 4-40:** Rohproteingehalt (% TS) in Schale und Inhalt von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	3,78 ± 1,33 (n = 28)	57,97 ± 1,44 (n = 33)	4,77 ± 0,79 (n = 50)	56,38 ± 1,48 (n = 33)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	71,79 (n = 1)	42,10 ± 0,48 (n = 5)	69,22 ± 4,78 (n = 9)	43,24 ± 1,63 (n = 15)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	80,76 ± 1,32* (n = 3)	50,93 ± 1,43* (n = 6)	56,61 ± 4,39 (n = 7)	43,88 ± 2,00 (n = 15)
	Schale	Eigelb	Schale	Inhalt
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	29,99 ± 7,38 (n = 4)	53,62 (n = 2)	28,54 ± 2,73 (n = 4)	54,45 ± 1,06 (n = 13)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

Bei den Eiern erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) lag der durchschnittliche Rohproteingehalt zwar niedriger als bei den Vergleichseiern, allerdings war die Streuung größer, wobei auch die höchsten Proteinwerte bei aus einer Legenoterkrankung stammenden Eiern gemessen wurden (siehe **Abbildung 4-14**).



**Abbildung 4-14:** Rohproteingehalt der Eier an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage; jeder einzelne Punkt symbolisiert einen Messwert

#### 4.2.3.4 Rohfett (Rfe)

Beim Rohfettgehalt des Eihalts war kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den aus einer Legenoterkrankung und den aus einer physiologischen Eiablage stammenden Eiern feststellbar. Alle Rohfettgehalte der Eier aus physiologischer Eiablage sind **Anhang 3 – 6**, der aus einer Legenot-Erkrankung stammenden Eier **Anhang 8** zu entnehmen.

#### 4.2.4 Mengenelemente

##### 4.2.4.1 Kalzium (Ca)

Der Kalziumgehalt in der Schale von aus einer Legenoterkrankung stammenden weichschaligen Eiern der Schuppenkriechtiere war signifikant niedriger als der von Eiern aus physiologischer Eiablage. Bei den hart- beziehungsweise flexibelschaligen Schildkröteneiern war im Gegensatz dazu der Kalziumgehalt der Schale in den Eischalen

gesunder Tiere etwas niedriger. Auf das Gesamtei gerechnet ergaben sich hier jedoch deutlich höhere Gehalte (siehe **Tabelle 4-41**).

Die Gehalte an Kalzium im Inhalt zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

**Tabelle 4-41:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale und Gesamtei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Gesamtei	Schale	Gesamtei
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	369 ± 8 (n = 26)	167 ± 32* (n = 19)	364 ± 8 (n = 60)	127 ± 22 (n = 24)
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	268 ± 19 (n = 5)	NC	262 ± 12 (n = 4)	NC
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	80 ± 3* (n = 4)	22 ± 1* (n = 4)	112 ± 13 (n = 12)	27 ± 2 (n = 7)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	114 ± 8* (n = 3)	25 ± 3 (n = 3)	135 ± 7 (n = 7)	26 ± 2 (n = 5)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

#### 4.2.4.2 Phosphor (P)

Der Phosphorgehalt in der Schale der an Legenot erkrankten Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*) war mit 6,45 g/kg der Trockensubstanz (± 0,97, n = 3) signifikant höher als der der physiologisch abgelegten Bartagameneier (*Pogona vitticeps*) mit 1,60 g/kg der Trockensubstanz (± 0,88, n = 7).

Die Phosphormesswerte der Eier erkrankter Tiere anderer Spezies lagen sowohl bei der Schale als auch beim Inhalt innerhalb der minimal und maximal gemessenen Gehalte in physiologisch gelegten Eiern (siehe **Anhang 8**).

#### 4.2.4.3 Natrium (Na)

Der Natriumgehalt in der Schale der Eier an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) war signifikant höher als der der Eier aus physiologischer Eiablage. Die Natriumgehalte der anderen Spezies zeigten in der Schale keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (siehe **Tabelle 4 – 42**).

Der Natriumgehalt im Inhalt war bei den aus einer Legenoterkrankung stammenden Eiern der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) und der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) signifikant höher als bei den Vergleichseiern gesunder Tiere. Der Natriumgehalt im Inhalt der Eier erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) war deutlich niedriger als der der physiologisch gelegten Eier (siehe **Tabelle 4-42**).

**Tabelle 4-42:** Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	4,87 ± 0,36 (n = 26)	8,61 ± 2,32*	4,83 ± 0,37 (n = 60)	5,46 ± 1,95 (n = 32)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	3,94 ± 0,29* (n = 4)	7,24 ± 1,26* (n = 8)	2,26 ± 0,46 (n = 12)	4,83 ± 0,40 (n = 20)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	2,55 ± 0,04 (n = 3)	3,47 ± 0,79* (n = 5)	3,37 ± 0,57 (n = 7)	6,11 ± 0,80 (n = 13)
	Schale	Eigelb	Schale	Inhalt
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	5,05 ± 0,20 (n = 5)	3,25 (n = 2)	4,67 ± 0,33 (n = 4)	3,11 ± 0,60 (n = 13)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

#### 4.2.4.4 Kalium (K)

Der Kaliumgehalt war bei den Schalen der aus einer Legenot-Erkrankung stammenden weichschaligen Eier signifikant höher als bei denen physiologisch abgelegter Eier, im Inhalt niedriger (siehe **Tabelle 4-43**).

Bei den Schildkrötenspezies war weder bei Schale noch bei Inhalt ein signifikanter Unterschied im Kaliumgehalt feststellbar.

**Tabelle 4-43:** Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Schuppenkriechtierspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	5,58 ± 0,80* (n = 4)	9,43 ± 0,79* (n = 8)	2,41 ± 1,46 (n = 12)	10,31 ± 1,01 (n = 20)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	5,47 ± 0,60* (n = 3)	8,32 ± 2,21* (n = 5)	2,83 ± 1,54 (n = 7)	12,55 ± 1,74 (n = 13)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern (p < 0,05)

#### 4.2.4.5 Magnesium (Mg)

Der Magnesiumgehalt in der Schale war bei den Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) signifikant höher als bei den physiologisch gelegten Eiern, bei den Eiern erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) signifikant niedriger. Bei den Eischalen der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) wurde aufgrund geringer Probenmenge der Magnesiumgehalt nicht bestimmt.

Der Magnesiumgehalt im Inhalt war bei den aus einer Legenoterkrankung stammenden Eiern der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) und Bartagamen (*Pogona spp.*) signifikant höher als bei den physiologisch gelegten Eiern (siehe **Tabelle 4-44**).

**Tabelle 4-44:** Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale und Inhalt bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Legenot		Physiologische Eiablage	
	Schale	Inhalt	Schale	Inhalt
Griechische Landschildkröte ( <i>Testudo hermanni</i> )	0,52 ± 0,05 (n = 17)	1,05 ± 0,20*	0,483 ± 0,10 (n = 11)	0,84 ± 0,09 (n = 14)
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	NA	1,00 ± 0,03 (n = 8)	NA	0,94 ± 0,10 (n = 11)
Bartagamen ( <i>Pogona spp.</i> )	2,12 ± 0,17* (n = 3)	1,20 ± 0,11* (n = 5)	2,72 ± 0,36 (n = 7)	0,85 ± 0,17 (n = 8)
	Schale	Eigelb	Schale	Inhalt
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	2,23 ± 0,39* (n = 5)	1,65* (n = 2)	1,46 ± 0,15 (n = 4)	0,97 ± 0,08 (n = 13)

\*statistisch signifikanter Unterschied zu physiologisch gelegten Eiern ( $p < 0,05$ )

## 4.2.5 Spurenelemente

### 4.2.5.1 Eisen (Fe)

Der Eisengehalt in Schale und Inhalt ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen aus einer Legenoterkrankung und aus physiologischer Eiablage stammenden Eiern.

Bei den Schalen an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) war auffällig, dass drei von vier gemessenen Werten zwischen 3,9 und 5,7 mg/kg Trockensubstanz lagen, während der vierte Wert mit 54,49 mg/kg Trockensubstanz um ein Vielfaches höher lag.

Der Eisengehalt der weichen Schale der Kornnattern- (*Pantherophis guttatus*) und Bartagameneier (*Pogona sp.*) wurde aufgrund geringer Probenmengen nicht bestimmt.

#### 4.2.5.2 Kupfer (Cu)

Der Kupfergehalt in der Schale war bei den Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) mit 6,67 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 1,18$ ; n = 4) signifikant niedriger als bei den physiologisch gelegten Eiern mit 14,52 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 0,69$ ; n = 12).

Bei den anderen Spezies konnten in Bezug auf den Kupfergehalt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Eiern beider Gruppen festgestellt werden. Bei den Bartagamen (*Pogona spp.*) wurde dieser Parameter in der Schale nicht gemessen.

#### 4.2.5.3 Zink (Zn)

Der Zinkgehalt in der Schale war bei den Eiern erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) mit 27,84 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 3,46$ ; n = 3) um mehr als das Vierfache höher als bei den physiologisch gelegten Eiern mit 6,39 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 2,31$ ; n = 7).

Bei den anderen Spezies konnten weder in Schale noch in Inhalt signifikante Unterschiede zwischen den Eiern erkrankter Tiere und den Eiern aus einer physiologischen Eiablage festgestellt werden. Bei der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) entfiel die Messung dieses Parameters in der Schale aufgrund geringer Probenmengen.

#### 4.2.5.4 Selen (Se)

Der Selengehalt in der Schale war bei den Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) mit 517,40  $\mu\text{g/kg}$  Trockensubstanz ( $\pm 232,16$ ; n = 5) im Durchschnitt signifikant höher als bei den physiologisch gelegten Eiern mit 197,25  $\mu\text{g/kg}$  Trockensubstanz ( $\pm 121,36$ ; n = 4).

Bei den übrigen Spezies waren weder in der Schale noch im Inhalt signifikante Unterschiede zwischen den Eiern erkrankter und nicht erkrankter Tiere in Bezug auf den Selengehalt erkennbar.



#### 4.2.5.5 Mangan (Mn)

Der Mangangehalt in der Schale war bei den aus einer Legenoterkrankung stammenden Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*) im Durchschnitt mit 2,58 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 0,35$ ; n = 4) signifikant niedriger als bei den physiologisch gelegten Eiern mit 6,12 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 2,98$ ; n = 12). Bei den Bartagamen (*Pogona spp.*) wurde dieser Parameter in der Schale aufgrund geringer Probenmengen nicht bestimmt.

Auch im Inhalt war der Mangangehalt bei den Eiern erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) mit durchschnittlich 1,21 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 0,90$ ; n = 8) signifikant niedriger als bei den physiologisch gelegten Eiern mit 2,60 mg/kg Trockensubstanz ( $\pm 0,70$ ; n = 11).

## **4.3 Faktorielle Bedarfskalkulation**

### **4.3.1 Abgabe von Energie-, Protein- und Mineralstoffen (Ca, P, Mg, Na, K) über das Ei**

#### **4.3.1.1 Energieabgabe über das Ei**

Bombenkalorimetrisch gemessen betrug der Brennwert des Eeihalts der Eier der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) von durchschnittlich 25,0 MJ/kg bezogen auf die Trockensubstanz. Umgerechnet auf das Gesamtei (Schale + Inhalt) bedeutet das einen Brennwert von 16,5 MJ/kg der Trockensubstanz.

Hieraus ergab sich ein Energieverlust über die Eier von 19,8 kJ pro Tier und Tag. Bei einem durchschnittlichen Gewicht Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) von 1,5 kg entspricht dies 13,2 kJ/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.2 Proteinabgabe über das Ei**

Der Proteingehalt in den Eiern der Landschildkröten (Familie *Testudinidae*) lag bei durchschnittlich 380 mg/kg Ei-Trockensubstanz (siehe **Kapitel 4.1.2.2.2**).

Daraus ergab sich während der Legeperiode eine Proteinabgabe über das Ei von durchschnittlich 460 mg/Tier/Tag entsprechend 307 mg/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.3 Abgabe von Kalzium (Ca) über das Ei**

Zur Kalkulation der Abgabe von Kalzium über das Ei (Nettobedarf) wurde der in der vorliegenden Studie ermittelte mittlere Kalziumgehalt aller Landschildkröteneier (Familie *Testudinidae*) von circa 130 mg/g Ei-Trockensubstanz verwendet (siehe **Kapitel 4.1.2.3.1.1**).

Die mittlere Kalziumabgabe über das Ei betrug 156 mg pro Tier und Tag entsprechend 104 mg Kalzium/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.4 Abgabe von Phosphor (P) über das Ei**

Zur Ermittlung der Abgabe von Phosphor über das Ei (Nettobedarf) wurde der mittlere Phosphorgehalt des Gesamteis aller untersuchten Landschildkröteneier (Familie *Testudinidae*) von 9 mg/g Ei-Trockensubstanz verwendet (siehe **Kapitel 4.1.2.3.2**).

Die durchschnittliche Abgabe von Phosphor über das Ei betrug 10,80 mg pro Tier und Tag entsprechend 7,20 mg/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.5 Abgabe von Magnesium (Mg) über das Ei**

Zur Ermittlung der Abgabe von Magnesium über das Ei (Nettobedarf) wurde der mittlere Magnesiumgehalt in den Eiern aller untersuchten Landschildkröten (Familie *Testudinidae*) von 0,8 mg/g Trockensubstanz verwendet (siehe **Kapitel 4.1.2.3.6**).

Daraus ergab sich eine mittlere Abgabe von Magnesium über das Ei von 0,96 mg/Tier/Tag entsprechend 0,64 mg/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.6 Abgabe von Natrium (Na) über das Ei**

Der mittlere Natriumgehalt in den Eiern aller untersuchten Landschildkröten (Familie *Testudinidae*) lag bei 5,5 mg/g Ei-Trockensubstanz (siehe **Kapitel 4.1.2.3.4**).

Daraus ergab sich eine mittlere Abgabe von Natrium über das Ei von 6,60 mg/Tier/Tag, entsprechend 4,40 mg/kg Körpermasse am Tag.

#### **4.3.1.7 Abgabe von Kalium (K) über das Ei**

Der Kaliumgehalt in den Eiern aller untersuchten Landschildkröten (Familie *Testudinidae*) lag durchschnittlich bei 3,7 mg/g Ei-Trockensubstanz (siehe **Kapitel 4.1.2.3.5**).

Daraus ergab sich eine mittlere Abgabe von Kalium über das Ei (Nettogehalt) von 4,44 mg/Tier/Tag, entsprechend 2,96 mg/kg Körpermasse am Tag.

## **4.3.2 Bruttobedarf einer Schildkröte an Kalzium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg) während der Eibildung**

### **4.3.2.1 Kalziumbruttobedarf**

Bei einer Kalziumabgabe über das Ei in Höhe von 104 mg/kg Körpermasse am Tag sowie einem endogenen Verlust von 55 mg/kg Körpermasse am Tag beträgt der Kalziumnettobedarf einer weiblichen Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) für die Eibildung 159 mg/kg Körpermasse am Tag. Bei einer Verwertbarkeit von 90 % entspricht dies einem Kalziumbruttobedarf von 177 mg/kg Körpermasse am Tag.

### **4.3.2.2 Phosphorbruttobedarf**

Bei einer Phosphorabgabe über das Ei in Höhe von 7,2 mg/kg Körpermasse am Tag sowie endogener Verluste von 1,18 mg/kg Körpermasse am Tag liegt der Phosphornettobedarf einer weiblichen Landschildkröte in der Reproduktion bei 8,38 mg/kg Körpermasse am Tag. Bei einer Phosphorverwertbarkeit von 90 % entspricht dies einem Phosphorbruttobedarf von 9,31 mg/kg Körpermasse am Tag.

### **4.3.2.3 Magnesiumbruttobedarf**

Die Magnesiumabgabe über das Ei beträgt 0,64 mg/kg Körpermasse am Tag, die endogenen Verluste 6,63 mg/kg Körpermasse am Tag. Daraus ergibt sich ein Magnesiumnettobedarf für eine weibliche Landschildkröte während der Legeperiode von 7,27 mg/kg Körpermasse am Tag. Bei einer Magnesiumverwertbarkeit von 90 % ergibt sich daraus ein Magnesiumbruttobedarf von 8,08 mg/kg Körpermasse am Tag.

## 5 Diskussion

### 5.1 Kritik der Methodik

#### 5.1.1 Untersuchungsmaterial

Die für die vorliegende Studie zur Untersuchung zur Verfügung gestellten Eier stammten aus keiner einheitlichen Population mit festgelegten Haltungsbedingungen. Diese Tatsache legt die Frage nahe, ob die Analysenergebnisse der untersuchten Eier als repräsentativ für bebrütbare Eier anzusehen sind.

Das äußere Erscheinungsbild und die Größe der Eier lassen sich als für die jeweilige Spezies „normal“ beziehungsweise physiologisch beschreiben. Bei der Trennung von Schale und Inhalt fielen keine Abnormalitäten der Schalen-Integrität auf, was auf unphysiologische Veränderungen der Mineralstoff-Zusammensetzung der Eischale hingewiesen hätte. Auch in Hinblick auf den Eiinhalt beziehungsweise das Verhältnis von Eigelb zu Eiklar zeigten sich keine systematischen Unterschiede zwischen Eiern verschiedener Gelege beziehungsweise verschiedener Haltungen.

Die meisten der untersuchten Eier, deren Herkunft bekannt war, stammten von vorberichtlich gesunden Tieren aus in der Reptilienhaltung erfahrenen zoologischen Einrichtungen und von Privatleuten, die – aus mit der Eiqualität nicht in Zusammenhang stehenden Gründen – auf die Bebrütung der Eier verzichteten. Wie **Anhang 1** zu entnehmen ist, konnten die meisten dieser Haltungen jedoch bei gleich bleibenden Haltungs- und Fütterungsbedingungen wiederholt Zuchterfolge aufweisen. Daher ist von einer weitgehend ausgewogenen Ernährung und einer physiologischen Eibildung mit bebrütbaren Eiern auszugehen. Bei den Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) und der Bartagame (*Pogona vitticeps*) gilt dies nicht uneingeschränkt, da hier sowohl die Anzahl der unterschiedlichen Herkunftsquellen als auch deren Zuchterfolg unklar waren.

## 5.1.2 Probenversand

Die zur Verfügung gestellten Eier wurden auf verschiedenen Wegen zum Institut zur weiteren Untersuchung verbracht. Einige Eier wurden nach der Eiablage frisch und gekühlt ins Institut transportiert, sofort getrennt und nach dem Auswiegen der einzelnen Eianteile tiefgefroren. Andere Eiprobe n wurden gekühlt auf dem Postweg verschickt und dann im Labor schnellstmöglich weiterverarbeitet. Manche Eier wurden direkt nach der Eiablage tiefgefroren und ohne Unterbrechung der Kühlkette ins Institut zur weiteren Untersuchung gebracht. Bei den Analyseergebnissen waren keine systemischen Unterschiede zwischen den Eiern in Hinblick auf unterschiedliche Versand- beziehungsweise Lagerungsbedingungen erkennbar.

Die gekühlten Eier wurden in feuchtes Substrat oder feuchten Zellstoff eingebettet transportiert, gleich bleibende Feuchtigkeitsbedingungen konnten somit nicht gewährleistet werden. Da die Schale von Reptilieneiern einen teilweise sehr starken Wasseraustausch mit der Umgebung begünstigt (siehe **Kapitel 2.4.4**), ist der Trockensubstanz-Gehalt möglicherweise verändert.

Die Dauer der Lagerung könnte direkte Veränderungen der organischen Anteile der Eier zur Folge haben, während bei den anorganischen Anteilen lediglich ein relativer Anstieg zu erwarten wäre. Solche Veränderungen gehen allerdings in der Regel mit einer sinnfälligen Veränderung der Eier einher. Nach dem Transport verdorbene Eier wurden weggeworfen. Die Entwicklung eines Embryos könnte ebenfalls Veränderungen der Zusammensetzung des Eis zur Folge haben, zum Beispiel Energieverluste durch die Atmung oder Veränderungen des Kalziumgehaltes aufgrund einer Kalzium-Mobilisation aus der Eischale. Daher wurden nur Eier analysiert, bei denen noch keine makroskopisch sichtbare Entwicklung von Embryonen stattgefunden hatte. Nach Aussortierung nicht geeigneter Eier zeigten die Messergebnisse der untersuchten Eier in Hinblick auf die Dauer der Lagerung vor der Analyse ausgewertet keine systematischen Unterschiede.

### 5.1.3 Probenmenge

Nach der Trocknung stand bei den meisten Eiern nur sehr wenig Probenmaterial zur Untersuchung zur Verfügung. Dadurch konnten meist nicht alle Parameter aus jeder Probe gemessen werden. Aus Eihalt und Eischale eines Eis wurden so viele Parameter wie möglich gemessen, wobei auf eine Doppelwertbestimmung bei den Parametern Rohfett, Rohprotein und Rohasche zugunsten der Bestimmung mehrerer Parameter aus einer Probe und damit steigender Anzahl  $n$  pro Analysenparameter verzichtet wurde. Wenn die Bestimmung aller Parameter aus einer Probe nicht möglich war, wurde bei der Einteilung der Proben zur Analyse auf eine ausgewogene Verteilung der Messparameter innerhalb eines Geleges geachtet (siehe Ergebnislisten in **Anhang 3 - 6**).

Bei den weichen Eischalen erhielt man nach der Trocknung besonders wenig Probenmaterial. Aus diesem Grund wurden für den Mikrowellenaufschluss mehrere Eischalen von Eiern eines Geleges gepoolt. Die Untersuchung auf Protein und Rohasche wurde je nach Trockengewicht der Eischalen aus einzelnen oder gepoolten Eischalen durchgeführt (siehe Ergebnislisten in **Anhang 3 - 6**).

Schleich und Kästle (1988) beschrieben, dass vor allem bei den weichen Eischalen von Schlangen und Echsen organische und anorganische Schalenelemente sehr variabel sind und sogar innerhalb eines Geleges sehr große Variationen möglich sind. In der vorliegenden Studie wurden nur Eischalen von Eiern desselben Geleges gepoolt, was bei Schwankungen in den Nährstoffgehalten verschiedener Eier sicherstellt, dass der auf diese Weise ermittelte Analysenwert den Mittelwert der Gehalte eines Geleges darstellt, was für die faktorielle Bedarfskalkulation für den Nährstoffbedarf des Muttertiers entscheidend ist.

### 5.1.4 Fettanalyse

Bei der Fettanalyse mit Säureaufschluss und anschließender Extraktion mit Petrolether wurden sehr schwankende Messergebnisse mit zum Teil sehr niedrigen Rohfettgehalten erzielt. Gleichzeitig lag der NfE-Gehalt der Proben zwischen 7 und 29 %, obwohl keine Kohlenhydrate zu erwarten waren (Wilhoft, 1986; Booth, 2003). Nach dem Vergleich von

errechneter und tatsächlich gemessener Energie im Ei kam Booth (2003) zu der Überzeugung, dass die fehlende Restfraktion (Trockensubstanz nach Abzug aller Rohnährstoffe inklusive Kohlenhydratanteil) auf einen Fehler in der Fettanalyse zurückzuführen sein müsse. In der vorliegenden Studie wurden nachträglich Eiinhalt-Proben der Eier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) bombenkalorimetrisch analysiert, um den Energiegehalt der NfE kalkulieren zu können. Hierbei wurde die Annahme von Booth (2003) bestätigt, dass es sich bei der NfE-Fraktion um einen nicht extrahierten Anteil der Lipidfraktion handeln muss.

Dies ist wohl auf Teile der Lipid-Fraktion zurückzuführen, die im Ei so stark emulgiert sind, dass sie in Petrolether (auch mit vorherigem Säureaufschluss, wie in der vorliegenden Studie praktiziert) nicht löslich sind. Diese These wird von Untersuchungen von Wilhoft (1986) unterstützt, der mit einer Vorextraktion mit Chloroform-Methanol (nach Bligh und Dyer, 1959) bis zu 12 % mehr Fett als mit einer reinen Extraktion mit Petrolether aus Eiprobe derselben Spezies extrahieren konnte. Er erklärte sich diese Beobachtung allerdings damit, Anteile der Fettfraktion nachzuweisen, die verseift sind. Diese Anteile werden jedoch in der Fettanalyse der Weender-Analyse erfasst.

Bei der Besprechung der Rohfett-Analyseergebnisse soll dennoch ein Vergleich mit den in der Literatur beschriebenen Fettgehalten von Reptilieneiern stattfinden, da der Nachweis – bis auf die von Wilhoft (1986) angegebenen Rohfettgehalte – bei allen zitierten Messwerten wie in der vorliegenden Studie mit Hilfe der Extraktion mit Petrolether stattfand. Hierbei soll auf Unterschiede zwischen den – systematisch zu niedrigen – Rohfettgehalten der Eier verschiedener Spezies eingegangen werden. Im Anschluss daran soll der angenommene Lipidgehalt der Eier aller Spezies als Summe des gemessenen Rohfettgehalts und der NfE-Fraktion dargestellt werden. Zwar wurde die fehlerhafte Fettextraktion in der vorliegenden Studie nur für die Eier der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) nachgewiesen, es wird aber davon ausgegangen, dass sie auch die Ursache für die großen NfE-Gehalte der Eier aller anderen Reptilienspezies darstellt.



### 5.1.5 Rohnährstoffe der Eischale

Den Hauptbestandteil der harten Eischale bildet Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Bei Veraschungs-Temperaturen ab  $550\text{ }^\circ\text{C}$  decarboxyliert es (Sá e Sant'Anna et al., 2008), wobei das Kalzium in der Rohaschefraktion als Kalziumoxid übrig bleibt. Bei 100 % Kalziumkarbonat bleibt demnach nach der kompletten Veraschung ein Rohascheanteil von 56 % (entsprechend dem Anteil von Kalziumoxid) übrig. Das in der Eischale von Vögeln nachgewiesene Magnesiumkarbonat decarboxyliert bereits bei niedrigeren Temperaturen, während Kalziumphosphat und Magnesiumphosphat in der Asche vollständig erhalten bleiben.

In der Literatur sind teilweise sehr hohe Rohaschegehalte in der Eischale beschrieben, für harte Reptilieneischalen mit Werten von 90 bis 99 % der Trockensubstanz (zum Beispiel Mos, unveröffentlicht, persönliche Mitteilung). Diese hohen Messwerte lassen sich nur dadurch erklären, dass die anorganischen Karbonate bei der Veraschung nicht oder nur teilweise decarboxyliert sind. Dies kann einerseits an der Veraschungstemperatur ( $< 550^\circ\text{C}$ ) und Veraschungsdauer liegen, andererseits jedoch bereits an der Vorbereitung der Proben zur Veraschung. In der vorliegenden Studie wurden die Eischalen vor den Analysen pulverisiert. Die Proben wurden bis zur Gewichtskonstanz verascht, was in einzelnen Fällen bis zu 168 Stunden dauern konnte. Im Institut wurden ebenfalls nicht pulverisierte Hühnereischalen-Anteile im Stück verascht, die bei gleicher Temperatur über die gleiche Zeit deutlich weniger Gewichtsverlust zeigten als pulverisierte Hühnereischalen-Anteile. Bei den pulverisierten Eischalenproben konnten nicht vollständig, das heißt nicht bis zur Gewichtskonstanz veraschte Proben deutlich von vollständig veraschten Proben unterschieden werden. Sie wiesen je nach Grad der bisher stattgefundenen Veraschung eine schwarze bis hellgraue Verfärbung auf. Diese Beobachtung ist wohl auf die Bildung schwarzen amorphen Kohlenstoffs infolge teilweisen Sauerstoffmangels im Muffelofen zurückzuführen, der im Laufe der weiteren Veraschung oxidiert wurde und sich als Kohlenstoffdioxid verflüchtigte.

Die Eischalen vor der Untersuchung zu pulverisieren und dadurch zu homogenisieren ist auch deswegen anzuraten, da nicht sicher davon ausgegangen werden kann, dass die Eischale an jeder Stelle gleich aufgebaut ist. Bei Eischalen des Mississippi-Alligators

(*Alligator mississippiensis*) ist beschrieben, dass einige Teile der Kalkschale höhere Gehalte an organischer Matrix aufwiesen als andere (Packard et al., 1982).

Eine genaue Kalkulation der organischen Bestandteile der Eischale ist nicht möglich, da keine genauen Untersuchungen über die prozentualen Anteile anderer Kristallformen in der Reptilieneischale vorliegen. Daraus ergibt sich auch, dass der Kohlenhydratanteil der Schale anhand der Differenzberechnung der NfE nicht kalkuliert werden kann.

### **5.1.6 Faktorielle Bedarfskalkulation**

Die faktorielle Bedarfskalkulation gestaltete sich in der vorliegenden Studie aus zwei Gründen sehr schwierig: erstens wegen der relativ geringen Anzahl an Daten bei den meisten untersuchten Spezies und zweitens aufgrund der generellen Problematik der sehr variablen Reproduktionsparameter (Gelegeanzahl pro Legesaison, Eianzahl pro Gelege, Länge des Intervalls zwischen zwei Gelegen) sowohl inter- als auch innerartlich in Kombination mit nur spärlichen Daten hierzu in der Literatur.

Wegen des ersten Punkts wurde die faktorielle Bedarfskalkulation anhand der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) beispielhaft durchgerechnet. Von dieser Spezies lagen in der vorliegenden Studie zahlenmäßig die meisten Eier vor, zudem stammten sie aus unterschiedlichen Haltungen und unterschiedlichen Legeperioden.

Der zweite Punkt stellte auch deshalb ein gewisses Problem dar, weil Daten zur Reproduktion von nicht heimischen Reptilien für die Bedarfskalkulation von in Mitteleuropa gehaltenen Tieren nur solange sinnvollerweise verwendet werden können, wie sie selbst in Mitteleuropa bei Tieren in Gefangenschaft gesammelt wurden. Aus diesem Grund wurden zur besseren Vergleichbarkeit Daten zur Legetätigkeit von Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus einer privaten Haltung in Oberbayern verwendet. Die Tierhalter verfügten über jahrzehntelange Erfahrung in der Haltung von Landschildkröten und jahrelanger guter Nachzucht. Zum Zeitpunkt der Studie wurde ein Gelege erfolgreich ausgebrütet. Die drei adulten weiblichen Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) im Alter von einmal über 60 Jahren, sowie zweimal zwischen 30 und

40 Jahren waren vorberichtlich gesund. Sie überwintern im Kühlschrank, im Sommer werden sie im Außengehege gehalten. Die Fütterung besteht vorwiegend aus Wildkräutern, zusätzlich wird ad libitum Sepiaschulp angeboten.

Die Dokumentation fand ohne Angabe von Witterungseinflüssen oder einer generellen Wetterlage in drei aufeinanderfolgenden Jahren statt. Die Daten zeigten große Unterschiede bei der Anzahl von Gelegen zwischen den einzelnen Tieren innerhalb einer Legeperiode, wobei über die Jahre betrachtet eine Tendenz zu wenigen Gelegen (1-2 Gelege/Saison) oder vielen Gelegen (3-4 Gelege/Saison) bei den einzelnen Tieren auffiel. Des Weiteren waren deutliche Schwankungen in der Gelegegröße innerhalb einer Legesaison erkennbar, über alle drei Jahre betrachtet fiel jedoch auf, dass die durchschnittliche Anzahl von Eiern pro Gelege einer Saison sehr konstant war (siehe **Anhang 9**).

Aus diesen beiden letzten Beobachtungen lässt sich noch einmal deutlich ablesen, dass die in der vorliegenden Studie kalkulierten Bedarfszahlen nur als Richtwert angesehen werden können für ein reproduktiv durchschnittlich aktives Tier. Die tatsächlichen Bedarfszahlen sind stark abhängig vom individuellen Reproduktionsverhalten jedes einzelnen Tieres und nur mit Kenntnis dieses Verhaltens sinnvoll abzuschätzen.

Ein weiteres Problem für eine detaillierte Bedarfskalkulation stellt die Poikilothermie dar. Da alle Stoffwechselprozesse, also auch die Verwertbarkeit von Nährstoffen bei wechselwarmen Tieren von der Umgebungstemperatur abhängen, müssten weitergehende Untersuchungen zur Verdaulichkeit immer unter den gleichen, möglichst optimalen Temperaturbedingungen abgehalten werden, die später zur genauen Erfassung einer Spannbreite kontinuierlich in beide suboptimalen (kälter/wärmer) Temperaturbereiche verändert werden müssten. Diese Vorgehensweise kann – wenn überhaupt – nur für vereinzelte, in unseren Breiten als Haustiere sehr häufig vorkommende beziehungsweise besonders schützens- und erhaltenswerte bedrohte Arten angewendet werden.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Über den Vergleich mit in der Literatur beschriebenen Reptilieneiern hinaus bietet sich der Vergleich der Analysenergebnisse der vorliegenden Studie mit den Eiern anderer Tierarten an. Vogeleier zeigen in ihrem Feinaufbau sehr große Variabilität, aber auch deutliche Unterschiede zu Reptilieneiern (siehe **Kapitel 2.4.3**). Auch die Reproduktionsstrategien von Reptilien und Vögeln unterscheiden sich stark. Während hartschalige Reptilieneier in der Regel vergraben oder in einem großen Bruthügel inkubiert werden, bebrüten Vögel ihre Eier meist in einem Nest. Eine Ausnahme hiervon bilden einige Vertreter der Großfußhühner (*Megapodiidae*), die ihre Eier, vergleichbar mit Schildkröten und Reptilien, in Bruthügeln oder in unterirdischen Höhlen inkubieren (Booth und Thompson, 1991). Da nicht auszuschließen ist, dass die Art der Inkubation Einfluss auf den Aufbau von Eischalen in Hinblick auf Stabilitätskriterien haben könnte, wäre der Vergleich mit Eiern dieser Arten besonders interessant. Jedoch liegen zu diesen Eiern keine Inhaltsstoff-Analysen vor.

Die Reptilieneischalen wurden mit Werten zu Hühnereischalen aus eigenen Vergleichsuntersuchungen (Eier aus dem Lebensmittelhandel) und aus dem Schrifttum verglichen. Bei der Besprechung der Spurenelement-Gehalte der Eischalen wurden zusätzlich Vergleichswerte zweier in freier Wildbahn lebender insektenfressender Vogelspezies (Gelbbrustwalsänger [*Icteria virens*] und Weidentyrann [*Empidonax traillii*]) hinzugezogen.

### 5.2.1 Eier aus physiologischer Eiablage

In der folgenden Besprechung soll auf die Analysenergebnisse im Eiinhalt, in der Eischale und im Gesamtei eingegangen werden.

Wie in **Kapitel 4.1.3** dargestellt wurde der Eiinhalt bei 84 Schildkröteneiern in Eigelb und Eiklar getrennt. Ein Vergleich zwischen den Analysenergebnissen von Eigelb und Eiinhalt der Eier derselben Spezies ergab keine auffälligen Unterschiede, weshalb davon auszugehen ist, dass die Rolle des Eiklars in der Nährstoffbereitstellung für den Embryo

bezogen auf das Gesamtei zumindest bei den in der vorliegenden Studie gemessenen Parametern zu vernachlässigen ist. Aus diesem Grund soll auf eine weitere Besprechung dieser Ergebnisse verzichtet werden.

### 5.2.1.1 Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei

Der Anteil der Schale am getrockneten Ei der in der vorliegenden Studie untersuchten hart- und flexibelschaligen Eier deckte sich mit den Angaben von Congdon und Gibbons (1985) für verschiedene Reptilienspezies (siehe **Tabelle 0-1**).

**Tabelle 0-1:** Prozentualer Anteil der Schale am getrockneten Ei verschiedener Schildkrötenspezies

	Schalentyp	Schale [% Ei-TS]	n	Quelle
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>				
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>				
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	34,03 ± 3,95	145	1
Gopher-Schildkröte ( <i>Gopherus polyphemus</i> )	hart	36,44 ± 0,89	4	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>				
Verschiedene Arten ( <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	40,14 ± 5,85	6	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>				
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	21,00 ± 5,51	79	1
Kalifornische Sumpfschildkröte ( <i>Emys [Clemmys]* marmorata</i> )	hart	39,62 ± 3,06	6	2
Buchstabenschmuckschildkröte ( <i>Trachemys [Pseudemys]* scripta</i> )	flexibel	18,59 ± 0,60	33	2
Fluss-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys concinna</i> )	flexibel	15,84 ± 1,12	15	2
Florida-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys concinna floridana</i> )	flexibel	18,05 ± 0,89	33	2
Südliche Zierschildkröte ( <i>Chrysemys picta dorsalis</i> )	flexibel	20,02 ± 0,94	5	2
Langhals-Schmuckschildkröte ( <i>Deirochelys reticularia</i> )	flexibel	19,16 ± 0,60	50	2
<b>Überfamilie Kinosternoidea</b>				
Pennsylvania-Klappschildkröte ( <i>Kinosternon subrubrum</i> )	hart	43,90 ± 1,44	25	2
Gewöhnliche Moschusschildkröte ( <i>Sternotherus odoratus</i> )	hart	40,46 ± 0,31	17	2
<b>Überfamilie Trionychoidea</b>				
Florida-Weichschildkröte ( <i>Apalone [Trionyx]* ferox</i> )	hart	31,41 ± 0,55	10	2

1: Eigene Studie; 2: Congdon und Gibbons (1985)

\* veraltete Speziesbezeichnung

## 5.2.1.2 Rohasche (Ra)

### 5.2.1.2.1 Rohaschegehalt im Gesamtei

Der mittlere Rohaschegehalt im Gesamtei war bei den in der vorliegenden Studie untersuchten hartschaligen Reptilieneiern circa doppelt so hoch wie der der flexibelschaligen Eier und rund 2,5 Mal so hoch wie der der weichschaligen Eier (siehe **Tabelle 0-2**). Eischalen stellen nicht nur eine mechanische Schutzhülle für den sich entwickelnden Embryo dar, sondern dienen auch als Mineralstoffquelle. Nachweislich wird von Reptilienembryonen aller Art Kalzium, der Hauptbestandteil der Rohaschefraktion der Schale, aus der Eischale mobilisiert, allerdings in sehr unterschiedlichem Ausmaß. Bei hartschaligen Eiern stammt ein deutlich größerer Anteil des Kalziums im Embryo aus der Schale als bei weichschaligen Eiern (siehe **Kapitel 2.4.4**). Bei den weichschaligen Eiern dagegen, bei denen deutlich weniger Kalzium aus der Schale mobilisiert wird, waren die Rohaschegehalte im Eiinhalt um ein Drittel höher als bei den hartschaligen Eiern. Auf die Unterschiede in der Mobilisierung von Kalzium aus der Schale soll in **Kapitel 5.2.1.3.1.1** näher eingegangen werden.

Der Ursprung des für die Entwicklung des Embryos benötigten Kalziums zeigt sich auch sehr deutlich, betrachtet man die Verteilung der Rohasche auf Schale und Inhalt. So befindet sich bei den in der vorliegenden Studie untersuchten hartschaligen Eiern der Landschildkröten (*Testudinidae*) und Altwelt-Sumpfschildkröten (*Geoemydidae*) circa 85 % der Rohaschefraktion in der Eischale, während derselbe prozentuale Anteil bei den weichschaligen Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) im Eiinhalt zu finden ist (siehe **Abbildung 0-1**).

**Tabelle 0-2:** Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	52,31 ± 1,08	4,82 ± 0,34	22,19 ± 2,42	121/74/39	1
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart	52,30 ± 0,40	5,07 ± 0,20	22,52 ± 0,86	21/13/10	1
	hart	(94,29)**	4,98	(38,86)**	1***	2
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	51,61 ± 2,11	4,75 ± 0,08	20,71 ± 0,97	23/25/23	1
	hart	(99,19)**	4,91	(33,30)**	1***	2
Gopher Schildkröte ( <i>Gopherus polyphemus</i> )	hart	52,13				3
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten ( <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	53,32 ± 0,95	5,62 ± 0,42	23,72 ± 1,91	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	39,04 ± 1,91	4,96 ± 0,31	11,50 ± 1,94	23/30/11	1
Buchstaben-Schildkröte ( <i>Trachemys [Pseudemys]* scripta</i> )	flexibel	39,33				3
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	39,21 ± 1,52	5,27 ± 0,18	13,45 ± 0,37	17/10/4	1
	flexibel	(71,1 ± 3,65)**	5,20 ± 0,85	(18,14 ± 0,97)**	3***	2
Echte Schmuckschildkröten ( <i>Pseudemys spp.</i> )	flexibel	37,93 ± 2,95	4,73 ± 0,23	10,19 ± 1,75	5/13/5	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–2: Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	<b>Schalentyp</b>	<b>Schale</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Gesamtei</b>	<b>n</b>	<b>Quelle</b>
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>						
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	16,39 ± 3,78	7,60 ± 0,49	8,59 ± 0,43	10/15/4	1
		(17,83)**	7,62 ± 0,49	(8,14)**	2***	2
Gekielte Kletternatter ( <i>Elaphe carinata</i> )	weich	(27,7 ± 0,10)**				4
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	18,77	7,74 ± 0,15	8,25 ± 0,06	2/6/2	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich	(12,96)**	7,71	(8,10)**	1***	2
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich	(21,25)**	6,73	(8,03)**	1***	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	19,32 ± 7,17	8,25 ± 0,42	10,43 ± 2,06	2/3/2	1
<b>Familie <i>Natricinae</i></b>						
Vipernnatter ( <i>Natrix maura</i> )	weich			7,10		2
<b>Familie <i>Elapidae</i></b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	17,56 ± 0,46	7,72 ± 0,51	8,66 ± 0,24	4/14/4	1
Chinesische Kobra ( <i>Naja (naja) atra</i> )	weich	(20,7)**				5
<b>Familie <i>Boidae</i></b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		9,48		0/1/0	1

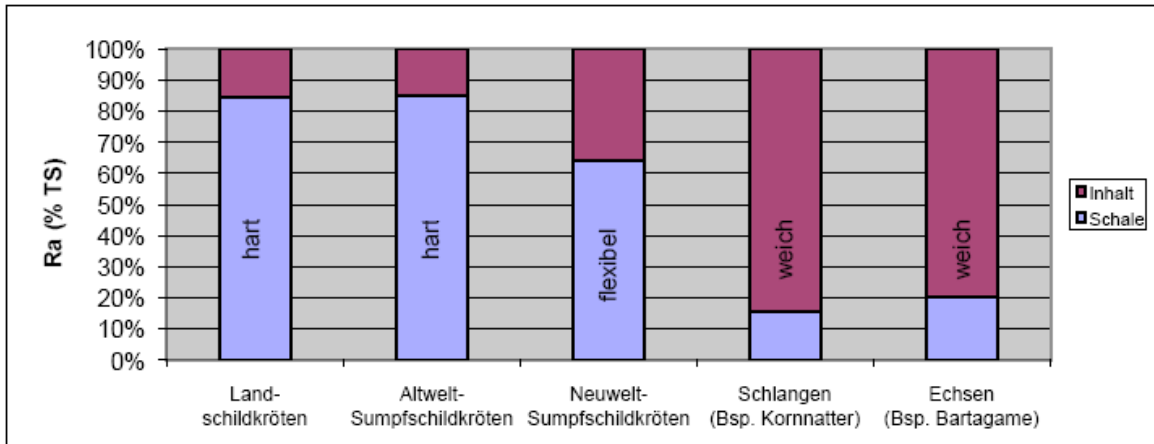


**Fortsetzung von Tabelle 5–2: Rohaschegehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	22,16 ± 1,21	7,00 ± 0,46	8,50 ± 0,96	7/12/5	1
	weich	(33,73)**	7,57 ± 1,05	(10,33)**	2***	2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich	(26,89)**	7,03	(9,56)**	1***	2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich	(45,82)**	6,32	(9,69)**	1***	2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich	(32,87)**	7,65	(11,44)**	1***	2
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		5,72 ± 0,28		29	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	30,79	5,29 ± 0,10	8,43	1/4/1	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	19,29	5,86 ± 0,44	7,07 ± 0,24	2/2/2	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich	(29,72)**	6,15	(7,26)**	1***	2
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	22,61	7,26 ± 0,54	9,49 ± 0,01	2/2/2	1
<b>Familie Scincidae</b>						
Skink ( <i>Lampropholis guichenoti</i> )	weich		11,5 ± 2,5			6
Skink ( <i>Lampropholis delicata</i> )	weich		7,9 ± 1,3			6

1: Eigene Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Lamb und Congdon (1985); 4: Ji et al. (1997a); 5: Ji et al. (1997b); 6: Thompson et al. (2001)

\* veraltete Speziesbezeichnung; \*\* Veraschung Schale: 550°C, 24 Stunden (kürzer als andere Eier); \*\*\* mehrere Eier eines Geleges gepoolt



**Abbildung 0-1:** Prozentuale Verteilung des Rohaschegehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern

### 5.2.1.2.2 Rohaschegehalt der verschiedenen Reptilieneischalen

Der Rohaschegehalt in der Schale der in der vorliegenden Studie untersuchten harten und flexiblen Reptilieneischalen war mit den in der Literatur beschriebenen Gehalten (ermittelt bei über 550° C bis zur Gewichtskonstanz) vergleichbar. Des Weiteren war der Gehalt der harten Reptilieneischalen dem von Hühnereischalen nahezu identisch (siehe **Tabelle 5-2** und **Tabelle 0-3**).

**Tabelle 0-3:** Rohaschegehalt (% TS) verschiedener harter und flexibler Reptilieneischaalen im Vergleich mit Hühnereischaalen (bei Veraschungstemperaturen von über 550° C bis zur Gewichtskonstanz)

	Schalentyp	Ra Schale % TS	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>			
<b>Überfamilie Kinosternoidea</b>			
Pennsylvania-Klappschildkröte ( <i>Kinosternon subrubrum</i> )	hart	52,77	2
Gewöhnliche Moschusschildkröte ( <i>Sternotherus odoratus</i> )	hart	52,16	2
<b>Überfamilie Trionychoidea</b>			
Florida-Weichschildkröte ( <i>Apalone [Triony]* ferox</i> )	hart	50,38	2
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>			
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>			
Kalifornische Sumpfschildkröte ( <i>Emys [Clemmys]* marmorata</i> )	hart	51,75	2
Fluss-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys concinna</i> )	flexibel	38,3	2
Florida-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys (concinna)* floridana</i> )	flexibel	38,5	2
Langhals-Schmuckschildkröte ( <i>Deirochelys reticularia</i> )	flexibel	35,86	2
<b>Überfamilie Chelydroidea</b>			
Schnappschildkröte ( <i>Chelydra serpentina</i> )	flexibel	39,98	2
<b>Krokodile – Crocodylia</b>			
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	50,71	1
<b>Vögel - Aves</b>			
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	53,49 ± 0,45	1
	hart	53,31 ± 0,76	3

1: Eigene Studie, 2:Lamb und Congdon (1985); 3: Rubilar et al. (2006)

\* veraltete Speziesbezeichnung

Die relativ rohaschearmen weichen Reptilieneischaalen zeigten zum Teil deutliche Gehaltsschwankungen innerhalb eines Geleges. Bei einem Gelege der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) fiel beispielsweise eine Eischale auf, deren Rohaschegehalt etwa der Hälfte des Mittelwertes des Geleges entsprach (Proben ES 071 bis 076, siehe **Anhang 4**). Bei den beiden aus einem Gelege stammenden Eiern der Spitzkopfnatter (*Gonyosoma oxycephala*) war mit Schalen-Aschegehalten von 14,25 und 24,39 % der

Trockensubstanz ebenfalls eine deutliche Variation erkennbar. Solche Schwankungen sind möglicherweise auf Unterschiede im Feinaufbau der Schale zurückzuführen. Schleich und Kästle (1988) bemerkten in ihrem umfassenden Werk über Reptilieneischalen, dass eine Unterscheidung von Eischalen verschiedener Reptilienordnungen zwar sehr leicht gemacht werden kann, sie jedoch auf Ebene der zoologischen Familien oder gar Arten sehr schwierig ist, da die organischen und anorganischen Schalenanteile auch innerartlich extrem variabel sind. Dadurch können sogar innerhalb eines Geleges sehr große Unterschiede im Eischalenaufbau auftreten. Dies trifft besonders auf die weichschaligen *Squamaten*-Eischalen zu. Die Grundstruktur der Kalziumkarbonat-Anteile in weichen Eischalen ist häufig als „amorph“ zu bezeichnen, das heißt ohne deutliche strukturelle Organisation (Schleich und Kästle, 1988; siehe **Kapitel 2.4.1**). Es ist durchaus denkbar, dass diese „lose“ Struktur die Reproduzierbarkeit der Eischalenformation innerhalb eines Geleges erschwert.

Ein direkter Vergleich der in der vorliegenden Studie ermittelten Rohaschegehalte weichschaliger Eier mit in der Literatur beschriebenen Werten ist nicht sinnvoll, da Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) und Ji et al. (1997a; 1997b) ihre Eischalenproben bei 550° C über 24 Stunden verascht haben und nicht wie in der vorliegenden Studie bis zur Gewichtskonstanz (siehe **Tabelle 5-2**). Dies hatte wohl zur Folge, dass Teile des Kalziumkarbonats nicht decarboxyliert wurden (siehe **Kapitel 5.1.5**).

### **5.2.1.3 Mengenelemente**

#### **5.2.1.3.1 Kalzium (Ca)**

##### **5.2.1.3.1.1 Kalziumgehalt im Gesamtei**

Der Kalziumgehalt des Gesamteis lag sowohl bei den in der vorliegenden Studie als auch bei den von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) untersuchten hartschaligen Eiern bei über 100 g/kg der Trockensubstanz. Die flexibelschaligen Eier beinhalteten nur circa die Hälfte dieses Kalziumgehalts, die weichschaligen Eier nur etwa ein Viertel (siehe **Tabelle 0-4**). Der Kalziumgehalt der von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung)

**Tabelle 0-4:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Halsberger-Schildkröten – Cryptodira</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	h	362 ± 18	3,47 ± 0,51	129 ± 18	128/81/72	1
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	h	344 ± 26	3,37 ± 0,32	120 ± 11	25/25/25	1
	hart	h	374	3,80	115	1*	2
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart	h	364 ± 10	3,91 ± 0,32	138 ± 11	23/13 /11	1
	hart	h	317	4,33	123	1*	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	380 ± 5	5,87 ± 1,68	148 ± 15	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	o	266 ± 8	5,54 ± 0,36	58 ± 9	38/30/15	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	o	266	5,87 ± 0,27	65 ± 4	10/10/9	1
	flexibel	o	220	4,78 ± 0,19	47 ± 10	3*	2
<b>Überfamilie Chelonioidea</b>							
Suppenschildkröte ( <i>Chelonia mydas</i> )	sehr flexibel	h (o)	ca. 200				3
	sehr flexibel	h (o)	192				4
Oliv-Bastardschildkröte ( <i>Lepidochelys olivacea</i> )	sehr flexibel	p	211	7,1			5
Lederschildkröte ( <i>Dermochelys coriacea</i> )	sehr flexibel	p	413	7,01			6

**Fortsetzung von Tabelle 5–4:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Halswender-Schildkröten – <i>Pleurodira</i></b>							
Ostaustralische Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura macquarii</i> )	hart	o		3,34			7
<b>Krokodile - <i>Crocodylia</i></b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	336			2/0/0	1
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>							
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	112	16,42 ± 0,82	26,64 ± 1,84	12/20/7	1
	weich	k	63	16,72 ± 0,11	20,48/15,35	2*	2
Gekielte Kletternatter ( <i>Elaphe carinata</i> )	weich	k	121				8
Rote Könignatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	103	17,12 ± 0,31	31,66	3/6/2	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich	k	50	16,37	18,88	1*	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	116	19,96 ± 0,42	39,83	2/3/2	1
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich	k	83	16,03	22,03	1*	2
<b>Familie <i>Elapidae</i></b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	76	18,32 ± 0,50	22,74	5/14/5	1
Chinesische Kobra ( <i>Naja (naja) atra</i> )	weich	k	97				9

**Fortsetzung von Tabelle 5–4:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>							
<b>Familie Agamidae</b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	135	11,90 ± 0,81	26,13 ± 2,29	7/13/5	1
	weich	o	128	12,48 ± 0,36	21,44	2*	2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich	i	82	9,5	18,78	1*	2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich	o (i)	186	10	25,08	1*	2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich	i (o)	113	11,34	26,71	1*	2
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		9,97 ± 0,86		0/29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	103	10,75 ± 0,33	22,96 ± 0,69	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	116	12,45 ± 0,94	21,82 ± 2,99	2/2/2	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich	p	83	10,39	13,77	1*	2
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	124	15,61 ± 2,55	31,56 ± 1,18	2/2/2	1
<b>Familie Scincidae</b>							
Fünfstreifen-Skink ( <i>Eumeces fasciatus</i> )	weich	k	282/400				10
Glatte Grasnatter ( <i>Opheodrys vernalis</i> )	weich	k	365				10

**Fortsetzung von Tabelle 5-4: Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	o	373 ± 12			29/0/0	1
	hart	o		0,84 (0,8-0,94)			11
	hart	o		1,28			12

1: vorliegende Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Solomon und Baird (1976); 4: Phillott et al. (2006); 5: Sahoo et al. (1998); 6: Bilinski et al. (2001); 7: Thompson et al. (1999); 8: Ji et al. (1997a); 9: Ji et al. (1997b); 10: Cox et al. (1984); 11: Souci et al. (2000); 12: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)

\* mehrere Eier eines Geleges gepoolt

Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor; p = piscivor



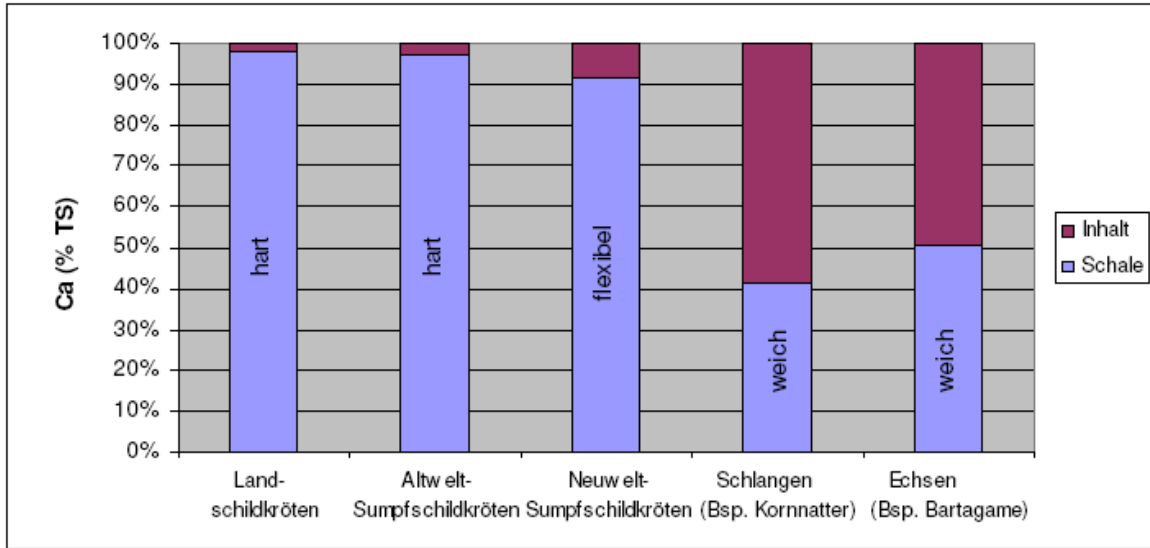
untersuchten Schlangeneier lag deutlich unter dem der in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangeneier. Dies führten die Autoren auf abnorm aussehende, halb transparente Schalen bei einigen der untersuchten Schlangeneier zurück. Leider unterblieb jedoch eine Beschreibung, bei welchen Eiern genau die Veränderungen gesehen wurden. Daher sollten die von Mos aufgeführten Untersuchungsergebnisse der Schlangeneischalen kritisch betrachtet werden. Generell ist bei Schlangen ein Kalziummangel aufgrund unzureichender Gehalte in der Nahrung unwahrscheinlich, sofern sie komplette Futtermittel verzehren.

Auch der Kalziumgehalt der von den Autoren analysierten Eier zweier Echsenspezies war deutlich niedriger als die Vergleichswerte dieser Studie. Beim insektivoren Grünen Nackenstachler (*Acanthosaura capra*) ist ein Zusammenhang zwischen einer kalziumarmen Fütterung mit Insekten (Barker et al., 1998) und einem niedrigen Kalziumgehalt in den Eiern denkbar. Beim piscivoren Uta-Leguan (*Ctenosaura bakeri*) kann ein Kalziummangel vor allem dann auftreten, wenn kein ganzer Fisch gefüttert wird.

Andererseits wäre es jedoch auch denkbar, dass die Versorgung mit Kalzium in menschlicher Obhut sehr gut ist und es infolge dessen zu einer höheren Kalzifizierung der Eischale kommen könnte als zwingend notwendig. Auch müssen Unterschiede im Kalziumgehalt bei verschiedenen weichschaligen Eiern ohne Stabilitätseinbußen der Schale keine pathologische Erscheinung darstellen.

Bei den hartschaligen Eiern lag der Kalziumgehalt zu circa 98 %, bei den flexibelschaligen Eiern zu circa 91 % in der Eischale vor. Bei den weichschaligen Eiern war die Kalziumverteilung auf Schale und Inhalt fast 50 zu 50, bei den Schlangen mit einer Tendenz zu einem etwas höheren Gehalt im Eiinhalt (siehe **Abbildung 5-2**).

Die Kalziumverteilung auf Schale und Inhalt zeigt, dass das Kalzium in der Eischale nicht nur für die Stabilität und einen mechanischen Schutz des Embryos sorgt. Vielmehr spiegelt sie das unterschiedliche Ausmaß der Mobilisierung von Kalzium aus der Eischale durch den sich entwickelnden Embryo wieder. Wie bereits in **Kapitel 2.4.4** beschrieben stammen bei Krokodilen (hartschalige Eier) bis zu 80 % des Kalziums im Körper von Schlüpflingen aus der Eischale (Packard et al., 1977; Packard und Packard, 1989), was mit beim Huhn ermittelten Werten vergleichbar ist (Jenkins und Simkiss, 1968).



**Abbildung 0-2:** Prozentuale Verteilung des Kalziumgehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern

Trotz der Tatsache, dass flexible Eischalen einen deutlich niedrigeren Kalziumgehalt in der Eischale aufweisen, mobilisieren laut Simkiss (1962) auch die Embryonen der Lederschildkröte (*Dermochelys coriacea*), einer Meeresschildkrötenart mit sehr flexibler Eischale, rund 75 % des für die Entwicklung benötigten Kalziums aus der Eischale. Bei Spezies mit weichschaligen Eiern liegt der Mobilisierungsgrad des Kalziums aus der Schale deutlich niedriger. Packard und Packard (1988) wiesen nach, dass bei der Kiefernatter (*Pituophis melanoleucus*) nur circa 25 % des Kalziums im Schlüpfling aus der weichen Eischale stammten.

Interessant in diesem Zusammenhang ist auch der Vergleich mit Hühnereiern. Während der Kalziumgehalt in der Eischale von Hühnereiern mit dem der hartschaligen Reptilieneier vergleichbar ist, sind die Gehalte im Eiinhalt circa um ein Drittel niedriger als die hartschaliger Reptilieneier. Auch bei Küken stammt, vergleichbar mit Reptilien mit hartschaligen Eiern, circa 80 % des Kalziums aus der Eischale (Simkiss, 1967). Ein geringerer Gesamtkalziumgehalt in Hühnereiern könnte mit einem geringeren Kalziumbedarf der Embryonen erklärt werden. Kopsch (2006) beschrieb den Kalziumgehalt im Gesamtkörper von Landschildkrötenschlüpflingen (ohne Panzer) mit 34,5 mg/kg der Trockensubstanz, während der Gehalt in Eintagsküken laut Bird und Ho (1976) nur bei 13 mg/kg der Trockensubstanz liegt. Im Gegensatz dazu maß Simkiss (1962)

bei Schlüpflingen von Huhn (*Gallus gallus*) und Lederschildkröte (*Dermochelys coriacea*) gleich viel Kalzium im vergleichbar schweren Gesamtkörper, allerdings auf die ungetrocknete ursprüngliche Substanz gerechnet. Diese Angaben müssten an getrockneten Proben verifiziert werden.

#### 5.2.1.3.1.2 Kalziumgehalt in der Eischale

Der Kalziumgehalt in der Eischale betrug bei den in der vorliegenden Studie untersuchten harten Eischalen im Mittel circa 370 g/kg der Trockensubstanz. Die flexiblen Eischalen beinhalteten etwa ein Viertel weniger, die weichen Eischalen etwa zwei Drittel weniger Kalzium als die harten Eischalen. Der Kalziumgehalt der harten Reptilieneischalen war ähnlich den im Schrifttum beschriebenen Gehalten verschiedener harter Reptilieneischalen und dem der zum Vergleich untersuchten Hühnereischalen (siehe **Tabelle 0-4**).

Die Eischalen der Meeresschildkröten (Überfamilie *Chelonioidea*) differenzierte Hirsch (1983) von den flexiblen Eischalen der anderen Schildkrötenarten und beschrieb sie als „sehr flexibel“. Die von verschiedenen Autoren angegebenen Kalziumgehalte dieser Eier reihen sich, wie erwartet, zwischen denen flexibler und weicher Eischalen ein (siehe **Tabelle 0-4**). Bilinski et al. (2001) jedoch gaben den Kalziumgehalt der Eier der Lederschildkröte (*Dermochelys coriacea*), einer Meeresschildkröte mit ebenfalls sehr flexiblen Eischalen, mit 413 g/kg der Trockensubstanz an. Vergleicht man diesen Wert mit den Kalziumgehalten anderer Schildkrötenspezies, ist er für sehr flexible Eischalen sehr zweifelhaft. Ebenso ist anzumerken, dass ein Kalziumgehalt dieser Höhe nicht ausschließlich in Form von Kalziumkarbonat vorliegen kann, da der Anteil von Kalzium an der molekularen Masse von Kalziumkarbonat bei circa 40 % liegt. Ein Gehalt von über 400 g/kg der Trockensubstanz, wie bei in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern der Breitrand-Schildkröte (*Testudo marginata*, siehe **Tabelle 0-4**) gemessen, setzt das Vorhandensein einer Kalziumverbindung mit noch höherem Kalziumgehalt voraus. Hierfür kommt nur Kalziumoxid in Frage mit einem prozentualen Anteil von Kalzium von circa 71 %.

Bei den weichen Schalen von Echsen- und Schlangeneiern waren teilweise deutliche Unterschiede im Kalziumgehalt erkennbar. Auf das abnorme Aussehen einzelner von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) untersuchter Schlangeneier wurde bereits bei der Besprechung des Kalziumgehalts des Gesamteis eingegangen.<sup>11</sup> Doch auch bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangeneiern war der Kalziumgehalt in der Schale relativ niedrig, obwohl keine abnorme Eischalenstruktur erkennbar war (siehe **Tabelle 0-4**, Rote Speikobra [*Naja mossambica*]). Solche Unterschiede können, wie bereits erwähnt, auf Unterschiede in der Eischalen-Ultrastruktur zurückzuführen sein. Schleich und Kästle (1988) beschrieben, dass solche Unterschiede auch bei Eischalen sehr eng verwandter Spezies, besonders bei Echsen und Schlangen, physiologischerweise vorkommen können.

Bei allen untersuchten Eischalentypen zeigten sich innerartliche Messwertschwankungen beim Kalziumgehalt, aber auch bei Eischalen desselben Geleges waren zum Teil deutliche Unterschiede erkennbar (siehe **Tabelle 5-5**). Die jeweiligen Eischalen mit vom Mittelwert deutlich abweichenden Kalziumgehalten in der Schale waren makroskopisch nicht von den anderen Eiern des jeweiligen Geleges zu unterscheiden. Auch zeigten sich bei der Trennung keine Unterschiede in der Stabilität oder dem Bruchverhalten bei harten Eischalen beziehungsweise der Flexibilität bei flexiblen und weichen Eischalen.

Diese Beobachtung teilweise großer Kalzium-Messwertschwankungen legt die Annahme nahe, dass bei den oben beschriebenen Eiern die Eischalen-Ultrastruktur variierte. Laut Schleich und Kästle (1988) können beispielsweise Stresssituationen während der Legeperiode bei Schildkröteneischalen zur Unterbrechung des Größenwachstums einzelner Kalk-Säulen führen. Außerdem beschrieben die Autoren bei zwei Landschildkrötenarten (Maurische Landschildkröte [*Testudo graeca*] und Griechische Landschildkröte [*Testudo hermanni*]) runde Einschlüsse in der Eischalenformation einiger Eier. Ob es sich bei diesen

---

<sup>11</sup> Auch vermerkte der Autor, dass in manchen Eiern Embryonen gefunden wurden. Er machte jedoch weder nähere Angaben dazu, in welchen Eiern bereits eine embryonale Entwicklung stattgefunden hatte, noch, wie weit diese fortgeschritten war. Ob bereits Veränderungen des Kalziumgehalts in der Eischale stattgefunden haben, ist von der Größe des Embryos beziehungsweise des Fortschreitens der embryonalen Entwicklung abhängig, da die Mobilisation des Kalziums aus der Schale bei Eiern normalerweise erst gegen Ende der Inkubation stattfindet (Packard und Packard, 1989). Bei den von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) beschriebenen Eiern scheint eine Mobilisierung von Kalzium aus der Schale unwahrscheinlich, da der Kalziumgehalt im Inhalt der betroffenen Eier im Vergleich mit den in der vorliegenden Studie untersuchten weichschaligen Eiern nicht höher war. Trotzdem sollten die von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) beschriebenen Kalziumgehalte wegen fehlender detaillierter Angabe des Aussehens der Eischale und des Vorkommens beziehungsweise der Größe der Embryonen kritisch betrachtet werden.

Veränderungen, die vermutlich eingetrocknete und geschrumpfte Kolloid-Tropfen darstellen (Schleich und Kästle, 1988), um pathologische Einzelbeobachtungen oder häufiger anzutreffende Eischalen-Variationen handelt, ist bisher nicht bekannt.

**Tabelle 0-5:** Minimaler und maximaler Kalziumgehalt (g/kg TS) in der Schale von Eiern jeweils eines in der vorliegenden Studie untersuchten Geleges verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	MW	Min	Max	n
<b>Schildkröten – Testudines</b>					
Breitrand-Schildkröte ( <i>Testudo marginata</i> )	hart	387	340	413	9
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	344	282	381	25
<b>Schlangen –Serpentes</b>					
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	116	90	142	2
<b>Echsen - Lacertilia</b>					
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	116	89	143	2

Eine andere mögliche Erklärung für teilweise geringe Kalziumgehalte in der Eischale innerhalb eines Geleges könnte das Ausschöpfen der Kalzium-Vorräte des Muttertiers während der Eischalenformation darstellen. So ist es denkbar, dass gegen Ende der Eibildung weniger Kalzium in die Schale eingebaut werden kann. Ein Indiz hierfür könnte ein von Jelden (1980) beschriebenes Gelege darstellen, das von einem in Neuguinea nicht in menschlicher Obhut lebenden Leistenkrokodil (*Crocodylus porosus*) stammte. Er beobachtete, dass die zuletzt gelegten Eier des Geleges makroskopisch deutlich von den erstgelegten unterschieden werden konnten. Sie wiesen eine sehr dünne Eischale auf, eine embryonale Entwicklung hatte in diesen Eiern im Gegensatz zu den dick beschalteten zuerst gelegten Eiern jedoch noch nicht stattgefunden. Inwieweit diese Beobachtung eine abnormale Eischalenformation der zuletzt gelegten Eier mit der Folge einer geringeren Bebrütbarkeit dieser Eier darstellt, bliebe weiter zu untersuchen.

Bei Reptilien werden, wie bereits beschrieben, im Gegensatz zum Vogel alle Eier eines Geleges gleichzeitig ovuliert und innerhalb kurzer Zeit beschalt. Den Tieren fehlt ein Kalziumspeicherorgan wie der medulläre Knochen bei Vögeln, aus dem Kalzium sehr schnell bereitgestellt werden kann (Elsy und Wink, 1986; Wink und Elsey, 1986). Dies

führt bei der Eibildung schnell zu Veränderungen in der Dichte der Knochenstruktur der Muttertiere (Wink et al., 1987).

### **5.2.1.3.2 Phosphor (P)**

#### **5.2.1.3.2.1 Phosphorgehalt im Gesamtei**

Der Phosphorgehalt im Gesamtei bei den in der vorliegenden Studie untersuchten hart- und flexibelschaligen Eiern war miteinander vergleichbar, die Gehalte der weichschaligen Echseneier waren um etwa ein Drittel höher, während die der Schlangeneier nochmals höher waren (siehe **Tabelle 0-6**).

Fast der gesamte Phosphor im Reptilienei lag im Eihalt vor (über 98 %). Der Phosphorgehalt im Eihalt war von Schildkröten- und Echseneiern vergleichbar, während er bei Schlangeneiern etwas höher war. Im Vergleich dazu ist der Eihalt von Hühnereiern mit einem um zwei Drittel niedrigeren Gehalt sehr phosphorarm (siehe **Tabelle 0-6**).

Diese Gehalte decken sich mit den Ganzkörperanalysen verschiedener Reptilien. So wies Eberle (2007) sehr hohe Phosphorgehalte im Gesamtkörper von Schlangen nach, die Gehalte im Ganzkörper von Schildkröten (Kopsch, 2006) und Echsen (Schneemeier, 2008) waren niedriger, aber miteinander vergleichbar. Der Phosphorgehalt von Eintagesküken beträgt etwas weniger als die Hälfte des Phosphorgehalts von Schildkröten (Bird und Ho, 1976).

#### **5.2.1.3.2.2 Phosphorgehalt in der Eischale**

Phosphor war in der Eischale von harten Schildkröteneiern – wenn überhaupt – nur in Spuren nachweisbar. Der Phosphorgehalt der in der vorliegenden Studie untersuchten Eischalen des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) war etwa mit dem von Hühnereischalen vergleichbar. Erben (1970) wies Phosphor in der Eischale von Krokodil- und Vogeleischalen in Form von Octocalcium-Phosphat nach. Schmidt (1929) gab für den

Gehalt von Kalzium- beziehungsweise Magnesiumphosphat von Hühnereischalen 0,5 bis 5 % an.

Niedrigere Gehalte in harten Schildkröteneischalen können auf den unterschiedlichen Aufbau von Reptilien- und Vogeleiern zurückzuführen sein. Nach Abdel-Salam et al. (2006) ist Phosphor in der Hühnereischale vor allem in den äußeren Schalenanteilen in der Mamillenschicht zu finden, also in Bereichen mit einem hohen Anteil an organischer Masse (Cusack et al., 2003). In der Kutikula wird Phosphor eine Funktion bei der Beendigung der Kalzifizierung zugesprochen (Dennis et al., 1996). Diese Strukturen fehlen bei der Schildkröteneischale (Hirsch, 1983; siehe **Kapitel 2.4.3**), was einen geringeren Gehalt an Phosphor in der Eischale erklären könnte.

Der Phosphorgehalt in weichen Eischalen zeigte deutliche Variationen. Der Gehalt im Gesamtei blieb jedoch trotz Schwankungen im Phosphorgehalt der Eischale konstant. Dies ist jedoch allem Anschein nach nicht auf die Möglichkeit der Umverteilung von Phosphor in die Schale mit anschließender Mobilisation des Embryos für die Entwicklung zurückzuführen. Die Mobilisation von Phosphor aus der Eischale schlossen Packard und Packard (1988) für Embryos der Kiefernatter (*Pituophis melanoleucus*), wie auch schon für Vögel (1991a; Gelbkopf-Schwarzstärling [*Xanthocephalus xanthocephalus*]) aus.

**Tabelle 0-6:** Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	h	0,10 ± 0,09	13,61 ± 0,68	8,87 ± 0,72	93/83/69	1
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	h	< 0,5	13,89 ± 0,67	9,12 ± 0,45	25/25/25	1
	hart	h	0,32	9,00	6,39	1*	2
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart	h	< 0,5	13,50 ± 0,74	8,61 ± 0,56	23/13 /11	1
	hart	h	0,15	8,84	5,54	1*	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	0,18 ± 0,15	13,60 ± 0,40	8,76 ± 0,50	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	o	0,32 ± 0,11	12,86 ± 1,00	9,59 ± 1,72	38/31/15	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	o	0,32 ± 0,11	12,38 ± 1,25	9,25 ± 1,33	31/11/9	1
	flexibel	o	0,30	9,62 ± 0,28	7,79 ± 0,07	3*	2
<b>Überfamilie Chelonioidea</b>							
Suppenschildkröte ( <i>Chelonia mydas</i> )	sehr flexibel	h (o)	ca. 10				3
<b>Krokodile - Crocodylia</b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	0,75			2/0/0	1



**Fortsetzung von Tabelle 5–6:** Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>							
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	1,65 ± 0,67	15,97 ± 0,71	14,68 ± 0,71	12/20/7	1
	weich	k	0,31	13,17 ± 4,04	9,48	2*	2
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	3,87 ± 0,29	17,63 ± 0,57	15,41 ± 0,52	2/6/2	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich	k	0,83			1*	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	1,72 ± 0,64	15,79 ± 0,35	13,10 ± 0,50	2/3/2	1
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich	k	1,19	12,04	15,41	1*	2
<b>Familie <i>Elapidae</i></b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	2,28 ± 0,19	13,84 ± 0,44	13,25 ± 0,58	5/14/5	1
<b>Familie <i>Boidae</i></b>							
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k		15,78		0/1/0	1
<b>Echsen – <i>Lacertilia</i></b>							
<b>Familie <i>Agamidae</i></b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	1,60 ± 0,88	14,55 ± 0,83	14,92 ± 0,97	7/13/5	1
	weich	o	1,79	12,13 ± 0,66		2*	2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich	i		14,91		1*	2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich	o (i)	1,42	10,55	9,77	1*	2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich	i (o)	0,71	13,62	11,68	1*	2

**Fortsetzung von Tabelle 5–6:** Phosphorgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		12,80 ± 1,01		0/29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	5,33 ± 0,02	14,13 ± 0,39	12,14 ± 2,01	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	4,02 ± 0,34	13,02 ± 0,21	12,56 ± 0,41	2/2/2	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich	p	0,80	10,46	10,01	1*	2
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	2,83 ± 0,21	13,19 ± 0,09	12,01 ± 0,38	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	o	0,92 ± 0,17			29/0/0	1
	hart	o		3,34 (3,21-3,98)			4
	hart	o		4,61			5

1: vorliegende Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Solomon und Baird (1976); 4: Souci et al. (2000); 5: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)

\* mehrere Eier eines Geleges gepoolt

Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor; p = piscivor

### 5.2.1.3.3 Magnesium (Mg)

Der Magnesiumgehalt des Gesamteis lag bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Schildkröten- und Schlangeneiern in der Regel bei circa 1 g/kg der Trockensubstanz. Der Magnesiumgehalt im Gesamtei der untersuchten Echseneier war etwas höher. Ji et al. (1997b) beschrieben einen um das sechsfache höheren Wert bei Eiern der Chinesischen Kobra (*Naja [naja] atra*). Ansonsten deckten sich die in der vorliegenden Studie ermittelten Messwerte mit den Angaben aus der Literatur (siehe **Tabelle 0-7**).

Die höheren Gehalte bei Echseneiern waren auf deutlich höhere Magnesiumgehalte in der Schale dieser Eier zurückzuführen. Sie waren vergleichbar mit dem Magnesiumgehalt in der Eischale von Hühnereiern (siehe **Tabelle 0-7**). Dies könnte mit der von Packard und Packard (1991a) beschriebenen Magnesiummobilisation durch Vogelembryonen aus der Eischale im Zusammenhang stehen. Eine Verwendung von Magnesium aus der Eischale ist auch bei Leguanen, also Echsen mit weichschaligen Eiern, nachgewiesen (Packard und Packard, 1991a).

Bei der Schnappschildkröte (*Chelydra serpentina*) scheinen 40 % des Magnesiums im Körper des Schlüpfings aus der flexiblen Eischale zu stammen (Lawniczak und Teece, 2005). Bei hartschaligen Schildkröteneiern hingegen, deren Magnesiumgehalt in der Schale in der vorliegenden Studie auffällig niedriger war, scheint eine Verwendung von Magnesium aus der Eischale durch den Embryo nicht vorzuliegen (vgl. Dornrand-Weichschildkröte [*Trionyx spiniferus*], Packard und Packard, 1991b, und Ostaustralische Spitzkopfschildkröte [*Emydura macquarii*], Thompson et al., 1999).

Höhere Magnesiumgehalte in der Eischale können bei Hühnereiern, wie Cusack et al. 2003 feststellten, auch im Zusammenhang mit dem Alter des „Muttertiers“ stehen.

Im Ganzkörper konnte in Bezug auf den Magnesiumgehalt bei verschiedenen Reptilien-Ordnungen kein Unterschied festgestellt werden (siehe Kopsch, 2006; Eberle, 2007; Schneemeier, 2008).

**Tabelle 0-7:** Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Halsberger-Schildkröten – Cryptodira</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	h	0,51 ± 0,06	0,90 ± 0,11	0,79 ± 0,06	63/52/36	1
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	h	0,49 ± 0,06	0,99 ± 0,03	0,82 ± 0,03	25/25/25	1
	hart	h	0,81	0,96	0,91	1*	2
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart	h	0,54 ± 0,05	0,83 ± 0,11	0,70 ± 0,06	8/5/3	1
	hart	h	1,150	0,67 ± 0,21	0,85	1*	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	0,62 ± 0,07	0,92 ± 0,10	0,83 ± 0,05	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>							
Verschiedene Arten ( <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	o	1,80 ± 0,30	1,01 ± 0,09	1,10 ± 0,07	17/26/5	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	o	1,91	1,05 ± 0,12	1,16 ± 0,00	13/6/3	1
	flexibel	o	2,54	1,01	0,91 ± 0,15	3*	2
<b>Überfamilie Chelonioidea</b>							
Suppenschildkröte ( <i>Chelonia mydas</i> )	sehr flexibel	p	0,60				3
Oliv-Bastardschildkröte ( <i>Lepidochelys olivacea</i> )	sehr flexibel	p	0,56	1,2			4

**Fortsetzung von Tabelle 5–7: Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Halswender-Schildkröten – <i>Pleurodira</i></b>							
Ostaustralische Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura macquarii</i> )	hart	o		0,47			5
<b>Krokodile – <i>Crocodylia</i></b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	2,52			2/0/0	1
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>							
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k		0,94 ± 0,10		0/11/0	1
	weich	k	1,88	0,93 ± 0,20	0,88	2*	2
Gekielte Kletternatter ( <i>Elaphe carinata</i> )	weich	k	8,3				6
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k		0,91 ± 0,06		0/2/0	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich	k	1,28	0,81	0,84	1*	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	3,35 ± 0,30	0,78	1,15 ± 0,32	2/6/2	1
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich	k	1,26	1,35 ± 0,30	0,82	1*	2
<b>Familie <i>Elapidae</i></b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k		1,31 ± 0,08		0/14/0	1
Chinesische Kobra ( <i>Naja (naja) atra</i> )	weich	k	6,43				7
<b>Familie <i>Boidae</i></b>							
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k		1,28		0/1/0	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–7: Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>							
<b>Familie Agamidae</b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	2,72 ± 0,36	0,85 ± 0,17	1,09 ± 0,21	7/8/3	1
	weich	o	3,13	0,97 ± 0,06	1,18	2*	2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich	i	2,96	1,21	1,43	1*	2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich	o (i)	5,00	0,97	1,31	1*	2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich	i (o)	4,51	0,93	1,47	1*	2
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		0,93 ± 0,03		0/9/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	4,24 ± 0,10	0,86 ± 0,02	1,32 ± 0,01	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	4,75 ± 1,76	1,11 ± 0,09	1,44 ± 0,09	2/2/2	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich	p	2,49	1,11	1,17		2
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	3,72 ± 0,83	1,54 ± 0,32	1,86 ± 0,11	2/2/2	1
<b>Familie Scincida</b>							
Skink ( <i>Lampropholis guichenoti</i> )	weich	i			1,03 ± 0,09		7
Skink ( <i>Lampropholis delicata</i> )	weich	i			1,09 ± 0,23		7

**Fortsetzung von Tabelle 5–7: Magnesiumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	o	3,89 ± 0,36			10/0/0	1
	hart	o			0,19 (0,17-2,03)		8
	hart	o			0,29		9

1: vorliegende Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Solomon und Baird (1976); 4: Sahoo et al. (1998); 5: Thompson et al. (1999); 6: Ji et al. (1997a); 7: Ji et al. (1997b); 8: Souci et al. (2000); 9: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)

\* mehrere Eier eines Geleges gepoolt

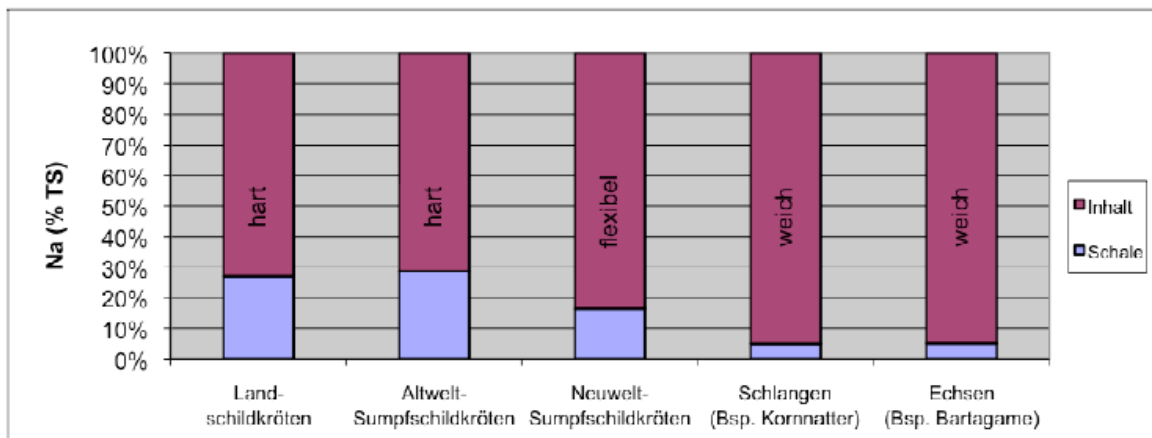
Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor; p = piscivor

#### 5.2.1.3.4 Natrium (Na)

Der Natriumgehalt im Gesamtei war bei den in der vorliegenden Studie untersuchten weichschaligen Nattern- und flexibelschaligen Schildkröteneiern mit 4 – 5 mg/kg der Trockensubstanz etwas niedriger als der der hartschaligen Eier. Auffallend waren niedrigere Natriumgehalte in den Eiern der untersuchten Leguanspezies (Familie *Iguanidae*) und der Roten Speikobra (*Naja mossambica*; siehe **Tabelle 0-8**).

Im Ganzkörper von Reptilien lag der Natriumgehalt in Schildkröten (Kopsch, 2006) und Schlangen (Eberle, 2007) etwas höher als in Echsen (Schneemeier, 2008). Unterschiede im Natriumgehalt von Reptilienkörpern führte Schneemeier (2008) auf die Fähigkeit zur gezielten Natriumausscheidung mittels Salzdrüsen bei einigen Reptilienarten zurück. Neben marinen Schlangen und Schildkrötenarten besitzen auch viele marin und terrestrisch lebende Echsen solche Drüsen zur hochkonzentrierten Salz-Ausscheidung. Auch die meisten Leguanartigen (*Iguanidae*) können auf diese Weise Wasser einsparen (Dunson, 1974).

Bei allen untersuchten Reptilieneiern lag der größte Anteil an Natrium im Eiinhalt vor. Bei den hartschaligen Eiern waren jedoch fast 30 % des Natriums in der Schale zu finden, während dieser Anteil bei den weichen Eischalen nur bei circa 5 % lag (siehe **Abbildung 5-3**).



**Abbildung 0-3:** Prozentuale Verteilung des Natriumgehalts auf Schale und Inhalt bei hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern



**Tabelle 0-8:** Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
Verschiedene <b>Landschildkröten</b> (Familie <i>Testudinidae</i> ; <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	h	4,74 ± 0,52	6,22 ± 1,58	5,75 ± 1,14	128/ 83/70	1
Verschiedene <b>Altwelt-Sumpfschildkröten</b> (Familie <i>Geoemydidae</i> ; <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	5,17 ± 0,23	8,38 ± 1,37	7,09 ± 1,06	8/3/3	1
Verschiedene <b>Neuwelt-Sumpfschildkröten</b> (Familie <i>Emydidae</i> ; <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	o	4,68 ± 0,30	4,93 ± 2,16	4,68 ± 1,99	38/9/9	1
<b>Krokodile – Crocodylia</b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	3,31			2/0/0	1
<b>Schlangen – Serpentes</b>							
<b>Familie Colubridae</b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	2,26 ± 0,46	4,83 ± 0,40	4,61 ± 0,31	12/20/7	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	3,06 ± 0,14	4,32 ± 0,33	4,22 ± 0,13	3/6/2	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	3,71	5,29 ± 1,48	5,20 ± 0,66	2/3/2	1
<b>Familie Elapidae</b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	2,51 ± 0,90	3,42 ± 1,11	2,42 ± 1,34	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>							
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k		5,45		1	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–8: Natriumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>							
<b>Familie Agamidae</b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	3,37 ± 0,57	6,11 ± 0,80	8,03 ± 3,52	7/13/5	1
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		2,06 ± 0,89		0/29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	3,46	2,27 ± 0,24	2,30 ± 0,01	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	3,19	2,46 ± 0,15	2,52 ± 0,17	2/2/2	1
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	4,27	3,71 ± 0,53	3,78 ± 0,55	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	o	2,50 ± 0,44			29/0/0	1
	hart	o		2,25 (1,90-2,43)			2
	hart	o		3,38			3

1: vorliegende Studie; 2: Souci et al. (2000); 3: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)  
Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor

Diese Unterschiede in der Natriumverteilung trotz relativ ähnlicher Gesamtgehalte sprechen dafür, dass bei Schildkröten ähnlich wie bei Hühnerembryonen während der Entwicklung Natrium aus der Eischale mobilisiert wird. Bei Hühnern stellt das Natrium aus der Schale circa 30 % des gesamten Natriums im Küken dar (Abdel-Salam et al., 2006).

#### **5.2.1.3.5 Kalium (K)**

Beim Kaliumgehalt des Gesamteis zeigten sich relativ deutliche Schwankungen, vor allem bei den untersuchten weichschaligen Eiern (siehe **Tabelle 0-9**). Jedoch konnte bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern ein Zusammenhang zwischen dem Kalium- und Natriumgehalt festgestellt werden, weshalb die Kalium-Messergebnisse in Hinblick auf diesen Zusammenhang besprochen werden sollen.

Das Natrium-Kalium-Verhältnis in den hartschaligen Schildkröteneiern betrug im Mittel circa 1,5:1, bei flexibelschaligen Schildkröteneiern circa 1:1, während es bei den weichschaligen Eiern zwischen 0,5:1 und 1:1 lag (siehe **Tabelle 0-10**).

Bei Ganzkörperanalysen von Schildkröten (ohne Panzer) fiel bei einigen Spezies ein deutlich höherer Natriumgehalt im Vergleich zu Säugetieren und Vögeln auf (Kopsch, 2006). Dies galt in besonderem Maße für Schlüpflinge und juvenile Tiere, jedoch auch für adulte. Bei den von Kopsch untersuchten Schildkröten handelte es sich um Vertreter der beiden Landschildkröten-Gattungen (*Testudo*, *Geochelone*) und der Altwelt-Sumpfschildkröten-Gattung (*Rhinoclemmys*), deren Eier in der vorliegenden Studie untersucht wurden und ebenfalls deutlich höhere Gehalte an Natrium im Gesamtei zeigten. Dies kann als Hinweis auf einen systematischen Unterschied im Elektrolytstoffwechsel zwischen Reptilien und Vögeln beziehungsweise Säugetieren angesehen werden.

Kalium lag in Reptilieneiern zum überwiegenden Teil im Eiinhalt vor, nur circa 2 bis 7 % waren in der Eischale zu finden. Über eine Kaliummobilisation aus der Schale während der Embryonalentwicklung bei Hühnerembryonen ähnlich der des Natriums ist nichts bekannt.

**Tabelle 0-9:** Natrium-Kalium-Verhältnis im Gesamtei der in der vorliegenden Studie untersuchten hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneier

	<b>Eischalen- typ</b>	<b>Verhältnis Na:K</b>	<b>n</b>
<b>Schildkröten – Testudines</b>			
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>			
Verschiedene <b>Landschildkröten</b> (Familie <i>Testudinidae</i> ; <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	1,46 ± 0,27	70
Verschiedene <b>Altwelt-Sumpfschildkröten</b> (Familie <i>Geoemydidae</i> ; <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	1,46 ± 0,36	3
Verschiedene <b>Neuwelt-Sumpfschildkröten</b> (Familie <i>Emydidae</i> ; <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	1,03 ± 0,48	9
<b>Schlangen – Serpentes</b>			
<b>Familie Colubridae</b>			
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	0,45 ± 0,05	7
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	0,54 ± 0,00	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	0,93 ± 0,27	2
<b>Familie Elapidae</b>			
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	0,62 ± 0,39	5
<b>Echsen – Lacertilia</b>			
<b>Familie Agamidae</b>			
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	0,70 ± 0,27	5
<b>Familie Iguanidae</b>			
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	0,77 ± 0,32	2
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	0,35 ± 0,11	2
<b>Familie Varanidae</b>			
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	0,53 ± 0,20	2

**Tabelle 0-10:** Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalentyp	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
Verschiedene Landschildkröten (Familie <i>Testudinidae</i> ; <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	h	0,66 ± 0,18	5,85 ± 0,91	3,96 ± 0,61	128/83/70	1
Verschiedene Altwelt-Sumpfschildkröten (Familie <i>Geoemydidae</i> ; <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	0,79 ± 0,32	7,42 ± 0,32	4,96 ± 0,78	8/3/3	1
Verschiedene Neuwelt-Sumpfschildkröten (Familie <i>Emydidae</i> ; <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	o	1,14 ± 0,20	5,43 ± 1,16	4,74 ± 0,94	38/31/9	1
<b>Überfamilie Chelonioida</b>							
Oliv-Bastardschildkröte ( <i>Lepidochelys olivacea</i> )	sehr flexibel	p	0,49	5,9			2
<b>Krokodile - Crocodylia</b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	1,40			2/0/0	1
<b>Schlangen – Serpentes</b>							
<b>Familie Colubridae</b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	2,41 ± 1,46	10,31 ± 1,01	10,22 ± 1,04	12/20/7	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	2,74 ± 0,20	8,09 ± 0,51	7,83 ± 0,26	3/6/2	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	3,7 ± 0,23	7,44 ± 3,14	5,93 ± 2,42	2/3/2	1
<b>Familie Elapidae</b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	3,21 ± 0,89	6,84 ± 2,69	4,20 ± 2,51	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>							
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k		11,31		0/1/0	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–10: Kaliumgehalt (g/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>							
<b>Familie Agamidae</b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	2,83 ± 1,54	12,55 ± 1,74	11,44 ± 2,14	7/13/5	1
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		6,96 ± 1,16		0/29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	5,50	3,25 ± 0,88	3,24 ± 1,34	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	6,03	6,55 ± 1,39	6,50 ± 1,33	2/2/2	1
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	7,46	7,41 ± 1,53	7,41 ± 1,56	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	o	1,20 ± 0,22			29/0/0	1
	hart	o		2,29 (2,0-2,41)			3
	hart	o		3,24			4

1: vorliegende Studie; 2: Sahoo et al. (1998); 3: Souci et al. (2000); 4: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)  
Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor

#### 5.2.1.4 Rohprotein (Rp)

##### 5.2.1.4.1 Rohproteingehalt im Gesamtei

Der Rohproteingehalt des Gesamteis lag bei den hartschaligen Eiern zwischen 35 und 40 % der Trockensubstanz, bei den flexibel- und weichschaligen Eiern zwischen 44 und 50 %. Die in der vorliegenden Studie ermittelten Ergebnisse aller Eischalentypen deckten sich mit den in der Literatur beschriebenen Gehalten (siehe **Tabelle 0-11**). Der etwas niedrigere Proteingehalt im Gesamtei bei den von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) untersuchten Eiern der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) ist auf einen relativ geringen Gehalt im Eiinhalt bei diesem Gelege zurückzuführen. Das andere von den Autoren untersuchte Gelege beinhaltete fast 9 % mehr Protein im Eiinhalt, bei diesem konnte leider wegen fehlender Angaben zum Proteingehalt der Schale der Proteingehalt bezogen auf das Gesamtei nicht kalkuliert werden.

Die prozentuale Verteilung des Gesamtproteins auf Schale und Inhalt spiegelt nicht vollständig die unterschiedlichen Eischalentypen wider. Während bei den hartschaligen Eiern nur circa 5 % des Gesamtproteins auf die Schale fallen, beträgt diese Fraktion bei den flexibelschaligen Eiern und weichschaligen Eier circa 10 %. Der absolute Proteingehalt der flexiblen Eischalen war jedoch deutlich geringer als der der weichen Eischalen. Der gleich hohe prozentuale Anteil des Schalenproteins bei den beiden Schalentypen ist dabei auf den prozentual größeren Anteil der Schale am Gesamtei bei flexiblen Reptilieneiern zurückzuführen.

**Tabelle 0-11:** Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>							
<b>Halsberger-Schildkröten – Cryptodira</b>							
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>							
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>							
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	h	5,66 ± 1,74	55,83 ± 1,51	38,19 ± 2,45	117/87/74	1
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart	h	8,70 ± 0,79	55,93 ± 0,87	39,85 ± 0,93	25/25/25	1
	hart	h	11,02	55,41	42,04	1*	2
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart	h	4,75 ± 0,57	55,85 ± 0,89	36,79 ± 1,07	22/14/10	1
	hart	h	3,55	50,41	32,55	1*	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>							
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	3,30 ± 0,66	56,03 ± 2,08	36,09 ± 2,65	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>							
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	o	28,02 ± 1,75	53,83 ± 1,27	48,24 ± 2,17	22/35/12	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	o	28,20 ± 1,35	52,81 ± 0,88	46,35 ± 1,12	17/15/6	1
	flexibel	o	26,49	53,44 ± 4,33	48,13 ± 3,14	3*	2
Schnappschildkröte ( <i>Chelydra serpentina</i> )	flexibel	o		54,9			3



**Fortsetzung von Tabelle 5–11: Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen- typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Halswender-Schildkröten – <i>Pleurodira</i></b>							
Ostaustralische Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura macquarii</i> )	hart	o		62			4
Brisbane-Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura signata</i> )	hart	o		60			5
Riesen-Schlangenhalschildkröte ( <i>Chelodina expansa</i> )	hart	o		54			5
<b>Krokodile – <i>Crocodylia</i></b>							
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	k	11,80			2/0/0	1
Neuguinea-Krokodil ( <i>Crocodylus novaeguineae</i> )	hart	k	3,36 (Kalkschale)				6
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>							
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>							
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	69,22 ± 4,80	43,24 ± 1,63	44,05 ± 3,42	9/15/3	1
	weich	k	65.88	40,10/48,95	36,78		2
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	64,50 ± 1,46	47,39 ± 0,77	43,85 ± 4,56	2/6/2	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich	k	74.39	47,04	49,07	1*	2
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich	k	73.22	42,51	45,26	1*	2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	69,71 ± 9,12	44,65 ± 0,82	49,62 ± 2,26	2/3/2	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–11: Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen -typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Natricinae</b>							
Vipernnatter ( <i>Natrix maura</i> )	weich	k			68,05		7
<b>Familie Elapidae</b>							
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	73,58 ± 1,06	49,26 ± 0,68	50,30 ± 0,50	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>							
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k		51,36		0/1/0	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>							
<b>Familie Agamidae</b>							
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	56,60 ± 4,38	43,88 ± 2,00	44,57 ± 2,34	7/15/5	1
	weich	o	55,23	46,14 ± 0,55		1*	2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich	i		51,35	44,81	1*	2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich	o (i)	50,56	44,06	44,62	1*	2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich	i (o)	57,88	52,15	53,01	1*	2
<b>Familie Iguanidae</b>							
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h		48,64 ± 1,57		0/29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	47,03	41,88 ± 0,44	43,16	1/4/1	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	58,91 ± 0,40	47,24 ± 0,41	48,27 ± 0,42	2/2/2	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich	p	58,33	46,26	46,83	1*	2

**Fortsetzung von Tabelle 5 – 11: Rohproteingehalt (% TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalen -typ	Diät	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Varanidae</b>							
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	61,53 ± 5,17	49,75 ± 0,86	51,40 ± 0,24	2/2/2	1
<b>Unterordnung Scincimorpha</b>							
Skink ( <i>Lampropholis guichenoti</i> )	weich	i		58,1 ± 0,3			8
Skink ( <i>Lampropholis delicata</i> )	weich	i		56,8 ± 3,6			8
<b>Vögel – Aves</b>							
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart		4,49 ± 0,87			18/0/0	1
	hart		3,54 ± 0,66				9
	hart			50 (48,83-51,95)			10
	hart			52,07		23	11

1: Eigene Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Wilhoft (1986); 4: Thompson et al. (1999); 5: Booth (2003); 6: Jenkins (1975); 7: Santos et al. (2007); 8: Thompson et al. (2001); 9: Rubilar et al. (2006); 10: Souci et al. (2000); 11: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)

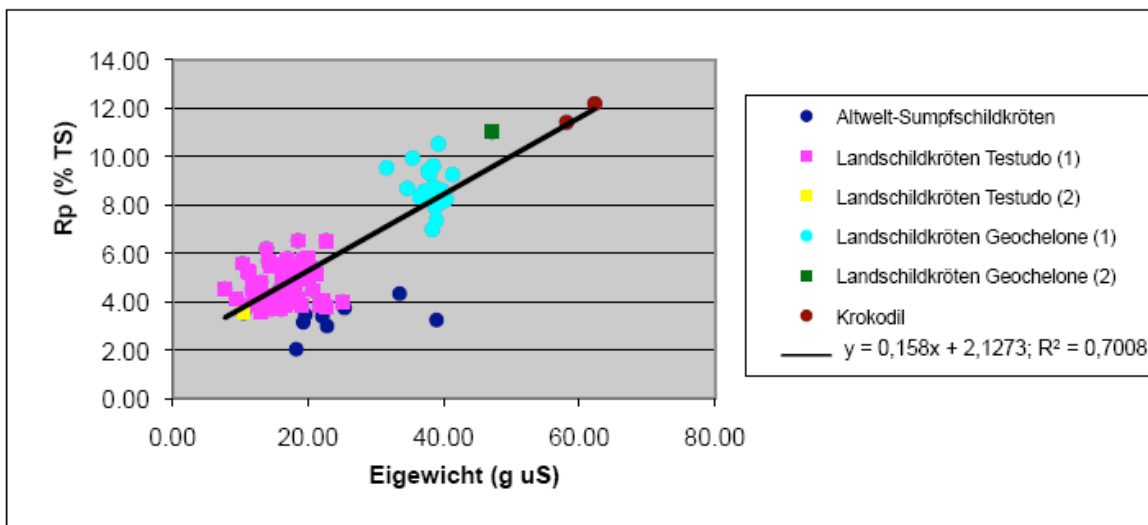
\* mehrere Eier eines Geleges gepoolt

Ernährungstyp: h = herbivor; i = insektivor; k = karnivor; o = omnivor ; p = piscivor

## 5.2.1.4.2 Rohproteingehalt in der Eischale

### 5.2.1.4.2.1 Rohproteingehalt in der harten Eischale

Der Rohproteingehalt lag bei den harten Reptilieneischalen zwischen 3 und 12 % der Trockensubstanz (siehe **Tabelle 0-11**). Dabei war eine Korrelation zwischen dem Proteingehalt in der Eischale und dem Eigewicht feststellbar. Die von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) beschriebenen Rohproteingehalte der Maurischen Landschildkröte (*Testudo graeca*) und der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*) verstärkten diese Beobachtung.<sup>12</sup> Der Zusammenhang bestand allerdings nur für verschieden große Eier unterschiedlicher Spezies, innerhalb einer Spezies spielte eine Variation der Eigröße keine Rolle für den Rohproteingehalt der Schale (siehe **Abbildung 5-4**). Der in der Hühnereischale gemessene Proteingehalt ähnelte dem der Landschildkröteneier, obwohl die Hühnereier in der gleichen Gewichtsklasse wie die im Vergleich mit Landschildkröteneiern dreimal schwereren Krokodileier lagen.



**Abbildung 0-4:** Verhältnis des Rohproteingehalts (% TS) der harten Reptilieneischale zum Eigewicht (g uS); 1: Eigene Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung)

<sup>12</sup> Da es sich bei den von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) untersuchten Proben um mehrere gepoolte Eier eines Geleges handelt, steht aus dieser Studie jeweils nur ein Messwert zur Verfügung.

Der Proteinanteil in der Eischale setzt sich aus zwei verschiedenen Fraktionen zusammen: dem Proteinanteil der Eischalenmembran und den Proteinkomplexen der organischen Matrix der Kalkschale. Ein höherer Proteingehalt in der Eischale kann deshalb entweder auf einen höheren Gehalt an organischer Matrix des kalzifizierten Anteils der Eischale oder eine dickere Eischalenmembran zurückzuführen sein. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein höherer Proteinanteil in beiden Anteilen der Eischale stabilitätsfördernd wirkt. Der organische Anteil der Kalkschale dient wohl als verstärkendes Fasernetzwerk (Silyn-Roberts und Sharp, 1986). Eine Verstärkung dieses Fasernetzwerkes ist bei den von Jenkins (1975) untersuchten Eiern des Neuguinea-Krokodils (*Crocodylus novaeguineae*) denkbar, bei denen in der membranfreien Kalkschale ein doppelt so hoher Stickstoffgehalt wie in Hühnereiern (bestimmt von Tyler und Geake, 1953) nachgewiesen wurde.

Aber auch eine dickere Eischalenmembran könnte stabilisierend wirken. Bei der Trennung der in der vorliegenden Studie untersuchten Eier des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*) fiel makroskopisch verglichen mit anderen harten Reptilieneischalen eine sehr dicke Eischalenmembran auf, wurde aber nicht durch weitere Untersuchungen quantitativ bestätigt. Bei den von Jenkins (1975) untersuchten Eiern von Neuguinea-Krokodilen (*Crocodylus novaeguineae*) betrug der Anteil der Eischalenmembran an der getrockneten Eischale 21,9 %. Bei Hühnereiern liegt ihr Anteil bei circa 0,3 % (Romanoff und Romanoff, 1949). Die Eischalenmembran der harten Eier der Riesen-Schlangenhalschildkröte (*Chelodina expansa*) ist laut Woodall (1984) circa dreimal so dick wie die Eischalenmembran von Hühnereiern.

Bei Vogeleiern scheint ein ähnlicher Zusammenhang zwischen Eigröße und Proteingehalt in der Eischale indes unwahrscheinlich. Bei Analysen von jeweils einem Ei von Strauß (*Struthio camelus*), Nandu (*Rhea americana*), Huhn (*Gallus gallus*) und Wachtel (*Coturnix coturnix*) hatten die größeren Eier keinen höheren Rohproteingehalt in der Schale. Es zeigte sich vielmehr ein sehr hoher Gehalt in der Schale des kleinsten Eis, des Wachteleis (Kienzle, persönliche Mitteilung)

Interessant wäre in diesem Zusammenhang jedoch der Vergleich mit Eiern einzelner Vertreter der Vogel-Familie der Großfußhühner (*Megapodiidae*). Wie bereits in **Kapitel 5.2** beschrieben bebrüten einige Vertreter dieser Familie ihre Eier nicht wie die meisten anderen Vögel in einem Nest, sondern sie bauen gewaltige Bruthügel oder

vergraben die Eier in Erdlöchern ähnlich Reptilien (Booth und Thompson, 1991). Über die Zusammensetzung der Eischale dieser Vögel und damit auch zum Proteingehalt lagen jedoch leider keine Daten vor.

#### **5.2.1.4.2.2 Rohproteingehalt in der flexiblen und weichen Eischale**

Der Rohproteingehalt der flexiblen Eischalen lag bei durchschnittlich 28 % der Trockensubstanz. Er deckte sich mit den von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) beschriebenen Werten (siehe **Tabelle 0-11**). Ein Zusammenhang zwischen dem Proteingehalt der flexiblen Schale und dem Eigewicht konnte nicht festgestellt werden. Es muss jedoch erwähnt werden, dass bei dieser Eigruppe keine deutlichen Größenunterschiede zwischen den untersuchten flexibelschaligen Eiern vorlagen.

Der Rohproteinanteil der weichen Eischalen lag bei den Echseneiern bei 50 bis 60 %, bei den Schlangeneiern sogar bei um die 70 %. Auffallend hierbei war, dass die Eier der karnivoren Spezies (alle Schlangen, Bindenwaran [*Varanus cumingi*]) einen höheren Proteingehalt in der Schale aufwiesen als die herbi- oder omnivoren Spezies (siehe **Tabelle 0-11**).

Eine Verringerung der anorganischen Komponenten an weichen Eischalen kann, wie bereits in **Kapitel 2.3.1** ausgeführt, auf eine physiologisch verlängerte Eiretention im Uterus, die beginnende Entwicklung von Embryonen bereits vor der Eiablage und damit auf eine Veränderung der Reproduktionsstrategie hin zur Viviparie zurückzuführen sein. Diese Veränderung hätte allerdings zur Folge, dass bereits bei der Eiablage Embryonen in den so veränderten Eiern vorlägen. Dies war bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangen- und Echseneiern nicht der Fall.<sup>13</sup> Unterschiede im Eischalenaufbau sind demnach bei den hier beschriebenen, durchweg oviparen Spezies eher auf individuelle Unterschiede im Eischalenaufbau zurückzuführen. Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) fand in manchen Eiern Embryonen, vermerkte diese Beobachtung

---

<sup>13</sup> Eier, bei denen zum Zeitpunkt der Trennung in Schale und Inhalt bereits ein Teil der embryonalen Entwicklung stattgefunden hatte, wurden nicht zur Analyse verwendet (siehe **Kapitel 5.1.2**).

allerdings nicht in Bezug auf einzelne Spezies, weshalb eine kritische Betrachtung seiner Ergebnisse in diesem Punkt leider nicht möglich ist.

Eine Erklärung für die von Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung) beschriebenen hohen Proteingehalte in Schlangeneischalen kann das Vorkommen halb transparenter Eischalen sein. Ein von den Autoren für dieses Phänomen verantwortlich gemachter geringer Kalziumgehalt der Schalen (siehe **Kapitel 5.2.1.3.1.2**) bedingt sekundär natürlich einen prozentual höheren Proteinanteil in der betroffenen Schale.

Ein Zusammenhang zwischen Eigewicht und Rohproteinanteil der Eischale konnte, ebenso wie bei flexibelschaligen Eiern, auch für weiche Eischalen nicht erkannt werden.

#### **5.2.1.5 Rohfett (Rfe)**

Im Folgenden sollen die Rohfettgehalte der in der vorliegenden Studie untersuchten Reptilieneiern mit den im Schrifttum beschriebenen Eiern verglichen werden, bei denen die Fettextraktion ebenfalls mit Hilfe von Petrolether und nicht anhand eines Chloroform-Methanolgemisches (Methode nach Bligh und Dyer, 1959) durchgeführt wurde. Die Fettgehalte, die in den zitierten Studien anhand der eben genannten Methode ermittelt wurden, sind in **Tabelle 0-12** gekennzeichnet. Es soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die hier dargestellten Rohfett-Gehalte nach Extraktion mit Petrolether nicht den Gesamtfettgehalt der Eier reflektieren, sondern nur die in Petrolether extrahierbaren Fette, wobei emulgierte Fette scheinbar nicht vollständig in Petrolether löslich sind.

Die nachträgliche Untersuchung einiger weniger Eiinhalts-Proben mit Hilfe der Fettextraktionsmethode nach Bligh und Dyer (1959) ergaben deutlich höhere Fettgehalte im Vergleich zu den bei der Analyse in der Soxleth-Apparatur erhaltenen Messergebnissen derselben Eier. Auch diese Beobachtung bestärkt die Annahme, dass stark emulgierte Lipide im Extraktionsverfahren mit Petrolether nicht vollständig gelöst werden können.

**Tabelle 0-12:** Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	Diät	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	h	26,50 ± 4,87	17,19 ± 3,54	81/80	1
Gopher-Schildkröte ( <i>Gopherus polyphemus</i> )	hart	h	25,56 ± 1,22	16,25 ± 0,93	4	2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	o	26,34 ± 0,66	16,23 ± 0,71	3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Kalifornische Sumpfschildkröte ( <i>Emys [Clemmys]* marmorata</i> )	hart	o	26,87 ± 1,31	16,19 ± 0,16	6	2
Buchstabenschmuckschildkröte ( <i>Trachemys[Pseudemys]* scripta</i> )	flexibel	o	30,45 ± 0,80 <sup>1</sup>	24,83 ± 0,74 <sup>1</sup>	33	2
	flexibel	o		29,52 ± 0,54 <sup>1</sup>	11	3
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	o	28,98 ± 3,75	21,69 ± 4,30	13/13	1
			32,0 <sup>1</sup>	26,2 <sup>1</sup>	33	4
Gelbwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta scripta</i> )	flexibel	o	20,88 ± 1,95	17,4 ± 1,45	7/7	1
Echte Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys spp.</i> )	flexibel	o	21,08 ± 2,66	17,90 ± 2,40	13/5	1
Fluss-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys concinna</i> )	flexibel	o	27,71 ± 1,99	23,31 ± 1,64	15	2
Florida-Schmuckschildkröte ( <i>Pseudemys concinna floridana</i> )	flexibel	o	29,03 ± 0,79 <sup>1</sup>	23,70 ± 0,82 <sup>1</sup>	33	2



**Fortsetzung von Tabelle 5–12: Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	Schalentyp	Diät	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
Zierschildkröte ( <i>Chrysemys picta</i> )	flexibel	o		22,68 ± 0,33 <sup>1</sup>	51	3
	flexibel	o		22,75 ± 0,59 <sup>2</sup>	17	3
	flexibel	o	28,2	22,3		5
Südliche Zierschildkröte ( <i>Chrysemys picta dorsalis</i> )	flexibel	o	32,99 ± 0,44 <sup>1</sup>	26,39 ± 0,55 <sup>1</sup>	5	2
Langhals-Schmuckschildkröte ( <i>Deirochelys reticularia</i> )	flexibel	o	32,42 ± 0,66 <sup>1</sup>	26,20 ± 0,61 <sup>1</sup>	50	2
		o	31,46 ± 0,81 <sup>1</sup>		25	6
			33,77 ± 0,72		18	6
Ouachita Höckerschildkröte ( <i>Graptemys ouachitensis</i> )	flexibel	o		24,36 ± 0,42 <sup>2</sup>	53	3
Landkarten-Höckerschildkröte ( <i>Graptemys geographica</i> )	flexibel	o		15,9 ± 0,39	4	3
Blandings Schildkröte ( <i>Emydoidea blandingii</i> )	flexibel	o		15,56 ± 0,54 <sup>2</sup>	13	3
Diamantschildkröte ( <i>Malaclemys terrapin</i> )	flexibel	o	29,7 <sup>1</sup>	24,00 <sup>1</sup>		7
	flexibel	o	26,4			8
<b>Überfamilie Kinosternoidea</b>						
Pennsylvania-Klappschildkröte ( <i>Kinosternon subrubrum</i> )	hart	o	31,57 ± 1,36 <sup>1</sup>	17,70 ± 0,90 <sup>1</sup>	25	2
Gewöhnliche Moschusschildkröte ( <i>Sternotherus odoratus</i> )	hart	o	25,84 ± 0,79 <sup>2</sup>	15,45 ± 1,28 <sup>2</sup>	17	2
	hart	o		11,85	2	3

**Fortsetzung von Tabelle 5–12: Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	Schalentyp	Diät	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Überfamilie <i>Trionychoidea</i></b>						
Florida-Weichschildkröte ( <i>Apalone [Trionyx]* ferox</i> )	hart	o	27,99 ± 3,18	19,18 ± 2,18	10	2
Glatte Weichschildkröte ( <i>Apalone mutica</i> )	hart	o	28,77			9
<b>Überfamilie <i>Chelydroidea</i></b>						
Schnappschildkröte ( <i>Chelydra serpentina</i> )	flexibel	k	33,8 ± 1,21** (23,5 – 47,4)		33	10
	flexibel	k	21,5 ± 0,29	15,8 ± 0,37	10	10
	flexibel	k		16,20 ± 0,43	10	10
	flexibel	k	23,54 ± 1,02 <sup>2</sup>	17,98 ± 0,77 <sup>2</sup>	31	2
	flexibel	k		14,63 ± 0,33 <sup>2</sup>	30	3
<b>Überfamilie <i>Chelonioidea</i></b>						
Wallriffschildkröte ( <i>Natator depressus</i> )	sehr flexibel	p		29,00		11
<b>Halswender-Schildkröten – <i>Pleurodira</i></b>						
Ostaustralische Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura macquarii</i> )	hart	o	31,41 ± 0,7** <sup>2</sup>		5	12
Brisbane-Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura signata</i> )	hart	o	25			13
Riesen-Schlangenhalschildkröte ( <i>Chelodina expansa</i> )	hart	o	31,1			13

**Fortsetzung von Tabelle 5–12: Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	Schalentyp	Diät	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schlangen – <i>Serpentes</i></b>						
<b>Familie <i>Colubridae</i></b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	k	25,65 ± 7,39	20,88 ± 8,49	15/10	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	k	16,25 ± 2,27	13,12 ± 2,24	6/6	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	k	24,15 ± 1,80	19,15 ± 1,12	3/3	1
<b>Familie <i>Natricinae</i></b>						
Vipernnatter ( <i>Natrix maura</i> )	weich	k		23,87		14
<b>Familie <i>Elapidae</i></b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	k	27,74 ± 1,67	25,89 ± 1,42	14/14	1
<b>Familie <i>Boidae</i></b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	k	19,13		1/0	1
<b>Echsen – <i>Lacertilia</i></b>						
<b>Familie <i>Agamidae</i></b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	o	31 22 ± 7,40	28,77 ± 7,05	13/13	1
<b>Familie <i>Iguanidae</i></b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	h	34,15 ± 3,50		29/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	h (i)	38,90 ± 3,05	33,97 ± 2,24	4/4	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	h	39,05 ± 0,01	35,51 ± 0,20	2/2	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–12: Rohfettgehalt (% TS) in Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies**

	Schalentyp	Diät	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	k	26,64 ± 1,73	22,74 ± 0,91	2/2	1
<b>Familie Scincidae</b>						
Skink ( <i>Lampropholis guichenoti</i> )	weich	i	31,4 ± 1,4**			15
Skink ( <i>Lampropholis delicata</i> )	weich	i	35,3**			15

1: Eigene Studie; 2: Congdon und Gibbons (1985); 3: Congdon et al. (1983b); 4: Marlen und Fischer (1999); 5: Congdon und Tinkle (1982); 6: Congdon et al. (1983a); 7: Roosenburg und Dennis (2005); 8: Ricklefs, 1977; 9: Nagle et al. (2003); 10: Wilhoft (1986); 11: Hewavisenthi und Parmenter (2002); 12: Thompson et al. (1999); 13: Booth (2003); 14: Santos et al. (2007); 15: Thompson et al. (2001)

\* veraltete Speziesbezeichnung; \*\* Fettbestimmung anhand der Methode von Bligh und Dyer (1959)

<sup>1</sup> Überwintern im Nest bei dieser Population und Region nachgewiesen; <sup>2</sup> Verlassen des Nestes im Herbst bei dieser Population und Region nachgewiesen

#### 5.2.1.5.1 Rohfettgehalt in Schildkröteneiern

Der Fettgehalt im Eiinhalt der in der vorliegenden Studie untersuchten hartschaligen Schildkröteneier der Überfamilie *Testudinoidea* lag bei durchschnittlich 26 % der Trockensubstanz, was sich mit dem von Congdon und Gibbons (1985) ermittelten Gehalt bei der Gopher-Schildkröte (*Gopherus polyphemus*) deckte (siehe **Tabelle 0-12**). Der Fettgehalt der in der vorliegenden Studie untersuchten flexibelschaligen Eier der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) war vergleichbar mit den Angaben aus der Literatur. Die Messwerte der anderen in der vorliegenden Studie untersuchten flexibelschaligen Eier von Gelbwangen-Schmuckschildkröten (*Trachemys scripta scripta*) und Echten Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*) lagen jedoch deutlich darunter (siehe **Tabelle 0-12**).

Die Schlüpflinge mancher Schildkrötenspezies zeigen eine besondere Strategie der Überwinterung in der ersten Wintersaison. So verbleiben die Schlüpflinge auch nach dem Schlupf aus dem Ei in der Nisthöhle und verzögern das Verlassen des Nestes bis zum nächsten Frühjahr (siehe **Kapitel 2.4.6**).<sup>14</sup> Da die Jungtiere im Nest nicht in ausreichendem Maße Nahrung zu sich nehmen können, ist im Vergleich mit Tieren, die das Nest im Herbst verlassen und sich im Folgenden selbständig ernähren können, das Vorkommen eines höheren Fettgehaltes im Ei und nach dem Schlupf im umbilikalen Dotterrest wahrscheinlich. Die im Schrifttum beschriebenen Fettgehalte legen einen solchen Zusammenhang nahe (siehe **Tabelle 0-12**). Bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Schildkröteneiern wurden leider keine Angaben über das Vorkommen eines verzögerten Schlupfes gefunden.

---

<sup>14</sup> Das Vorkommen einer Überwinterung im Nest ist bei vielen Spezies wohl von vielfältigen Umweltbedingungen abhängig. Die Angaben in **Tabelle 0-12** machen deutlich, dass bei Tieren derselben Spezies in klimatisch vergleichbaren Regionen fakultativ die eine oder die andere Überwinterungsstrategie der Schlüpflinge gewählt wird (z.B. Zierschildkröte [*Chrysemys picta*], Congdon et al., 1983b). Die genauen Ursachen für die Entscheidung für beziehungsweise wider eine Überwinterung im Nest sind bisher nicht bekannt.

#### **5.2.1.5.2 Rohfettgehalt in Schlangen- und Echseneiern**

Bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Schlangen- und Echseneiern waren bei der Fettextraktion mittels Petrolether sehr große Schwankungen des gemessenen Rohfettgehaltes zu erkennen (siehe **Anhang 4 und 5**). Es ist wahrscheinlich, dass solche deutliche Unterschiede im quantitativen Fettnachweis auf unterschiedliche Zusammensetzungen der Lipidfraktion des Eihalts verschiedener Spezies zurückzuführen sind. Wie im Schrifttum beschrieben kann bei den weichschaligen Eiern makroskopisch keine Eiklar-Fraktion vom Eigelb unterschieden werden, über das Vorkommen von Eiklar-Komponenten in diesen Eiern wird kontrovers diskutiert (siehe **Kapitel 2.4.5**). Da dem Eiklar bei den hart- und flexibelschaligen Reptilieneiern wohl hauptsächlich eine Funktion in der Wasserspeicherung zukommt, muss im Gegenzug beim Fehlen einer solchen Fraktion dieses Wasser im fettreichen Dotter gebunden werden. Dies könnte die Notwendigkeit eines großen Anteils von stark emulgierten Lipiden bei diesen Eiern und damit die besonders bei Schlangeneiern zum Teil geringe Extrahierbarkeit durch Petrolether erklären.

#### **5.2.1.5.3 Rohfettgehalt der Eischale**

Die Untersuchung der Eischalen auf den Fettgehalt wurde bei der vorliegenden Studie bei Eischalen jeder Schalenform vorgenommen. Da die Ergebnisse allerdings unter der Nachweisgrenze lagen, wurde auf eine weitere systematische Untersuchung verzichtet.

In der Kalkfraktion von Vogeleischalen wurde das Vorkommen von Fett-Anteilen bei Hühnereiern (Hasiak et al., 1970) und Straußeneiern (Kriesten et al., 1979) nachgewiesen. Der Anteil in der reinen Kalkschale von Straußeneiern ohne Eischalenmembran war jedoch mit 0,019 % sehr gering. Interessanterweise jedoch wiesen Kriesten et al. (1979) nach, dass die Schalenlipide, hier besonders die sauren Phospholipide, die Kristallwachstumsgeschwindigkeit in der Schale erhöhen. Möglicherweise spielen die Phospholipide bei der Lokalisation der Kalzium-Ionen oder der Interaktion der organischen Matrix mit der Mineralphase eine Rolle, wie bereits Irving (1973) für die Kalzifizierung von Zähnen und

Knochen annahm. Nach Vogel und Boyan-Salyers (1976) sind die sauren Phospholipide als Proteolipid an basische Protein-Kerne gebunden und sollen in dieser Form als Nukleations-Agens für die Kalzifizierung dienen. Ob oder inwieweit Eischalen-Lipiden eine solche Rolle auch bei Reptilieneiern zukommt, ist bisher nicht bekannt. Die Tatsache, dass in der vorliegenden Studie in den Eischalenproben sämtlicher Eischalentypen kein Fett nachgewiesen werden konnte, spricht allerdings dagegen.

#### **5.2.1.6 Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE)**

Die Kalkulation der Stickstoff-freien Extraktstoffe der Eischale ist nicht möglich, da die genaue kristalline Zusammensetzung sowie der Anteil der organischen Matrix der Eischalen nicht bekannt sind (siehe **Kapitel 5.2.1.2.2**).

Die Kalkulation des NfE-Gehalts im Eiinhalt ergab teilweise sehr hohe Werte von 7 bis fast 29 % der Trockensubstanz. Nach den Untersuchungen von Wilhoft (1986) und Booth (2003) ist der Kohlenhydrat-Anteil im Eiinhalt zu vernachlässigen. Um die wahre Beschaffenheit der NfE-Fraktion im Eiinhalt zu erfassen, wurden in der vorliegenden Studie Proben des Inhalts von Eiern der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) bombenkalorimetrisch untersucht. Die Bruttoenergie des Eiinhalts dieser Proben lag bei durchschnittlich 25 MJ/kg ( $\pm 0,42$ ; Anzahl n = 9). Aus der Berechnung des Energiegehalts von Rohprotein- und Rohfettgehalt im Inhalt dieser Eier ergab sich, dass die NfE-Fraktion ebenfalls nur aus Fetten bestehen kann, um die bombenkalorimetrisch ermittelte Bruttoenergie zu erreichen. Daher reflektiert der gemessene Rohfettgehalt des Eiinhalts nicht den Gesamtfettgehalt, sondern nur seinen in Petrolether extrahierbaren Anteil. Der angenommene Lipidgehalt errechnet sich aus Rohfett- und NfE-Gehalt (siehe **Tabelle 0-13**).

Der angenommene Lipidgehalt der meisten weichschaligen Eier der Schuppenkriechtiere war deutlich höher als der der hart- und flexibelschaligen Schildkröteneier. Hieraus ergab sich auch ein deutlich größeres Verhältnis des Lipidgehalts gegenüber dem Rohproteingehalt von teilweise über 1:1 bei weichschaligen Echten- und Schlangeneiern. Einzige Ausnahme bildeten die von Thompson et al. (2001) untersuchten Eier zweier

**Tabelle 0-13:** Rohfett-, Nfe-Gehalt und angenommener Lipidanteil (% TS) im Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	Rfe	NfE	Angenommener Lipidanteil	Verhältnis Lipid : Rp	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Halsberger-Schildkröten – Cryptodira</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> ; inkl. Sporn- und Maurische Landschildkröte)	hart	26,5	12,85	39,35	0,70	1
Maurische Landschildkröte ( <i>Testudo graeca</i> )	hart			44,76		2
Spornschildkröte ( <i>Geochelone sulcata</i> )	hart			39,66		2
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	26,34	12,01	38,35	0,68	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	24,15	17,06	41,21	0,77	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel			41,37		2
<b>Halswender-Schildkröten – Pleurodira</b>						
Ostaustralische Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura macquarii</i> )	hart	31,41	1,39	32,8*	0,53	3
Brisbane-Spitzkopfschildkröte ( <i>Emydura signata</i> )	hart	25,00	9,50	34,50	0,58	4
Riesen-Schlangenhalschildkröte ( <i>Chelodina expansa</i> )	hart	31,1	9,40	40,50	0,75	4



**Fortsetzung von Tabelle 5–13:** Rohfett-, Nfe-Gehalt und angenommener Lipidanteil (% TS) im Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	Rfe	NfE	Angenommener Lipidanteil	Verhältnis Lipid : Rp	Quelle
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	25,65	23,51	49,16	1,14	1
	weich			47,88		2
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	16,25	28,62	44,87	0,95	1
Kalifornische Kettennatter ( <i>Lampropeltis getulus californiae</i> )	weich			45,26		2
(Afrikanische) Hausschlange ( <i>Lamprophis fuliginosus</i> )	weich			50,76		2
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	24,15	22,95	47,1	1,05	1
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	27,74	15,28	43,02	0,87	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich	19,13	20,03	39,16	0,76	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	31,22	17,9	49,12	1,12	1
	weich			43,46		2
Grüner Nackenstachler ( <i>Acanthosaura capra</i> )	weich			41,69		2
Philippinische Segelechse ( <i>Hydrosaurus pustulatus</i> )	weich			49,62		2
Grüne Wasseragame ( <i>Physignathus cocincinus</i> )	weich			40,23		2

**Fortsetzung von Tabelle 5–13:** Rohfett-, Nfe-Gehalt und angenommener Lipidanteil (% TS) im Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

	Schalentyp	Rfe	NfE	Angenommener Lipidanteil	Verhältnis Lipid : Rp	Quelle
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich	34,15	11,49	45,64	0,94	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	38,9	13,93	52,83	1,26	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	39,05	7,85	46,9	0,99	1
Utila-Leguan ( <i>Ctenosaura bakeri</i> )	weich			47,69		2
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	26,64	16,35	42,99	0,86	1
<b>Familie Scincidae</b>						
Skink ( <i>Lampropholis guichenoti</i> )	weich		(-1)	31,4*	0,52	5
Skink ( <i>Lampropholis delicata</i> )	weich		0	35,3*	0,62	5

1: Eigene Studie; 2: Mos (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung); 3: Thompson et al. (1999); 4: Booth (2003); 5: Thompson et al. (2001)

\* Fettbestimmung nach der Methode von Bligh und Dyer (1959)

australischer Skinkarten, deren Lipidgehalte im Ei und damit auch das Verhältnis von Lipid zu Protein eher dem der Schildkröten entsprachen.

## 5.2.1.7 Spurenelemente

### 5.2.1.7.1 Kupfer (Cu)

Der Kupfergehalt der in der vorliegenden Studie untersuchten Reptilieneier war bei fast allen Spezies sowohl in Schale als auch in Inhalt miteinander vergleichbar (siehe **Tabelle 0-14**). Auffällig waren erhöhte Gehalte in der weichen Eischale der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*), die circa doppelt so hoch waren wie die der anderen Schlangenspezies. Bei den flexibelschaligen Eiern der Neuwelt-Sumpfschildkröten war der Kupfergehalt bei einigen Gelegen durchweg doppelt so hoch wie bei den Eiern der anderen Gelege. Da auch im Eiinhalt ein ähnliches Verteilungsmuster zu erkennen war, ist wohl von fütterungsbedingten Unterschieden auszugehen. Leider lagen keine Vergleichswerte aus der Literatur vor.

Die Kupfergehalte deckten sich – bis auf einen deutlich niedrigeren Gehalt im Inhalt von Hühnereiern – ebenfalls mit den für Vögel beschriebenen Werten (siehe **Tabelle 0-14**).

Bei Hühnern ist für dieses Spurenelement eine Funktion bei der Matrix-Kollagen-Synthese in der Eischale nachgewiesen, wobei Kupfer als Kofaktor für die Lysin-Oxidase fungiert, die die Quervernetzung von Lysin katalysiert (Harris et al., 1980). Inwieweit die Rolle bei der Strukturierung von Matrix-Proteinen die höheren Messwerte bei den flexiblen, proteinreicheren Eischalen der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) erklären kann, bleibt weiter zu untersuchen. Bei den weichen Eischalen des Grünen Leguans (*Iguana iguana*) wiesen Cox et al. (1982) Lysin-Quervernetzungen nach, was eine Beteiligung von Kupfer als Kofaktor der Strukturierung vermuten lässt.

**Tabelle 0-14:** Kupfergehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
Verschiedene <b>Landschildkröten</b> ( <i>Testudinidae</i> ; Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	6,29 ± 1,00	3,78 ± 0,91	4,47 ± 1,04	63/52/36	1
Verschiedene <b>Altwelt-Sumpfschildkröten</b> ( <i>Geoemydidae</i> , Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	6,72 ± 0,11	3,25 ± 0,62	4,12 ± 0,61	8/3/3	1
Verschiedene <b>Neuwelt-Sumpfschildkröten</b> ( <i>Emydidae</i> , Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	11,89 ± 3,63	3,52 ± 2,49	5,72 ± 3,28	14/26/5	1
<b>Krokodile – Crocodylia</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	6,37 ± 0,19			2/0/0	1
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	14,52 ± 0,69	3,09 ± 0,50	4,18 ± 0,41	12/11/5	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	7,29 ± 0,15	2,10 ± 0,09	2,87	1/6/1	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	6,64	2,41 ± 0,24	3,43	1/3/1	1
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	7,26 ± 1,82	3,44 ± 0,22	3,64 ± 0,22	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		4,42		0/1/0	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich		2,59 ± 0,54		0/8/0	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–14:** Kupfergehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		4,22 ± 0,27		0/8/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich		2,52 ± 0,12		0/2/0	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich		3,33		0/2/0	1
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	5,49 ± 3,72	2,43 ± 0,02	2,91 ± 0,59	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>						
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	6,55 ± 0,21			10/0/0	1
	hart		1,00			2
			0,25			3
			0,42			23
Gelbbrustwaldsänger ( <i>Icteria virens</i> )	hart	6,2 ± 8	3,2 ± 0,9		21/21	5
Weidentyrann ( <i>Empidonax traillii</i> )	hart	3,0 ± 1,7	2,5 ± 0,9		5/5	5
Weißkopfmöwe ( <i>Larus cachinnans</i> )	hart		2,34 ± 0,26		0/33/0	6

1: Eigene Studie; 2: Kirkpatrick und Coffin (1975); 3: Souci et al. (2000); 4: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008); 5: Mora (2003); 6: Sanpera et al. (1997)

#### **5.2.1.7.2 Zink (Zn)**

Der Zinkgehalt im Eiinhalt war bei den hartschaligen Schildkröten- und den weichschaligen Schlangeneiern deutlich, teilweise sogar um das doppelte höher als bei den flexibelschaligen Schildkröteneiern und den weichschaligen Echseneiern (siehe **Tabelle 0-15**). Dies deckt sich zumindest in der Tendenz mit den in Ganzkörperanalysen von Reptilien ermittelten Zinkgehalten, bei denen der Zinkgehalt im Körper von Schlangen über Schildkröten<sup>15</sup> zu Echsen abnehmend war (Eberle, 2007; Kopsch, 2006; Schneemeier, 2008). Der Vergleich zum Zinkgehalt bei Eiern frei lebender Vögel zeigt eine Übereinstimmung der Werte mit denen der Echsen und der flexibelschaligen Schildkröteneier.

Es konnte keine Korrelation zwischen dem Zink- und Kupfergehalt der untersuchten Eier festgestellt werden. Es soll allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchung auf Kupfer und Zink bei vielen weichen Eischalen der Schuppenkriechtiere aufgrund geringer Probenmengen entfallen musste.

#### **5.2.1.7.3 Selen (Se)**

Betrachtet man den Selengehalt in Eiern, ist zu beachten, dass Selen im Ei möglicherweise nicht nur eine Funktion bei der embryonalen Entwicklung zukommt. Vielmehr wird die Eiproduktion von einigen Autoren auch als eine Möglichkeit des mütterlichen Organismus angesehen, überflüssiges beziehungsweise akkumuliertes Selen aus dem Körper über die Einlagerung im Eiinhalt zu eliminieren, wie Burger (1994) bei Sperlingsvögeln beschrieb. Auf diesen Aspekt soll später in diesem Kapitel eingegangen werden.

Bei den meisten in der vorliegenden Studie untersuchten Spezies war der prozentuale Selengehalt des Eiinhalts zwar höher als der der Eischale, betrachtet man allerdings die Verteilung des Selens im Gesamtei auf Schale und Inhalt, fällt auf, dass in den

---

<sup>15</sup> Die Ganzkörpergehalte bei Schildkröten wurden an Landschildkröten- und Altwelt-Sumpfschildkröten derselben Spezies durchgeführt, deren Eier in der vorliegenden Studie als hartschalig eingeordnet sind.

**Tabelle 0-15:** Zinkgehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
Verschiedene <b>Landschildkröten</b> ( <i>Testudinidae</i> ; Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	2,06 ± 3,16	73,31 ± 5,76	49,54 ± 4,35	63/52/36	1
Verschiedene <b>Altwelt-Sumpfschildkröten</b> ( <i>Geoemydidae</i> , Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	1,17 ± 0,98	82,15 ± 21,38	51,86 ± 15,40	8/3/3	1
Verschiedene <b>Neuwelt-Sumpfschildkröten</b> ( <i>Emydidae</i> , Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> )	flexibel	6,54 ± 3,88	52,11 ± 15,26	41,97 ± 6,57	17/27/8	1
<b>Krokodile - Crocodylia</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	7,07 ± 1,79			2/0/0	1
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich		80,73 ± 6,09		0/11/0	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich		95,42 ± 6,33		0/6/0	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	4,90 ± 2,98	63,97 ± 1,46	51,98 ± 3,47	2/3/2	1
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich		78,64 ± 4,85		0/14/0	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		118,60		0/1/0	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	6,39 ± 2,31	42,51 ± 7,14	48,64 ± 0,85	7/8/2	1

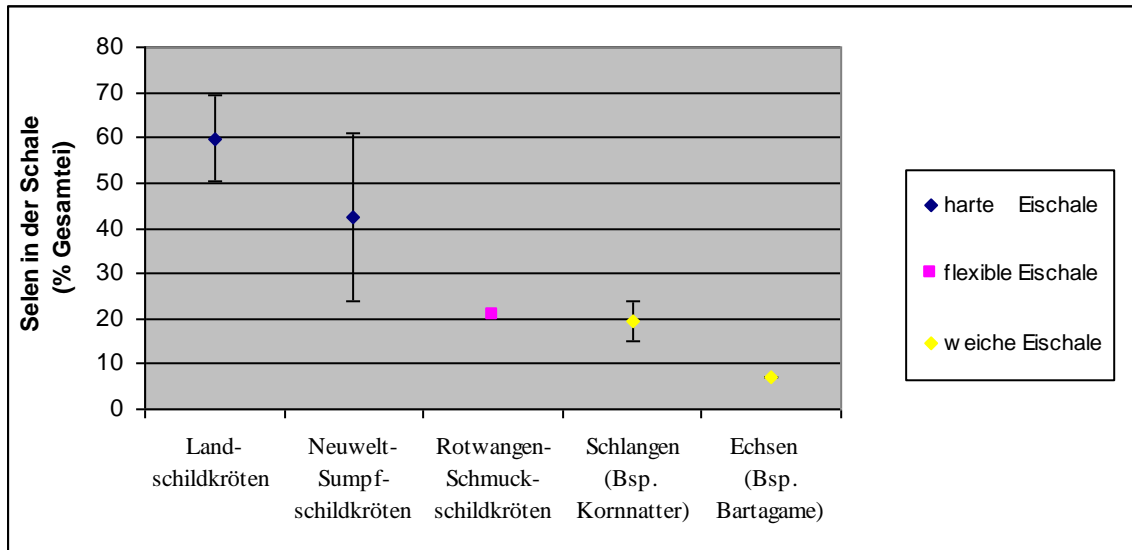
**Fortsetzung von Tabelle 5–15:** Zinkgehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		40,65 ± 3,00		0/9/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	42,19 ± 1,80	50,27 ± 1,83	48,86 ± 0,75	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	13,37 ± 3,79	36,50	34,41 ± 0,13	2/2/2	1
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	8,60 ± 3,19	49,94	43,99 ± 3,61	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>						
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	0,67 ± 0,49			10/0/0	1
	hart		10,00			2
Gelbbrustwaldsänger ( <i>Icteria virens</i> )	hart	9,5 ± 10	52,4 ± 12,8		21/21	3
Weidentyrann ( <i>Empidonax traillii</i> )	hart	46,2 ± 10,7	38,5 ± 12,4		5/5	3
Weißkopfmöwe ( <i>Larus cachinnans</i> )	hart		54,4 ± 10,0		0/33/0	4

1: Eigene Studie; 2: Kirkpatrick und Coffin (1975); 3: Mora (2003); 4: Sanpera et al. (1997)



hartschaligen Schildkröteneiern bis zu 70 % des Selen in der Eischale vorlagen, bei flexibel- beziehungsweise weichschaligen Eiern waren es nur bis zu 20 % (siehe **Abbildung 5-5**).



**Abbildung 0-5:** Prozentualer Anteil des Selen in der Eischale am Gesamtseleengehalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies

Zwar ist der absolute Anteil an Selen, der in den Eischalen vorkommt, bei den hartschaligen Eiern, deren Eischale einen größeren prozentualen Anteil am Gesamtei ausmacht, höher als bei den weichschaligen Eiern, jedoch ist der Selengehalt der Schale bei den letztgenannten Eiern prozentual höher (siehe **Tabelle 0-16**).

Bei Hühnern wird von mehreren Autoren eine Mobilisation von Selen aus der Schale zur embryonalen Entwicklung angenommen (Golubkina und Papazyan, 2006). Golubkina und Papazyan (2006) wiesen eine Abnahme der Selenkonzentration in der Eischale nach der Inkubation und damit die Mobilisation von Selen durch den sich entwickelnden Embryo in Höhe von 25,6 % nach. Inwieweit solche Beobachtungen auch bei Reptilieneiern anzutreffen sind, bleibt weiter zu erforschen. Der relativ große Anteil an Selen bezogen auf den Gesamtseleengehalt, der bei harten Reptilieneischalen in der Schale vorliegt, und auch der im Vergleich zu den weichschaligen Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*) sehr hohe Selenanteil in der weichen Schale von Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*) kann als Hinweis auf einen solchen Mechanismus gewertet werden.

Betrachtet man die Selengehalte, die einige Autoren bei Ganzkörperanalysen verschiedener Reptilienschlüpflinge angaben, erscheinen die in der vorliegenden Studie ermittelten Messwerte relativ gering. Wie bereits beschrieben, gehen manche Autoren von Eiern als Ausscheidungsquelle akkumulierten Selens aus dem mütterlichen Organismus aus. Im Folgenden soll auf diesen Aspekt eingegangen werden, auch wenn die Selausscheidung bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern wahrscheinlich keine Rolle spielte. Laut Hopkins et al. (2004) besteht bei Schlangen wohl eine generell höhere Selentoleranz. In ihrer Studie verfütterten die Autoren Selen in für Fische und Vögel toxischen Dosen an in der Reproduktion stehende weibliche afrikanische Hausschlangen (*Lamprophis fuliginosus*). Hierbei ermittelten sie durch den quantitativen Selennachweis im Gesamtkörper frisch geschlüpfter, physiologisch entwickelter Schlangen eine für die Entwicklung der Embryonen sehr hohe maximale Selenkonzentration, die keine Auswirkung auf eine physiologische Entwicklung hatte (predicted no effect concentration, PNEC), von 24 000 µg/kg der Trockensubstanz im Eiinhalt. Der Vergleich mit PNECs von Selen bei Vögeln zeigt eine sehr unterschiedliche Sensibilität verschiedener Spezies für dieses Element. Während Heinz et al. (1989) die PNEC für die Stockente (*Anas platyrhynchos*) bei 3 400 µg/kg der ursprünglichen Substanz des Eis festlegten, waren bei den Schlüpflingen des Amerikanischen Säbelschnäblers (*Recurvirostra americana*) sogar bei Konzentrationen von 60 000 µg/kg der ursprünglichen Substanz keine pathologischen Veränderungen in der embryonalen Entwicklung sichtbar (United States Department of the Interior, 1998).

Auch soll an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen werden, dass der Selengehalt in Vogeleiern nicht nur von der absoluten Selenmenge im Futter abhängig ist, sondern auch von der chemischen Form des Selens. So beschrieben Golubkina und Papazyan (2006) nach Fütterungsversuchen an Hühnern, dass bei Supplementierung von organischem Selen in Form von selenangereicherter Hefe der Selengehalt der Eischale deutlich mehr anstieg, als nach Supplementierung von Natriumselenit. Bei Hühnereiern soll die Verfütterung von organischem Selen zusätzlich die Lagerungsfähigkeit und die Eischalen-Stärke positiv beeinflussen (Golubkina und Papazyan 2006).

**Tabelle 0-16:** Selengehalt ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	$364 \pm 106$	$123 \pm 57$	$219 \pm 62$	40/36/20	1
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	$512 \pm 374$	$426 \pm 113$	$506 \pm 241$	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	$224 \pm 87$	$408 \pm 104$	$379 \pm 46$	18/26/6	1
Buchstaben-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta</i> )	flexibel	$36 \pm 15$	$417 \pm 62$			2
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	$263 \pm 57$	$266 \pm 93$		10/6/0	1
Gelbwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta scripta</i> )		$119 \pm 9$	$452 \pm 67$	$358 \pm 33$	3/7/ 3	1
<b>Krokodile - Crocodylia</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	$437 \pm 93$			2/0/0	1
Mississippi-Alligator ( <i>Alligator mississippiensis</i> )	hart		300-370			3
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	$1002 \pm 388$	$307 \pm 91$	$342 \pm 85$	12/11/5	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	$992 \pm 112$	$364 \pm 8$	454	2/6/1	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	$301 \pm 45$	$597 \pm 49$	$515 \pm 29$	2/3/2	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–16:** Selengehalt ( $\mu\text{g/kg TS}$ ) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	519 ± 98	875 ± 41	863 ± 55	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		267,00		0/1/0	1
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich	100 ± 34	111 ± 19	116 ± 5	7/8/3	1
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		218 ± 66		0/10/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich	210 ± 5	402 ± 12	384 ± 10	2/4/2	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich	91 ± 6	135	131 ± 5	2/2/2	1
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	189 ± 10	313	295 ± 2	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>						
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	306 ± 226			10/0/0	1
Gelbbrustwaldsänger ( <i>Icteria virens</i> )	hart	500 ± 300	3000 ± 800		21/21/0	4
Weidentyrann ( <i>Empidonax traillii</i> )	hart	1200 ± 700	3400 ± 400		5/5/0	4
Weißkopfmöwe ( <i>Larus cachinnans</i> )	hart		1480 ± 1440		0/33/0	5

1: Eigene Studie; 2: Burger und Gibbons (1998); 3: Heinz et al. (1991); 4: Mora (2003); 5: Sanpera et al. (1997)

#### **5.2.1.7.4 Eisen (Fe)**

Der Eisengehalt der Reptilieneischale zeigte sehr deutliche Schwankungen (siehe **Tabelle 0-17**). Da hier der Variationskoeffizient teilweise sehr hoch war, ist eine Kontamination der Schale, voraussichtlich durch anhaftende Erde, die trotz gründlicher Reinigung der Schale nach der Trennung nicht vollständig entfernt werden konnte, wahrscheinlich.

Die Eisengehalte der Eier verschiedener Reptilienspezies im Vergleich zu Hühnereiern sind **Tabelle 0-17** zu entnehmen.

#### **5.2.1.7.5 Mangan (Mn)**

Der Mangangehalt von Reptilieneiern ist insgesamt als niedrig einzustufen. Die Messwerte waren mit den in der Literatur beschriebenen vergleichbar.

Des Weiteren fiel ein prozentual deutlich höherer Gehalt in der Eischale im Vergleich zum Eiinhalt auf (siehe **Tabelle 0-18**). Dies kann möglicherweise durch eine Funktion des Mangans bei der Formation der Eischale erklärt werden. Bei Hühnereiern wird Mangan als Kofaktor der Glycosyl-Transferase eine entscheidende Rolle in der Formation von Mucopolysacchariden in der Eischale zugesprochen (Zamani et al., 2005).

**Tabelle 0-17:** Eisengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	19,27 ± 14,60	53,52 ± 14,61	40,10 ± 6,41	63/52/36	1
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	2,31 ± 1,14	44,60 ± 1,35	28,55 ± 2,57	8/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	87,73 ± 107,08	66,54 ± 15,84		11/25	1
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	94,81 ± 110,12	43,49 ± 9,03	84,90 ± 66,25	10/5/2	1
<b>Krokodile - Crocodylia</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	6,97 ± 0,03			2/0/0	1
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich		77,99 ± 16,43		0/11/0	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich		70,51 ± 14,45		0/6/0	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	19,79 ± 23,24	64,44 ± 0,53	55,00 ± 5,14	2/3/2	1
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich		71,87 ± 3,47		0/14/0	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		59,87		0/1/0	1

**Fortsetzung von Tabelle 5–17: Eisengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilienspezies und Hühnereiern**

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich		81,37 ± 10,91		0/8/0	1
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		93,13 ± 6,62		0/9/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich		72,29 ± 17,84		0/4/0	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich		61,75		0/2/0	1
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	6,97 ± 0,03	77,25 ± 5,06	74,13 ± 9,00	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>						
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )	hart	1,56 ± 2,37			8/0/0	1
	hart		20,00			2
			7,81			3
			(5,85-10,55)			
			7,57		0/23/0	4

1: Eigene Studie; 2: Kirkpatrick und Coffin (1975); 3: Souci et al. (2000); 4: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008)

**Tabelle 0-18:** Mangangehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Schildkröten – Testudines</b>						
<b>Überfamilie Testudinoidea</b>						
<b>Landschildkröten – Familie Testudinidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Testudo</i> , <i>Geochelone</i> )	hart	5,03 ± 0,42	0,92 ± 0,82	2,51 ± 2,02	48/36/21	1
<b>Altwelt-Sumpfschildkröten – Familie Geoemydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Rhinoclemmys</i> )	hart	5,50 ± 0,07	0,62 ± 0,35	2,12 ± 0,21	2/3/3	1
<b>Neuwelt-Sumpfschildkröten – Familie Emydidae</b>						
Verschiedene Arten (Gattung <i>Trachemys</i> , <i>Pseudemys</i> ; inkl. Rotwangen-Schmuckschildkröte)	flexibel	5,44 ± 1,86	1,57 ± 0,78	1,86 ± 0,67	11/22/2	1
Buchstaben-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta</i> )	flexibel	3,49 ± 0,18	4,48 ± 0,48			2
Rotwangen-Schmuckschildkröte ( <i>Trachemys scripta elegans</i> )	flexibel	5,52 ± 1,94	0,00	1,86 ± 0,67	10/2/2	1
<b>Krokodile – Crocodylia</b>						
Australien-Krokodil ( <i>Crocodylus johnsoni</i> )	hart	5,70 ± 0,42				1
<b>Schlangen – Serpentes</b>						
<b>Familie Colubridae</b>						
Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> )	weich	6,12 ± 2,98	2,60 ± 0,70	0,84 ± 0,96	12/11/5	1
Rote Königsnatter ( <i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i> )	weich	3,29	5,15 ± 0,29	4,63	1/6/1	1
Spitzkopfnatter ( <i>Gonyosoma oxycephala</i> )	weich	2,24 ± 0,52	3,47 ± 0,23	3,16 ± 0,12	2/3/2	1
<b>Familie Elapidae</b>						
Rote Speikobra ( <i>Naja mossambica</i> )	weich	2,07 ± 0,56	0,95 ± 0,12	1,04 ± 0,12	5/14/5	1
<b>Familie Boidae</b>						
Königspython ( <i>Python regius</i> )	weich		1,82		0/1/0	1



**Fortsetzung von Tabelle 5–18:** Mangengehalt (mg/kg TS) in Schale, Inhalt und Gesamtei von Eiern verschiedener Reptilien- und Vogelspezies

	Schalentyp	Schale	Inhalt	Gesamtei	n	Quelle
<b>Echsen – Lacertilia</b>						
<b>Familie Agamidae</b>						
Bartagame ( <i>Pogona vitticeps</i> )	weich		0,00		0/8/0	1
<b>Familie Iguanidae</b>						
Grüner Leguan ( <i>Iguana iguana</i> )	weich		0,88 ± 0,41		0/9/0	1
Chuckwalla ( <i>Sauromalus sp.</i> )	weich		9,50 ± 11,07		0/4/0	1
Nashornleguan ( <i>Cyclura cornuta</i> )	weich		0,65		0/2/0	1
<b>Familie Varanidae</b>						
Bindenwaran ( <i>Varanus cumingi</i> )	weich	3,41 ± 0,45	0,92 ± 0,10	1,29 ± 0,03	2/2/2	1
<b>Vögel – Aves</b>						
Huhn ( <i>Gallus gallus</i> )		5,02 ± 0,10			15/0/0	1
	hart		0,20			4
Gelbbrustwalsänger ( <i>Icteria virens</i> )	hart	2,9 ± 1,9	2,7 ± 1,5		21/21/0	5
Weidentyrann ( <i>Empidonax traillii</i> )	hart	3,9 ± 1,4	1,9 ± 1,3		5/5/0	5
Weißkopfmöwe ( <i>Larus cachinnans</i> )	hart		1,67 ± 0,32		0/33/0	6

1: Eigene Studie; 2: Burger und Gibbons (1998); 3: Heinz et al. (1991); 4: Kirkpatrick und Coffin (1975); 5: Mora (2003); 6: Sanpera et al. (1997)

## 5.2.2 Eier von an Legenot erkrankten Tieren

Die vielfältigen für eine Legenoterkrankung diskutierten Ursachen wurden im Schrifttum (**Kapitel 2.8**) dargelegt. Im Folgenden soll nur auf Unterschiede und Auffälligkeiten zwischen den in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern an Legenot erkrankter Tiere im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage eingegangen werden.

Wie bereits in **Kapitel 4.2** dargestellt, sollen im Folgenden die Eier an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*) mit physiologisch gelegten Bartagameneiern (*Pogona vitticeps*) verglichen werden.

### 5.2.2.1 Aussehen der Eier

Zwischen den Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) und Echter Zierschildkröten (*Pseudemys spp.*) und den Eiern aus physiologischer Eiablage waren von der Oberflächenstruktur her keine Unterschiede zu erkennen. Bei einigen Eiern fiel bei der Trennung eine sehr dicke Eischale auf. Massive Verdickungen der Eischale sind bei chronischer Legenot bei Landschildkröten bekannt (Kölle, persönliche Mitteilung).

Die aus einer Legenot-Erkrankung stammenden weichschaligen Eier hatten im Vergleich zu physiologischen Eiern eine prallere, fast als gummiartig zu beschreibende Konsistenz. Auch bei diesen Eiern waren keine weiteren makroskopischen Veränderungen an der Eischalenoberfläche auffällig.

### 5.2.2.2 Eigewicht

Als mögliche Ursache für eine Legenoterkrankung werden zu große oder deformierte Eier angesehen, die auf natürliche Weise nicht gelegt werden können (Mader, 2006). Die Eier an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) waren im ungetrockneten Zustand zwar um mindestens ein Drittel schwerer als die Eier aus physiologischer Eiablage, getrocknet jedoch war das Gewicht der Eier beider Gruppen miteinander vergleichbar. Dies

war auf einen höheren Wasseranteil der Eier an Legenot erkrankter Tiere sowohl in Schale als auch in Inhalt zurückzuführen. Größenangaben der Eier liegen leider nicht vor.<sup>16</sup>

### 5.2.2.3 Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei

Wie bei der Besprechung der Ergebnisse dargestellt, war der prozentuale Anteil der Schale am getrockneten Ei bei den hartschaligen Eiern an Legenot erkrankter Tiere deutlich höher als bei den aus physiologischer Eiablage stammenden Eiern (siehe **Kapitel 4.2.2.2**). Das heißt, die Eischale war bei an Legenot erkrankten Tieren relativ dicker. Auch auffallend war, dass der Anteil der Schale an der Trockensubstanz bei den Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) positiv mit dem Trockengewicht der Eier korreliert war (siehe **Kapitel 4.2.2.2**). Das heißt, dass schwerere und damit wohl auch größere Eier nicht nur absolut, sondern auch relativ eine dickere Eischale hatten. Eine ähnliche Korrelation bestand bei den Eiern aus physiologischer Eiablage nicht. Wie bereits beschrieben, werden sehr dicke Eischalen bei an Legenot erkrankten Landschildkröten in der Praxis häufig gesehen.

Da bei Eigewicht und Schalendicke teilweise innerhalb eines Geleges der an Legenot erkrankten Tiere sehr große Unterschiede erkennbar waren, die bei den aus einer physiologischen Eiablage stammenden Eiern nicht gesehen werden konnten, sind pathologische Vorgänge in der Eiformation nicht auszuschließen. Die Oberflächenstruktur der Eier war makroskopisch jedoch nicht verändert, was zumindest gegen das Vorliegen eines infektiösen Geschehens im Ovidukt spricht.

Es stellt sich nun die Frage, ob eine dickere Eischale als Ausdruck einer Ei-Abnormalität anzusehen ist, die ursächlich für die Legenot angesehen werden kann, oder ob sie vielmehr

---

<sup>16</sup> Hier sollte noch ein weiterer Aspekt in Hinblick auf die Größe von Kornnattereiern angesprochen werden: Unterschiedliche Eigrößen werden auch physiologischerweise bei Tieren verschiedener Kornnatterarten (*Pantherophis spp.*) gesehen, die lange Zeit als Unterarten von *Pantherophis guttatus* angesehen wurden, mittlerweile jedoch als eigenständige Arten gelten (Uetz et al., 2009). So legen Präriekornnattern (*Pantherophis emoryi*) deutlich größere Eier als die eigentliche Kornnatter (*Pantherophis guttatus*). Dasselbe gilt für Mischlinge aus Präriekornnattern (*Pantherophis emoryi*) und Kornnattern (*Pantherophis guttatus*), die ursprünglich häufig in Farbformen wie „Caramel“ eingekreuzt wurden (Kölle, persönliche Mitteilung). Bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern an Legenot erkrankter Tiere handelte es sich um Eier der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*).

die Folge einer Reaktion des mütterlichen Organismus auf das zu lange im Ovidukt verweilende Ei sein kann. Für diese Theorie spricht eine Beobachtung von Schmidt (1943), der ein Ei der Maurischen Landschildkröte (*Testudo graeca*) mit mehreren übereinander liegenden Eischalen beschrieb. Hierbei waren fünf komplette Eischalen mit allen organischen und anorganischen Bestandteilen übereinander ausgebildet. Die jeweiligen Eischalen zeigten eine physiologische Struktur. Wahrscheinlich werden die Eier, die aus anderen Gründen nicht gelegt werden können, im Uterus immer weiter beschalt.

Bei den weichschaligen Eiern war in Bezug auf den Anteil der Schale am getrockneten Gesamtei kein Unterschied zwischen den Eiern der erkrankten Tiere und den Eiern aus physiologischer Eiablage zu sehen.

#### **5.2.2.4 Kalzium (Ca)**

Ein Kalziummangel wird als eine mögliche Ursache für eine Legenoterkrankung bei Reptilien angesehen (Mader, 2006). Klinisch wird ein Kalziummangel – wie in **Kapitel 2.8.2.3** dargestellt – vor allem bei herbivoren Tieren, hier häufig bei Landschildkröten, und omnivoren Tieren gesehen. Bei den in der vorliegenden Studie untersuchten hart- und flexibelschaligen Eiern an Legenot erkrankter Tiere waren weder in Eischale, noch in Eeihalt Unterschiede im Kalziumgehalt feststellbar. Auf das Gesamtei gerechnet war der Kalziumgehalt bei den Eiern der an Legenot erkrankten Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) mit dem der Eier gesunder Tiere vergleichbar. Bei einigen Eiern war er sogar höher, was auf teilweise sehr dicke Eischalen bei einigen Eiern von an Legenot erkrankten Tieren zurückzuführen ist (siehe **Kapitel 5.2.2.3**).

Bei den weichschaligen Eiern zeigte sich jedoch sowohl bei der Kornnatter (*Pantherophis guttatus*) als auch bei der Bartagame (*Pogona sp.*) ein deutlich geringerer Gehalt an Kalzium in der Eischale der an Legenot erkrankten Tiere. Bezogen auf den Gesamtkalziumgehalt im Ei konnten nur bei den Eiern der an Legenot erkrankten Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) niedrigere Gehalte im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage gemessen werden. Bei Schlangen kommt ein Kalziummangel nicht vor, soweit

sie mit ganzen Futtertieren gefüttert werden. Bei kleinen karnivoren und insektivoren Reptilien kann ein Kalziummangel aufgrund eines relativ geringen Kalziumgehalts sowie eines ungünstigen Kalzium-Phosphor-Verhältnisses in Insekten und Babymäusen auftreten (Frye, 1993).

Die Kalzium-Messwerte der Eier an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*) müssen jedoch kritisch betrachtet werden. Zwar war der Kalziumgehalt in der Eischale dreier Proben mit dem der Eier gesunder Bartagamen (*Pogona vitticeps*) vergleichbar, der Rohaschegehalt aus zwei anderen Eischalen gemessen betrug jedoch nur circa ein Fünftel des bei Eischalen gesunder Tiere gemessenen Wertes. Leider konnte aufgrund der niedrigen Probenmenge die Mengenelement- und die Rohascheanalyse nicht aus denselben Proben vorgenommen werden. Bei den Eiern mit sehr niedrigem Rohaschegehalt muss jedoch von einem deutlich niedrigeren Kalziumgehalt ausgegangen werden.

#### **5.2.2.5 Spurenelemente**

Bisher liegen keine Literaturangaben zur Rolle von Spurenelementen bei der Fortpflanzung bei Reptilien vor. Die Unterschiede der Spurenelement-Gehalte bei Eiern an Legenot erkrankter Tiere und Eiern aus physiologischer Eiablage sollen deshalb in Bezug auf mögliche, von anderen Tierarten berichtete Reproduktionsstörungen besprochen werden. Ob und in welchem Ausmaß die hier beschriebenen Auffälligkeiten tatsächlich ursächlich an der Legenot-Erkrankung beteiligt sein können, bleibt in weiteren Untersuchungen zu erforschen.

##### **5.2.2.5.1 Kupfer (Cu)**

Der Kupfergehalt des Gesamteis der an Legenot erkrankten Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) lag um etwa ein Drittel niedriger als der der Eier gesunder Tiere. Bei den hart-

und flexibelschaligen Schildkröteneiern war kein Unterschied zwischen den Gruppen erkennbar.

Ein Zusammenhang zwischen einem Kupfermangel und Reproduktionsproblemen ist bei verschiedenen Säugetieren, aber auch bei Vögeln bekannt. Bei Ratten und Meerschweinchen wird embryonaler Tod mit anschließender Resorption beschrieben, bei Katzen wurden neonatale Todesfälle, Frühgeburten und Missbildungen bei Kupfermangelzuständen beobachtet (Davis und Mertz, 1986).

Wenn auch makroskopisch keine Veränderungen in der Struktur der Eischale bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) festgestellt werden konnten, sollen an dieser Stelle dennoch die Auswirkungen eines Kupfermangels auf die Eischalenformation bei Hühnern dargestellt werden. Bei Hühnern sinkt infolge Kupfermangels die Eiproduktion mit bis zum Erliegen kommender Schlupfrate. Es werden vor allem abnorme Eischalenformationen in Form einer teils durchscheinenden, teils welligen Oberflächenstruktur beobachtet, wobei der anorganische Anteil der Kalkschale nicht verringert ist. Die Eier sind meist größer als gewöhnlich (Baumgartner et al., 1978). Diese Veränderungen sind auf die Beeinträchtigung der Enzymtätigkeit der Lysiloxidase, einem die Ausbildung von Matrix-Kollagenen katalysierenden Enzym mit Kupfer als Kofaktor, zurückzuführen (Rucker und Murray, 1978). Bei fehlerhafter Ausbildung kann die Separation zwischen den beiden Anteilen der Eischalenmembran nicht stattfinden, was dazu führt, dass die Ausbildung einer Luftblase zwischen den beiden Schichten nach der Eiablage nicht funktioniert. Diese Luftkammer dient als Sauerstoffreservoir für den sich entwickelnden Embryo, was die hohen embryonalen Verluste bei Kupfermangelzuständen des Muttertiers erklären kann (Vieira, 2007).

#### **5.2.2.5.2 Zink (Zn)**

Ein Unterschied im Zinkgehalt zwischen Eiern aus physiologischer Eiablage und Eiern an Legenot erkrankter Tiere konnte nur bei den Bartagamen (*Pogona sp.*) beobachtet werden. Der in den Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Bartagamen (*Pogona sp.*) ermittelte

Zinkgehalt war um fast ein Viertel höher als der von Eiern aus physiologischer Eiablage. Auf den Gesamtgehalt gerechnet war der Zinkgehalt beider Gruppen jedoch vergleichbar. Diese Werte zeigen, dass in den von an Legenot erkrankten Tieren stammenden Eiern eine andere Verteilung des Zinks innerhalb des Eis vorlag. Während bei den Eiern gesunder Tiere circa 1,5 % des Zinks in der Schale vorlagen, waren es bei den erkrankten Tieren fast 8 %. Bei Hühnereiern liegt physiologischerweise über 99 % des Zinks im Eihalt vor (Hambridge et al., 1986).

Mora (2003) wies in den Schalen von bebrütbaren Eiern des Weidentyranns (*Empidonax traillii*), eines Sperlingsvogels, einen circa doppelt so hohen Zinkgehalt verglichen mit dem durchschnittlichen physiologischen Gehalt in Hühnereischalen nach. Dies zeigt zumindest, dass bei Vögeln ein höherer Zinkgehalt in der Eischale die Legefähigkeit der Eier nicht zwangsläufig beeinträchtigt.

In größerem Maße als Zinkübersicherungen jedoch wirken sich Zinkmangelzustände bei Vögeln negativ auf die Reproduktion aus. Zwar lagen in der vorliegenden Studie keine erniedrigten Zinkgehalte in den Eiern an Legenot erkrankter Tiere vor, es soll an dieser Stelle jedoch darauf eingegangen werden, dass Reproduktionsprobleme in Zusammenhang mit einem Zinkmangelzustand auch bei Reptilien durchaus denkbar sein könnten.

Bei Hühnern mit Zinkmangel sind Eier mit vermindertem Schalengewicht beschrieben (Nys et al., 1999). Dies ist wohl auf die Hemmung der zinkabhängigen Karboanhydrase zurückzuführen, was die Synthese von Kalziumkarbonat und damit den physiologischen Eischalenaufbau verhindert.

Darüber hinaus kann ein Zinkmangel bei Säugetieren und Vögeln Auslöser vielfältiger Störungen in allen Phasen der Reproduktion darstellen. Bei Ratten kann er Geburtsprobleme zur Folge haben, wie Hambridge et al. (1986) beschrieben. Die Tiere zeigten kein Nestbauverhalten und einen verzögerten Geburtsbeginn, wobei ein verzögerter Rückgang des Progesteronspiegels während der Geburt auffällig war. Bei Tieren mit Zinkmangelzuständen, denen zu Beginn der Geburt Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  injiziert wurde, trat dieses Problem jedoch nicht auf. Als Ursache für die beschriebenen Geburtsprobleme wurde ein Zink-abhängiger Schritt bei der uterinen Synthese oder Sekretion von Prostaglandinen angenommen (Hambridge et al., 1986).

Bei Reptilien ist Progesteron für die Eiretention viviparer Tiere verantwortlich (Callard et al., 1992). Der genaue Mechanismus der Luteolyse bei Reptilien ist zwar bisher nicht bekannt, jedoch lösten Guillette et al. (1984) die Luteolyse durch Injektion von Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  bei Echsen aus. Diese Tatsachen machen deutlich, dass auch bei diesen Tieren durchaus ein Zusammenhang zwischen Zinkmangelzuständen und Geburtsproblemen beziehungsweise in diesem Fall einer Legenoterkrankung bestehen könnte. Um diese Annahme zu bestätigen bedarf es jedoch weitergehender Studien.

### **5.2.2.5.3 Mangan (Mn)**

Der Mangangehalt des Gesamteis an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) lag um etwa zwei Drittel niedriger als der der Eier aus physiologischer Eiablage. Bei beiden Ei-Kompartimenten war ein circa um die Hälfte geringerer Mangangehalt in den Eiern erkrankter Tiere im Vergleich zu den Eiern gesunder Tiere feststellbar.

Reproduktionsstörungen aufgrund von Manganmangel sind bei Ratten und Hühnern beschrieben (Hurley und Keen, 1986). Je nach Schwere und Dauer der Mangelerscheinungen wurde vor allem von Ovulationsstörungen und Sterilität, aber auch von erhöhten Totgeburts- und Jungtiersterblichkeitsraten berichtet. Bei Ratten wurde auch die Verzögerung der Eröffnung des Geburtskanals beobachtet (Boyer et al., 1942). Die genaue Ursache hierfür ist leider bisher nicht bekannt, weshalb die mögliche Rolle eines Manganmangels bei der Legenoterkrankung von Reptilien schwierig einzuordnen ist.

Des Weiteren können bei Mangan-defizient gefütterten Hühnern dünne, durchscheinende Eischalen auftreten (Mueller und Leach, 1974). Dies ist wohl auf die Funktion von Mangan als Kofaktor der Glycosyl-Transferase zurückzuführen. Ein Manganmangel bedingt somit die Störung der Polysaccharid-Synthese in der Eischale. Bei den in Bezug auf den Mangangehalt auffälligen Schlangeneiern der vorliegenden Studie konnte jedoch keine makroskopische Veränderung der Eischalenstruktur festgestellt werden.



## 5.3 Faktorielle Bedarfskalkulation für die Legeleistung

Ein Vergleich konkreter Bedarfszahlen von Reptilien und Vögeln ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Reproduktionsmechanismen der beiden Ordnungen (siehe **Kapitel 2**) sowie der unterschiedlichen Stoffwechsellage von Warmblütern und Wechselwarmen nicht sinnvoll und soll an dieser Stelle unterbleiben.

Ein entscheidender Unterschied zu Vögeln stellt die simultane Ovulation eines gesamten Geleges und im Anschluss daran die zeitgleiche Produktion aller Eier eines Geleges bei Reptilien dar (z.B. Jones et al., 1979; Palmer et al., 1993). Dies bedingt, dass bei Reptilien alle für die Eibildung nötigen Nährstoffe gleichzeitig vorhanden sein und abgerufen werden müssen. Die kalkulierten Bedarfszahlen sind pro Tag der Legesaison angegeben, obwohl derzeit nicht bekannt ist, inwieweit eine Speicherung der Nährstoffe während der Legeperiode möglich ist.

### 5.3.1 Protein- und Energieabgabe über das Ei

Für die Beurteilung von Protein- und Energiebedarf ist das Wissen über die besondere Physiologie von Reptilien als wechselwarme Tiere entscheidend. Eine Bedarfskalkulation ist bisher nicht möglich, weil Daten zur Verdaulichkeit, zur Verwertung der ME für die Eibildung und zum Erhaltungsbedarf bei Reptilien fehlen – vor allem auch vor dem Hintergrund fehlender detaillierter Kenntnisse über den poikilothermen Stoffwechsel. Wegen der Temperaturabhängigkeit des Stoffwechsels sind wohl auch die Intervalle zwischen zwei Gelegen gegen Ende der Legeperiode, das heißt mit Fortschreiten des Frühjahrs zum Frühsommer und damit mit Zunahme der Temperaturen, kürzer (siehe **Anhang 9**). Daher könnte es sich bei der Bedarfskalkulation durchaus als sinnvoll erweisen, die Legeperiode in mehrere Abschnitte zu unterteilen, um den Bedarf für die jeweiligen klimatischen Bedingungen anzupassen. Hierfür wäre allerdings ein genauer Versuchsaufbau mit geplanten Temperaturkurven nötig.

Für die in freier Wildbahn lebenden Reptilien entscheidend bei der Reproduktion sind die sogenannten „Costs of Reproduction“, die nicht nur die für die Eiproduktion benötigte Energie umfassen, sondern vielmehr auch die Gefährdung des Muttertiers während der Gravidität durch eine schlechtere physische Verfassung (Shine, 1980), von Bull und Shine (1979) als „Opportunity Costs“ bezeichnet. Die Überlebenschancen von graviden weiblichen Tieren sind deutlich schlechter als die von Männchen: Die Weibchen sonnen sich besonders viel – wohl um die für die Eiproduktion benötigte Energie besser bereitstellen zu können – und sind deutlich weniger mobil als nicht gravide Tiere, was zu starken Verlusten durch Fressfeinde führt. Shine (1980) wies am Beispiel verschiedener australischer Echsen nach, dass gravide Weibchen 70 bis 80 % langsamer laufen als Männchen oder nicht gravide Weibchen. In einem Versuch darüber, welche Tiere Fressfeinden zum Opfer fallen, waren von acht erbeuteten Echsen sieben gravide Weibchen.

Ein weiterer Punkt, der zu Verlusten bei Reptilien während der Legeperiode führen kann, ist, dass einige Tiere in dieser Zeit die Jagd einstellen. Dies ist beispielsweise bei der Wasserpython (*Liasis fuscus*) der Fall. Während bei Männchen in der Paarungszeit durch sechswöchige Nahrungskarenz ein Körpermasseverlust von 16 % zu verzeichnen ist, beträgt dieser bei manchen Weibchen nach dreimonatiger Nahrungskarenz (infolge Brutpflege mit Bewachen des Geleges und thermoregulativem Verhalten, Shine et al., 1997) 43,8 %, was eine sehr hohe Mortalitätsrate zur Folge hat (Madsen und Shine, 2000). Weibchen derselben Art jedoch, die nach der Eiablage keine Brutpflege betrieben hatten, hatten eine deutlich höhere Überlebenschance.

Hier wird die Strategie des „Income Breedings“ gegenüber dem „Capital Breeding“ deutlich. Tiere, die während der Reproduktion auf vorher gesammelte Energiereserven (Fettkörper, Proteinreserven) angewiesen sind, werden als „Capital Breeder“ bezeichnet im Gegensatz zu den „Income Breeder“, die die Kosten durch laufende Energieaufnahme decken (Jönsson, 1997; Bonnet et. al., 1998). Im Gegensatz zu Warmblütern, die in der Regel als „Income Breeder“ anzusehen sind, scheint der energiesparende Stoffwechsel von poikilothermen Tieren die Akkumulation von energiereichen Körperreserven für die Reproduktion zu begünstigen (Else und Hulbert, 1981; Jönsson, 1997; Bonnet et al., 1998).

Bei Schlangen sind hierfür spezielle Fettkörper angelegt, in der Abdominalhöhle zwischen Leber und Kloake gelegen (Derickson, 1976; Santos und Llorente, 2004).

Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass zwischen den beiden Möglichkeiten der Energiebereitstellung bei poikilothermen Tieren fließende Übergänge bei verschiedenen Spezies bestehen. So bedienen sich beispielsweise die (vivipare) Aspispiper (*Vipera aspis*; Bonnet et al., 2001; Lourdais et al., 2003) und die Schlingnatter (*Coronella austriaca*; Reading, 2004) sowohl gespeicherter als auch während der Legeperiode aufgenommener Energie zur Verbesserung des reproduktiven Erfolgs. Brown und Shine (2002) beschrieben, dass tropische Natternarten zwei Gelege pro Jahr legen, bei deren Produktion beim ersten Gelege auf endogene Ressourcen zurückgegriffen wird, wohingegen das zweite Gelege durch exogene Energiezufuhr gebildet wird.

Bei der Bereitstellung von Lipiden und Proteinen ist von gegensätzlichen Quellen auszugehen: Während die bei der Vitellogenese benötigten Lipide wohl endogenen Ursprungs, bei Schlangen aus den schon genannten Fettkörpern, sind (z.B. Derickson, 1976; Blem und Blem, 1990; Scott et al., 1995), gibt es für Proteine wohl kein vergleichbares Speicherorgan. So kann man davon ausgehen, dass bei der Proteinbereitstellung ein Income-Breeding-System verwendet wird – solange die Tiere während der Legeperiode weiterhin fressen, was vor allem vom Nahrungsvorkommen abhängig ist. Ist dies nicht der Fall, kann es laut Lourdais et al. (2004) zum Katabolismus von Muskeleiweiß kommen, was die generelle Verfassung des Muttertieres und die Möglichkeit der schnellen Fortbewegung deutlich einschränkt und damit schließlich zu oben beschriebenen höheren Verlusten bei weiblichen Tieren während der Reproduktionsphase führt.

All diese Punkte machen deutlich, dass die Kalkulation des Protein-, Fett- und Energiebedarfs bei weiblichen Tieren während der Legeperiode sich äußerst schwierig darstellt und es hier noch weiterer Studien bedarf.

### 5.3.2 Mineralstoffbedarf einer Schildkröte während der Eibildung

Kalzium stellt in Bezug auf die Ernährung weiblicher Reptilien während der Legeperiode den wohl bedeutendsten Nährstoff dar, bei dem sich die Problematik der simultanen Ovulation am besten abschätzen lässt. Der Kalziumbruttobedarf einer Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) während der Legeperiode wurde in der vorliegenden Studie mit 177 mg/kg Körpermasse am Tag kalkuliert bezogen auf die tägliche Legeleistung. Tatsächlich jedoch benötigt ein weibliches Reptil bedingt durch die simultane Ovulation und damit gleichzeitige Produktion aller Eier eines Geleges die gesamte Nährstoffmenge für die Eibildung zu derselben Zeit. Bei einem Tier mit einer durchschnittlichen Gelegegröße von 5 Eiern (à 6 g Ei-TS) werden also bei der Eibildung zeitgleich 4,33 g Calcium nur für die Eiproduktion benötigt. Dieses Calcium können die meisten Reptilien wohl aus keinem gesonderten Speicherorgan kurzfristig bereitstellen, da sie im Gegensatz zu Vögeln über keinen medullären Knochen verfügen (Elsey und Wink, 1986; Wink und Elsey, 1986), welcher die Speicherung von Kalzium zu einem früheren Zeitpunkt vor der Reproduktionsphase erlauben würde (Foote, 1916). Die schon beschriebenen endolymphatischen Kalziumspeicher einiger Echtenarten (Bustard, 1986; Bauer, 1989; siehe **Kapitel 2.8.2.3**) fehlen Schildkröten und Krokodilen, den Reptilien mit hartschaligen Eiern und damit dem größten Bedarf an Kalzium während der Legeperiode. Die Tiere mobilisieren das Kalzium wohl vielmehr aus den langen Röhrenknochen, was während der Eibildung zu einer starken Demineralisierung führt (Edgren, 1960; Suzuki, 1963). Bei ausreichender Verfügbarkeit von Kalzium werden diese Veränderungen jedoch schnell wieder durchbaut (Simkiss, 1967).

Da leider keine Angaben über die Trockensubstanzaufnahme Kapazität von Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) in der Literatur gefunden wurden, kann hier keine genaue Rationsberechnung stattfinden. Zur Abschätzung der benötigten Gehalte an Kalzium, Phosphor und Magnesium im Futter sollen die von Liesegang et al. (2001) angegebenen Futteraufnahmemengen zweier Gruppen von Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone nigra*) verwendet werden. Die Menge aufgenommener Trockensubstanz betrug bei den leichteren Tieren (mit durchschnittlich 4,1 kg Körpergewicht) durchschnittlich 32 g (entsprechend 7,8 g/kg Körpermasse am Tag), bei den schwereren

Tieren (mit durchschnittlich 15,5 kg Körpergewicht) im Mittel 94 g Trockensubstanz (entsprechend 6,1 g/kg Körpermasse am Tag). Legt man den Berechnungen die niedrigere Trockensubstanzaufnahme zugrunde, beträgt der zur Eibildung nötige Kalziumgehalt des Futters circa 29 g/kg Trockensubstanz. Dieser Gehalt lässt sich ohne die Supplementierung durch eine zusätzliche Kalziumquelle nicht decken. Um jedoch Überdosierungen und damit eine mögliche Kalziumübersorgung zu vermeiden, sollte davon abgesehen werden, Kalk über das Futter zu streuen, da hier keine kontrollierte Aufnahme gewährleistet werden kann. Eine Kalziumübersorgung kann im Falle eines gleichzeitig bestehenden Vitamin-D<sub>3</sub>-Mangels zu einem Phosphormangel führen, indem das überschüssige Kalzium in Form von Kalziumtripelphosphat über den Darm ausgeschieden wird. Eine Übersorgung in Verbindung mit einem Vitamin-D<sub>3</sub>-Überschuss führt zu einem massiven Einbau von Kalzium in Organe, Gefäße und Knochen (Dennert, 2008). Daher ist es anzuraten, beispielsweise Sepiaschale (circa 41% Kalzium), Eierschalen (circa 36% Kalzium) oder Schneckenhäuser getrennt vom eigentlichen Futter ad libitum anzubieten. Die Tiere nehmen selektiv die Menge an Kalzium auf, die sie benötigen (Dennert, 2008), was auch die Besitzerin der Griechischen Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus Anhang 9 bestätigte. Nach ihren Angaben frisst Tier 1, das die meisten Gelege pro Saison und damit auch den größten Bedarf an Kalzium hat, jede Legeperiode direkt vom Ende der Winterruhe an sehr große Mengen Sepiaschale, während die anderen beiden Tiere die Kalziumquelle nur in geringem Maße zu sich nehmen.

Der für die Eibildung benötigte Phosphorgehalt im Futter liegt bei 1,53 g/kg der Trockensubstanz, der Magnesiumgehalt bei 1,32 g/kg der Trockensubstanz. Diese Gehalte lassen sich beispielsweise bei einer Fütterung aus klee- und kräuterreichem Weidegras, Heu beziehungsweise Luzerneheu und Salat decken.

## 6 Zusammenfassung

Die Legetätigkeit weiblicher Reptilien geht mit einem besonderen Mehrbedarf an Nährstoffen einher. Um diesen zusätzlichen Nährstoffbedarf der Tiere für die Legeleistung faktoriell abschätzen zu können, sind Daten zur Zusammensetzung von Reptilieneiern erforderlich.

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 446 Eier aus physiologischer Eiablage vorberichtlich gesunder Tiere untersucht. Die Eier wurden der Einteilung von Packard et al. (1977) folgend in hart-, flexibel- und weichschalig eingeteilt. An hartschaligen Eiern wurden 158 Eier von 6 verschiedenen Landschildkrötenspezies (*Testudo sp.*, *Geochelone sp.*) und 8 Eier von 4 verschiedenen Amerikanischen Erdschildkröten (*Rhinoclemmys sp.*) untersucht. Die Gruppe der flexibelschaligen Eier umfasste 85 Eier von 3 verschiedenen Schmuckschildkröten (*Trachemys sp.*, *Pseudemys spp.*). Weichschalige Eier repräsentierten 47 Eier der Kornnatter (*Pantherophis sp.*) und 87 Eier einer Bartagamen-Spezies (*Pogona sp.*). Des Weiteren wurden 61 Eier einzelner Gelege von 4 Schlangen-, 4 Echsen- und einer Krokodilspezies analysiert, die als Einzelbeobachtungen angesehen wurden.

Darüber hinaus wurden insgesamt 98 Eier an Legenot erkrankter Tiere untersucht, darunter 28 hartschalige Eier einer Landschildkrötenspezies (*Testudo sp.*), 5 flexibelschalige Eier einer Spezies der Echten Schmuckschildkröten (*Pseudemys sp.*), 10 weichschalige Eier der Kornnatter (*Pantherophis sp.*) und 55 weichschalige Eier einer Bartagamenspezies (*Pogona sp.*). Die Nährstoffgehalte der Eier dieser Tiere wurden mit aus physiologischer Eiablage stammenden Eiern derselben Spezies verglichen.

Es wurden Rohasche- (Ra), Rohprotein- (Rp) und Rohfettgehalt (Rfe), sowie verschiedene Mineralstoffe (Ca, P, Na, K, Mg) und Spurenelemente (Fe, Zn, Cu, Se, Mn) bestimmt. Bei der Rohfettanalyse stellte sich die Extraktion mittels Petrolether mit vorhergehender Säureextraktion als nicht geeignet heraus, da große Teile der stark emulgierten Lipidfraktion nicht in Petrolether löslich waren. Im Vergleich des errechneten Energiegehalts mit dem gemessenen Brennwert des Eihalts einzelner Eier zeigte sich, dass die NfE-Fraktion überwiegend aus Lipiden bestehen muss.

Verschiedene Nährstoffgehalte in der Schale von Eiern verschiedener Reptilienspezies sind **Tabelle 0-1** zu entnehmen.

**Tabelle 0-1:** Inhaltsstoffe der Schale von hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern

	<b>Rp</b> (% TS)	<b>Ca</b> (g/kg TS)	<b>P</b> (g/kg TS)	<b>Na</b> (g/kg TS)	<b>K</b> (g/kg TS)	<b>Mg</b> (g/kg TS)	<b>Cu</b> (mg/kg TS)	<b>Zn</b> (mg/kg TS)	<b>Se</b> (µg/kg TS)
<i>Testudo spp.</i> <sup>1</sup>	5,7	362	0,10	4,7	0,66	0,51	6,3	2,1	364
<i>Geochelone sp.</i> <sup>1</sup>	± 1,7	± 18	± 0,09	± 0,5	± 0,18	± 0,06	± 1,0	± 3,2	± 106
<i>Rhinoclemmys spp.</i> <sup>1</sup>	3,3 ± 0,7	380 ± 5	0,18 ± 0,15	5,2 ± 0,2	0,79 ± 0,32	0,62 ± 0,07	6,7 ± 0,1	1,2 ± 1,0	512 ± 374
<i>Trachemys spp.</i> <sup>2</sup>	28,0	266	0,32	4,7	1,14	1,80	11,9	6,5	224
<i>Pseudemys spp.</i> <sup>2</sup>	± 1,8	± 8	± 0,11	± 0,3	± 0,20	± 0,30	± 3,6	± 3,9	± 87
<i>Pantherophis sp.</i> <sup>3</sup>	69,2 ± 4,8	112 ± 13	1,65 ± 0,67	2,3 ± 0,5	2,41 ± 1,46	NA	14,5 ± 0,7	NA	1002 ± 388
<i>Pogona sp.</i> <sup>3</sup>	56,6 ± 4,8	135 ± 7	1,60 ± 0,88	3,4 ± 0,6	2,83 ± 1,54	2,72 ± 0,36	NA	6,4 ± 2,3	99 ± 33

<sup>1</sup> harte Eischalen, <sup>2</sup> flexible Eischalen, <sup>3</sup> weiche Eischalen; NA = not analyzed

Verschiedene Nährstoffgehalte im Inhalt von Eiern verschiedener Reptilienspezies sind in **Tabelle 0-2** dargestellt.

**Tabelle 0-2:** Inhaltsstoffe des Inhalts von hart-, flexibel- und weichschaligen Reptilieneiern

	<b>Rp</b> (% TS)	<b>Lipid</b> (% TS) <sup>4</sup>	<b>Ca</b> (g/kg TS)	<b>P</b> (g/kg TS)	<b>Na</b> (g/kg TS)	<b>K</b> (g/kg TS)	<b>Cu</b> (mg/kg TS)	<b>Zn</b> (mg/kg TS)	<b>Se</b> (µg/kg TS)
<i>Testudo spp.</i> <sup>1</sup>	56	39	3,5	13,6	6,2	5,9	3,8	73,3	123
<i>Geochelone sp.</i> <sup>1</sup>	± 1,5		± 0,5	± 0,7	± 1,6	± 0,9	± 0,9	± 5,8	± 57
<i>Rhinoclemmys spp.</i> <sup>1</sup>	56 ± 2,1	38	5,9 ± 1,7	13,6 ± 0,4	8,4 ± 1,4	7,4 ± 0,3	3,3 ± 0,6	82,2 ± 21,4	426 ± 113
<i>Trachemys spp.</i> <sup>2</sup>	54	41	5,5	12,9	4,9	5,4	3,5	52,1	408
<i>Pseudemys spp.</i> <sup>2</sup>	± 1,3		± 0,4	± 1,0	± 2,2	± 1,2	± 2,5	± 15,3	± 104
<i>Pantherophis sp.</i> <sup>3</sup>	43 ± 1,6	49	16,4 ± 0,8	16,0 ± 0,7	4,8 ± 0,4	10,3 ± 1,0	3,1 ± 0,5	80,7 ± 6,1	307 ± 91
<i>Pogona sp.</i> <sup>3</sup>	44 ± 2,0	49	11,9 ± 0,8	14,6 ± 0,8	6,1 ± 0,8	12,6 ± 1,7	2,6 ± 0,5	42,5 ± 7,1	111 ± 19

<sup>1</sup> harte Eischalen, <sup>2</sup> flexible Eischalen, <sup>3</sup> weiche Eischalen; <sup>4</sup> Angenommener Lipidanteil kalkuliert aus Rfe und Nfe

Bezogen auf das Gesamtei betrug das Kalzium-Phosphor-Verhältnis bei den hartschaligen Eiern circa 15:1, bei den flexibelschaligen Eiern circa 6:1 und bei den weichschaligen circa 2:1.

Beim Vergleich der Eier an Legenot erkrankter Tiere mit Eiern aus physiologischer Eiablage konnten Unterschiede im Kalziumgehalt festgestellt werden (siehe **Tabelle 0-3**).

**Tabelle 0-3:** Kalziumgehalt (g/kg TS) in Schale und Gesamtei von Eiern an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies im Vergleich mit Eiern aus physiologischer Eiablage

	Schalentyp	Legenot-Erkrankung		Physiologische Eiablage	
		Schale	Gesamtei	Schale	Gesamtei
<i>Testudo sp.</i>	hart	369 ± 8*	127 ± 22*	364 ± 8	167 ± 32
<i>Pseudemys spp.</i>	flexibel	268 ± 19	NC	262 ± 12	NC
<i>Pantherophis sp.</i>	weich	80 ± 3*	22 ± 1*	112 ± 13	27 ± 2
<i>Pogona spp.</i>	weich	114 ± 8*	25 ± 3	135 ± 7	26 ± 2

\* signifikanter Unterschied zu Eiern aus physiologischer Eiablage ( $p < 0,05$ ); NC = not calculated

Bei den weichschaligen Eiern konnten zum Teil deutliche Unterschiede im Gehalt verschiedener Spurenelemente zwischen den Eiern an Legenot erkrankter Tiere und den Eiern aus physiologischer Eiablage erkannt werden. Der Zinkgehalt der weichen Eischale an Legenot erkrankter Bartagamen (*Pogona spp.*) lag mit 27,84 mg/kg TS ( $\pm 3,46$ ) um fast ein Viertel höher als der aus physiologischer Eiablage stammender Eier ( $6,39 \pm 2,31$  mg/kg TS), wobei der Zinkgehalt des Gesamteis keinen signifikanten Unterschied zeigte. Bezogen auf das Gesamtei konnten bei den aus einer Legenoterkrankung stammenden Eiern der Kornnatter (*Pantherophis sp.*) ein um etwa ein Drittel niedrigerer Kupfergehalt ( $6,67 \pm 1,18$  mg/kg TS statt  $14,52 \pm 0,69$  mg/kg TS) und ein etwa zwei Drittel niedrigerer Mangangehalt als im physiologisch abgelegten Ei festgestellt werden ( $2,58 \pm 0,35$  mg/kg TS statt  $6,12 \pm 2,98$  mg/kg TS).

Zur faktoriellen Bedarfskalkulation wurde die Abgabe verschiedener Nährstoffe über das Ei (Nettobedarf) am Beispiel der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni*) errechnet. Bei einer Legeleistung von 0,2 Eiern/Tag ergaben sich folgende Abgaben über das Ei (pro kg KM pro Tag): 13,2 kJ Energie, 307 mg Protein, 104 mg Kalzium, 7,5 mg Phosphor, 0,7 mg Magnesium, 4,4 mg Natrium und 3 mg Kalium. Aus dem Schrifttum ließen sich die Verwertung und die endogenen Verluste von Kalzium, Phosphor und Magnesium abschätzen. Daraus ergaben sich folgende Bruttobedarfszahlen einer Landschildkröte während der Eibildung (mg/kg KM/d): 177 mg Kalzium, 9,31 mg Phosphor und 8,08 mg Magnesium.



## 7 Summary

Female reptiles have special nutritional requirements during their reproductive season. Knowledge of the composition of reptile eggs is crucial for the factorial calculation of nutrient requirements for female reproduction.

In the present study, 446 physiologically laid eggs from reptiles with a history of being healthy were analyzed. According to Packard et al. (1977), the specimens were divided into rigid-, flexible- and soft-shelled eggs. The group of the hard-shelled eggs included 158 eggs from 6 different species of tortoises (*Testudo spp.*, *Geochelone sp.*) and 8 eggs from 4 different turtle species of Neotropical Wood Turtles (*Rhinoclemmys spp.*) The group of flexible-shelled eggs contained 85 eggs from 3 different turtle species (*Trachemys sp.*, *Pseudemys spp.*). The group of soft-shelled eggs was represented by 47 eggs from the Corn Snake (*Pantherophis sp.*) and 87 eggs of a species of Bearded Dragons (*Pogona sp.*). Moreover, 61 eggs from single clutches of 4 species of snakes, 4 species of lizards and 1 crocodile were examined. The results were presented as individual observations.

In addition, 98 eggs laid by females suffering from dystocia were analyzed, specifically 28 hard-shelled eggs of one tortoise species (*Testudo sp.*), 5 flexible-shelled eggs from one species of Cooter Turtles (*Pseudemys sp.*), 10 soft-shelled eggs of the Eastern Corn Snake (*Pantherophis sp.*) and 55 soft-shelled eggs of a Bearded Dragon (*Pogona sp.*).

The eggs were analyzed for ash, crude protein (CP), crude fat (CF), different minerals (Ca, P, Na, K, Mg) and trace elements (Fe, Zn, Cu, Se, Mn). As large amounts of strongly emulsified lipids were not soluble in petroleum ether, the method using petroleum ether for the analysis of crude fat appeared to be insufficient. Comparing the estimated energy density made by using standard values for heat of combustion of protein, fat and NfE with the measured caloric value, it became apparent that lipids must represent the vast majority of the NfE.

Different nutrients found in the shells of the hard, flexible and soft shelled eggs of different reptile species are presented in **Table 1**.

**Table 1:** Nutrients of the eggshell of hard-, flexible- and soft-shelled eggs from different reptile species

	CP (% dm)	Ca (g/kg dm)	P (g/kg dm)	Na (g/kg dm)	K (g/kg dm)	Mg (g/kg dm)	Cu (mg/k g dm)	Zn (mg/k g dm)	Se (µg/kg dm)
<i>Testudo spp.</i> <sup>1</sup>	5.7	362	0.10	4.7	0.66	0.51	6.3	2.1	364
<i>Geochelone sp.</i> <sup>1</sup>	± 1.7	± 18	± 0.09	± 0.5	± 0.18	± 0.06	± 1.0	± 3.2	± 106
<i>Rhinoclemmys spp.</i> <sup>1</sup>	3.3 ± 0.7	380 ± 5	0.18 ± 0.15	5.2 ± 0.2	0.79 ± 0.32	0.62 ± 0.07	6.7 ± 0.1	1.2 ± 1.0	512 ± 374
<i>Trachemys spp.</i> <sup>2</sup>	28.0	266	0.32	4.7	1.14	1.80	11.9	6.5	224
<i>Pseudemys spp.</i> <sup>2</sup>	± 1.8	± 8	± 0.11	± 0.3	± 0.20	± 0.30	± 3.6	± 3.9	± 87
<i>Pantherophis guttatus</i> <sup>3</sup>	69.2 ± 4.8	112 ± 13	1.65 ± 0.67	2.3 ± 0.5	2.41 ± 1.46	NA	14.5 ± 0.7	NA	1002 ± 388
<i>Pogona sp.</i> <sup>3</sup>	56.6 ± 4.8	135 ± 7	1.60 ± 0.88	3.4 ± 0.6	2.83 ± 1.54	2.72 ± 0.36	NA	6.4 ± 2.3	99 ± 33

<sup>1</sup> hard eggshells, <sup>2</sup> flexible eggshells, <sup>3</sup> soft eggshells; NA = not analyzed

For different nutrients of the egg content see **Table 2**.

**Table 2:** Nutrients of the egg content of hard-, flexible- and soft-shelled eggs from different reptile species

	CP (% dm)	Lipid (% dm) <sup>4</sup>	Ca (g/kg dm)	P (g/kg dm)	Na (g/kg dm)	K (g/kg dm)	Cu (mg/k g dm)	Zn (mg/k g dm)	Se (µg/kg dm)
<i>Testudo spp.</i> <sup>1</sup>	56	39	3.5	13.6	6.2	5.9	3.8	73.3	123
<i>Geochelone sp.</i> <sup>1</sup>	± 1.5		± 0.5	± 0.7	± 1.6	± 0.9	± 0.9	± 5.8	± 57
<i>Rhinoclemmys spp.</i> <sup>1</sup>	56 ± 2.1	38	5.9 ± 1.7	13.6 ± 0.4	8.4 ± 1.4	7.4 ± 0.3	3.3 ± 0.6	82.2 ± 21.4	426 ± 113
<i>Trachemys spp.</i> <sup>2</sup>	54	41	5.5	12.9	4.9	5.4	3.5	52.1	408
<i>Pseudemys spp.</i> <sup>2</sup>	± 1.3		± 0.4	± 1.0	± 2.2	± 1.2	± 2.5	± 15.3	± 104
<i>Pantherophis guttatus</i> <sup>3</sup>	43 ± 1.6	49	16.4 ± 0.8	16.0 ± 0.7	4.8 ± 0.4	10.3 ± 1.0	3.1 ± 0.5	80.7 ± 6.1	307 ± 91
<i>Pogona sp.</i> <sup>3</sup>	44 ± 2.0	49	11.9 ± 0.8	14.6 ± 0.8	6.1 ± 0.8	12.6 ± 1.7	2.6 ± 0.5	42.5 ± 7.1	111 ± 19

<sup>1</sup> hard eggshells, <sup>2</sup> flexible eggshells, <sup>3</sup> soft eggshells; <sup>4</sup> estimated lipid content calculated from CF and NfE

In regard to the whole egg (shell and contents), the calcium-phosphorus-ratio was approximately 15:1 in hard-shelled eggs, 6:1 in flexible-shelled eggs and 2:1 in soft-shelled eggs.

When comparing the eggs of reptiles suffering from dystocia with physiologically laid eggs there were significant differences in the calcium content of eggshell and egg contents (**Table 3**).

**Table 3:** Calcium content (g/kg dm) of shell and contents in eggs from egg-binding reptiles and physiologically laid eggs from different reptile species

	Type of Shell	Dystocia		Physiologically laid	
		Shell	Contents	Shell	Contents
<i>Testudo sp.</i>	hard	369 ± 8*	127 ± 22*	364 ± 8	167 ± 32
<i>Pseudemys spp.</i>	flexible	268 ± 19	NC	262 ± 12	NC
<i>Pantherophis sp.</i>	soft	80 ± 3*	22 ± 1*	112 ± 13	27 ± 2
<i>Pogona spp.</i>	soft	114 ± 8*	25 ± 3	135 ± 7	26 ± 2

\* Significant difference to physiologically laid eggs (p < 0.05)

In soft-shelled eggs, significant differences in trace element contents were seen between eggs of reptiles suffering from dystocia and physiologically laid eggs: In the soft eggshells of egg-bound Bearded Dragons (*Pogona vitticeps*) zinc was about four times higher ( $27.84 \pm 3.46$  mg/kg dm) than in physiologically laid eggs ( $6.39 \pm 2.31$  mg/kg dm). In the whole egg of the Corn Snake (*Pantherophis sp.*), the copper content as well as the manganese content in eggs from egg-bound snakes was decreased (Cu:  $6.67 \pm 1.18$  mg/kg dm versus  $14.52 \pm 0.69$  mg/kg dm in physiologically laid eggs; Mn:  $2.58 \pm 0.35$  mg/kg dm versus  $6.12 \pm 2.98$  mg/kg dm in physiologically laid eggs).

For the factorial calculation of nutrient requirements of an egg-laying reptile, the loss of different nutrients via the egg (net requirement) was calculated using the example of the Hermann's Tortoise (*Testudo hermanni*).

Using a laying performance of 0.2 eggs/day, the loss of nutrients via the egg was derived as follows (per kg body weight per day): 13.2 kJ energy, 307 mg protein, 104 mg calcium, 7.5 mg phosphorus, 0.7 mg magnesium, 4.4 mg sodium and 3 mg potassium. On the basis of professional literature the utilization of calcium, phosphorus and magnesium and their endogenous losses were estimated. The gross requirements of an egg-laying tortoise were calculated (per kg body weight per day): 177 mg calcium, 9,31 mg phosphorus and 8,08 mg magnesium.

## 8 Literaturverzeichnis

- Abdel-Salam, Z.A., Abdou, A.M., Harith, M.A. (2006). Elemental and Ultrastructural Analysis of the Eggshell: Ca, Mg and Na Distribution During Embryonic Development via LIBS and SEM Techniques. *International Journal of Poultry Science*, 5: 35-42.
- Abrams Motz, V., Callard, I.P. (1998). Seasonal Variations in Oviductal Morphology of the Painted Turtle, *Chrysemys picta*. *Journal of Morphology*, 207: 59-71.
- Agassiz, L. (1857). *Contributions to the Natural History of the United States of America*. First Monograph. Volume II. Part III. Embryology of the Turtle. Boston: Little, Brown and Co., 451-643.
- Aitken, R.N.C., Solomon, S.E. (1976). Observations on the Ultrastructure of the Oviduct of the Costa Rican Green Turtle (*Chelonia mydas* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 21: 75-90.
- Aldridge, R.D. (1992). Oviductal Anatomy and Seasonal Sperm Storage in the Southeastern Crowned Snake (*Tantilla coronata*). *Copeia*, 1992: 1103-1106.
- Auffenberg, W. (1981). *The Behavioral Ecology of the Komodo Monitor*. Gainesville: University Press of Florida, Gainesville.
- Baird, T., Solomon, S.E. (1979). Calcite and Aragonite in the Egg Shell of *Chelonia mydas* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 36: 295-303.
- Barker, D., Fitzpatrick, M.P., Dierenfeld, E.S. (1998). Nutrient Composition of Selected Whole Invertebrates. *Zoo Biology*, 17: 123-134.
- Bauer, A.M. (1989). Extracranial Endolymphatic Sacs in Eurydactylodes (Reptilia: *Gekkonidae*), with Comments on Endolymphatic Function in Lizards. *Journal of Herpetology*, 23: 172-175.
- Baumgartner, S., Brown, D.J., Salevsky, E. Jr., Leach, R.M. Jr. (1978). Copper Deficiency in the Laying Hen. *Journal of Nutrition*, 108: 804-811.
- Baur, G. (1887). On the Phylogenetic Arrangement of the Sauropsida. *Journal of Morphology*, 1: 93-104.
- Bedford, G.S., Christian, K.A. (2000). Digestive Efficiency in Some Australian Pythons. *Copeia*, 2000: 829-834.
- Bilinski, J.J., Reina, R.D., Spotila, J.R., Paladino, V.F. (2001). The Effects of Nest Environment on Calcium Mobilization by Leatherback Turtle Embryos (*Dermochelys*

- coriacea*) During Development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 130: 151-162.
- Bird, D.M., Ho, S.K. (1976). Nutritive Values of Whole-Animal Diets for Captive Birds of Prey. *Raptor Research*, 10: 45-49.
- Blackburn, D.G. (1982). Evolutionary Origins of Viviparity in the Reptilia. I. Sauria. *Amphibia-Reptilia*, 3: 185-205.
- Blackburn, D.G. (1993). Chorioallantoic Placentation in Squamate Reptiles: Structure, Function, Development and Evolution. *The Journal of Experimental Zoology*, 266: 414-430.
- Blackburn, D.G. (1994). Review: The Discrepant Usage of the Term 'Ovoviviparity' in the Herpetological Literature. *Herpetological Journal*, 4: 65-72.
- Blackburn, D.G. (1995). Saltationist and Punctuated Equilibrium Models for the Evolution of Viviparity and Placentation. *Journal of Theoretical Biology*, 174: 199-216.
- Blackburn, D.G. (2000). Reptilian Viviparity: Past Research, Future Directions and Appropriate Models. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 127: 391-309.
- Blem, C.R., Blem, L.B. (1990). Lipid Reserves of the Brown Water Snake *Nerodia taxispotila*. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 97: 367-372.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959). A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.
- Board, R.G., Sparks, H.C. (1991). Shell Structure and Formation in Avian Eggs. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg.), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 71-86). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bonnet, X., Bradshaw, S.D., Shine, R. (1998). Capital Versus Income Breeding: An Ectothermic Perspective. *Oikos*, 83: 33-342.
- Bonnet, X., Naulleau, G., Shine, R., Lourdais, O. (2001). Short-term Versus Long-term Effects of Food Intake on Reproductive Output in a Viviparous Snake, *Vipera aspis*. *Oikos*, 92: 297-308.
- Booth, D.T., Thompson, M.B. (1991). A Comparison of Reptilian Eggs with Those of Megapode Birds. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg.), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 325-344). Cambridge: Cambridge University Press.

- Booth, D.T. (2003). Composition and Energy Density of Eggs From Two Species of Freshwater Turtle with Twofold Ranges in Egg Size. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 134: 129-137.
- Botte, V., Segal, S.J., Koide, S.S. (1974). Induction of Avidin Synthesis in the Oviduct of the Lizard *Lacerta sicula*, by Sex Hormones. *General and Comparative Endocrinology*, 23: 357-359.
- Boyer, P.D., Shaw, J.H., Phillips, P.H. (1942). Studies on Manganese Deficiency in the Rat. *The Journal of Biological Chemistry*, 143: 417-425.
- Brockelman, W.Y. (1975). Competition, the Fitness of Offspring and Optimal Clutch Size. *The American Naturalist*, 109: 677-699.
- Brown, G.P., Shine, R. (2002). Reproductive Ecology of a Tropical Natricine Snake, *Tropidonophis mairii* (Colubridae). *Journal of Zoology (London)*, 258: 63-72.
- Buhlmann, K.A., Coffman, G. (2001). Fire Ant Predation of Turtle Nests and Implications for the Strategy of Delayed Emergence. *The Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 117: 94-100.
- Buhlmann, K.A., Lynch, T.K., Gibbons, J.W., Greene, J.L. (1995). Prolonged Egg Retention in the Turtle *Deirochelys reticularia* in South Carolina. *Herpetologica*, 51: 457-462.
- Bull, J.J., Shine, R. (1979). Iteroparous Animals that Skip Opportunities for Reproduction. *American Naturalist*, 114: 296-303.
- Burbrink, F.T., Lawson, R. (2007). How and When did Old World Ratsnakes Disperse into the New World? *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43: 173-189.
- Burger, J. (1994). Heavy Metals in Avian Eggshells: Another Excretion Method. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 41: 207-220.
- Burger, J., Gibbons, J.W. (1998). Trace Elements in Egg Contents and Egg Shells of Slider Turtles (*Trachemys scripta*) from Savannah River Site. *Archive of Environmental Contamination and Toxicology*, 34: 382-386.
- Bustard, H.R. (1968). The Egg-Shell of Gekkonid Lizards: A Taxonomic Adjunct. *Copeia*, 1968: 162-164.
- Callard, I.P., Fileti, L.A., Perez, L.E., Sorbera, L.A., Giannoukos, G., Klosterman, L.L., Tsang, P., McCracken, J.A. (1992). Role of the Corpus Luteum and Progesterone in the Evolution of Vertebrate Viviparity. *American Zoologist*, 32: 264-275.

- Calvert, I. (2004). Nutritional Problems. In: Girling SJ, Raiti P (eds.) *BSAVA Manual of Reptiles*. (2. Edition, S. 289- 308). Quedgeley, Gloucester: Blackwell Pub Professional.
- Carpenter, C.C. (1960). Reproduction in Oklahoma *Sceloporus* and *Cnemidophorus*. *Herpetologica*, 16: 175-182.
- Christiansen, J.L. (1973). Natural and Artificially Induced Oviducal and Ovarian Growth in Two Species of *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). *Herpetologica*, 29: 195-204.
- Congdon, J.D., Gibbons, J.W. (1985). Egg Components and Reproductive Characteristics of Turtles: Relationships to Body Size. *Herpetologica*, 41: 194-205.
- Congdon, J.D., Gibbons, J.W., Greene, J.L. (1983a). Parental Investment in the Chicken Turtle (*Deirochelys Reticularia*). *Ecology*, 64: 419-425.
- Congdon, J.D., Tinkle, D.W. (1982). Reproductive Energetics of the Painted Turtle (*Chrysemys picta*). *Herpetologica*, 38: 228-237.
- Congdon, J.D., Tinkle, D.W., Rosen, P.C. (1983b). Egg Components and Utilization During Development in Aquatic Turtles. *Copeia*, 1983: 264-268.
- Congdon, J.D., Vitt, L.J., Hadley, N.F. (1978). Parental Investment: Comparative Reproductive Energetics in Bisexual and Unisexual Lizards, Genus *Cnemidophorus*. *The American Naturalist*, 112: 509-521.
- Cordero-Lopez, N., Morales, M.H. (1995). Lack of Proteins of Oviductal Origin in the Egg of a Tropical Anoline Lizard. *Physiological Zoology*, 68: 512-523.
- Cox, D.L., Koob, T.J., Mecham, R.P. (1984). External Incubation Alters the Composition of Squamate Eggshells. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 79: 481-487.
- Cox, D.L., Mecham, R.P., Sexton, O.J. (1982). Lysine Derived Cross-Links are Present in a Non-Elastin, Proline-Rich Protein Fraction of *Iguana Iguana* Eggs. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 72: 619-623.
- Cuellar, H.S. (1979). Disruption of Gestation and Egg Shelling in Deluteinized Oviparous Whiptail Lizards, *Cnemidophorus uniparens*. *General and Comparative Endocrinology*, 39: 150-157.
- Cuellar, O. (1966). Oviductal Anatomy and Sperm Storage Structures in Lizards. *Journal of Morphology*, 119: 7-19.
- Cuellar, O. (1970). Egg Transport in Lizards. *Journal of Morphology*, 130: 129-135.

- Cusack, M., Fraser, A.C., Stachel, T. (2003). Magnesium and Phosphorus Distribution in the Avian Eggshell. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 134: 63-69.
- Davis, G.K., Mertz, W. (1986). Copper. In: W. Mertz (Hrsg.). *Trace Elements in Human and Animal Nutrition* (Fifth Edition, S. 301-364). Orlando: Academic Press, Inc.
- De Morales, M.H., Vallés, A.M., Baerga-Santini, C. (1987). Studies of the Egg Proteins of Tropical Lizards: Purification and Partial Characterization of Yolk Proteins of *Anolis Pulchellus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 87: 125-236.
- Deeming, D.C., Thompson, M.B. (1991). Gas Exchange Across Reptilian Eggshells. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg.), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 277-284). Cambridge: Cambridge University Press.
- Dennert, C. (2008). *Ernährung von Landschildkröten*. (4. Auflage). Münster: Natur und Tier-Verlag GmbH.
- Dennis, J.S., Xiao, S.-Q., Agarwal, M., Fink, D.J., Heuer, A.H., Caplan, A.I. (1996), Microstructure of Matrix and Mineral Components of Eggshells from White Leghorn Chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228: 287-306.
- Derickson, W.K. (1976). Lipid Storage and Utilization in Reptiles. *American Zoologist*, 16: 711-723.
- Diaz-Paniagua, C., Keller, C., Andreu, A.C. (1996), Clutch Frequency, Egg and Clutch Characteristics and Nesting Activity of Spur-Thighed Tortoises, *Testudo graeca*, in Southwestern Spain. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 560-564.
- Dunson, W.A. (1974). Salt Gland Secretion in a Mangrove Monitor Lizard. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 47: 1245-1255.
- Dunson, W.A. (1982). Low Water Vapor Conductance of Hard-Shelled Eggs of the Gecko Lizards *Hemidactylus* and *Lepidodactylus*. *The Journal of Experimental Zoology*, 219: 377-379.
- Durtsche, R.D. (1995). Foraging Ecology of the Fringe-Toed Lizard, *Uma inornata*, During Periods of High and Low Food Abundance. *Copeia*, 1995: 915-926.
- Duvall, D., Guillette, L.J. Jr., Jones, R.E. (1982), Environmental Control of Reptilian Reproductive Cycles. In: C. Gans and F.J. Pough (Hrsg.), *Biology of the Reptilia*. (S. 201-213). London: Academic Press.
- Eberle, A. (2007). *Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Schlangen*. Dissertation der Veterinärmedizinischen Fakultät der LMU München



- Edgren, R.A. (1960). A Seasonal Change in Bone Density in Female Musk Turtles *Sternotherus odoratus* (Latreille). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1: 213-217.
- Else, P.L., Hulbert, A.J. (1981). Comparison of the “Mammal Machine” and the “Reptile Machine”: Energy Production. *American Journal of Physiology*, 240: R3-R9.
- Elsey, R.M., Wink, C.S. (1986). The Effects of Estradiol on Plasma Calcium and Femoral Bone Structure in Alligators (*Alligator mississippiensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 84: 107-110.
- Erben, K.H. (1970). *Ultrastrukturen und Mineralisation rezenter und fossiler Eischalen bei Vögeln und Reptilien*. Biom mineralisation. Forschungsberichte. Stuttgart, 1: 1-66.
- Evans, J.S. (2003). Principles of Molecular Biology and Biomacromolecular Chemistry. In: P.M. Dove, J.J. De Yoreo, S. Weiner (Hrsg.), *Biom mineralization*. (S. 31-56). Washington: Mineralogical Society of America.
- Evans, L.T. (1959). A Motion Picture Study of Maternal Behavior of the Lizard *Eumeces obsoletus* Baird and Girard. *Copeia*, 1959: 103-110.
- Ferguson, M.W.J., Joanen, T. (1982). Temperature of Egg Incubation Determines Sex in *Alligator Mississippiensis*. *Nature*, 296: 850-853.
- Foote, J.S. (1916). A contribution to the comparative histology of the femur. *Smithsonian Contributions to Knowledge*, 35: 1-242.
- Fox, H. (1977). The Urogenital System of Reptiles. In: C. Gans, T.S. Parson (Hrsg.), *Biology of the Reptilia*. (S. 1-157). New York: Academic Press.
- Fox, W. (1963). Special Tubules for Sperm Storage in Female Lizards. *Nature*, 198: 500-501.
- Fritz, U., Bininda-Emonds, O.P.R. (2007). When Genes Meet Nomenclature: Tortoise Phylogeny and the Shifting Generic Concepts of *Testudo* and *Geochelone*. *Zoology*, 110: 298-307.
- Frye, F.L. (1993). *A Practical Guide for Feeding Captive Reptiles*. Malabar, Florida: Krieger Publishing Company.
- Ganzhorn, D., Licht, P. (1983). Regulation of Seasonal Gonadal Cycles by Temperature in the Painted Turtle, *Chrysemys picta*. *Copeia*, 1983: 347-358.
- Gericke, S., Kurmies, B. (1952). Die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung mit Ammonium-Vanadat-Molybdat und ihre Anwendung in der Pflanzenanalyse. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*, 59 (104): 235-247.

- Gibbons, J.W., Greene, J.L., Patterson, K.K. (1982). Variation in Reproductive Characteristics of Aquatic Turtles. *Copeia*, 1982: 776-784.
- Gibbons, J.W., Nelson, D.H. (1978). The Evolutionary Significance of Delayed Emergence from the Nest by Hatching Turtles. *Evolution*, 32: 297-303.
- Giersberg, H. (1921). Untersuchungen über Physiologie und Histologie des Eileiters der Reptilien und Vögel; nebst einem Beitrag zur Fasergeneese. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, 120: 1-97.
- Girling, J.E. (2002). The Reptilian Oviduct: A Review of Structure and Fuction and Directions for Future Research. *Journal of Experimental Zoology*, 293: 141-170.
- Golubkina, N.A., Papazyan, T.T. (2006). Selenium Distribution in Eggs of Avian Species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 145: 384-388.
- Greer, A.E., Mys, B. (1987), Resurrection of *Lipinia rouxi* (Hediger, 1934) (Reptilia: Lacertilia: Scincidae), Another Skink to Have Lost the Left Oviduct. *Amphibia Reptilia*, 8: 417-418.
- Guillette, L.J. (1991). The Evolution of Viviparity in Amniote Vertebrates: New Insights, New Questions. *Journal of Zoology*, London, 223: 521-526.
- Guillette, L.J., Lavia, L.A., Walker, N.J., Roberts, D.K. (1984). Luteolysis Induced by Prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  in the Lizard, *Anolis carolinensis*. *General and Comparative Endocrinology*, 56: 271-277.
- Guillette, L.J.J., Fox, S.L., Palmer, B.D. (1989). Oviductal Morphology and Egg Shelling in the Oviparous Lizards *Crotaphytus collaris* and *Eumeces obsoletus*. *Journal of Morphology*, 201: 145-159.
- Hambridge, K.M., Casey, C.E., Krebs, N.F. (1986). Zinc. In: W. Mertz (Hrsg.), *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. (Fifth Edition, Vol. 2, S. 1-137). Orlando: Academic Press, Inc.
- Harms, H.K., Paitz, R.T., Bowden, R.M., Janzen, F.J. (2005). Age and Season Impact Resource Allocation to Eggs and Nesting Behavior in the Painted Turtle. *Physiological and Biochemidal Zoology*, 78: 996-1004.
- Harris, E.D., Blount, J.E., Leach, R.M. (1980). Localization of Lysyl Oxidase in Hen Oviduct: Implications in Egg Shell Membrane Formation and Composition. *Science*, 208: 55-56.
- Hasiak, R.J., Vadehra, D.V., Baker, R.C. (1970). Lipid Composition of the Egg Exteriors of the Chicken (*Gallus gallus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 37: 429-435.

- Heinz, G.H., Hoffman, D.J., Gold, L.G. (1989). Impaired Reproduction of Mallards Fed an Organic Form of Selenium. *The Journal of Wildlife Management*, 53 (2): 418-428
- Heinz, G.H., Percival, H.F., Jennings, M.L. (1991). Contaminants in American Alligator Eggs from Lake Apopka, Lake Griffin and Lake Okeechobee, Florida. *Environmental Monitoring and Assessment*, 16: 277-285.
- Hewavisenthi, S., Parmenter, C.J. (2002). Egg Components and Utilization of Yolk Lipids During Development of the Flatback Turtle *Natator depressus*. *Journal of Herpetology*, 36: 43-50.
- Hirsch, K.F. (1983). Contemporary and Fossil Chelonian Eggshells. *Copeia*, 1983: 382-397.
- Hoffman, L.H. (1970). Placentation in the Garter Snake, *Thamnophis sirtalis*. *Journal of Morphology*, 131: 57-88.
- Hofmeyr, M.D. (2004). Egg Production in *Chersina angulata*: An Unusual Pattern in a Mediterranean Climate. *Journal of Herpetology* 38: 172-179.
- Hopkins, W.A., Staub, B.P., Baionno, J.A., Jackson, B.P., Roe, J.H., Ford, N.B. (2004). Trophic and Maternal Transfer of Selenium in Brown House Snakes (*Lampropeltis fuliginosus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 58: 285-293.
- Hurley, L.S., Keen, C.L. (1986). Manganese. In: W. Mertz (Hrsg.) *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. (Fifth Edition, S. 158-223). Orlando: Academic Press, Inc.
- Hutchison, V.H., Dowling, H.G., Vinegar, A. (1996). Thermoregulation in a Brooding Female Indian Python, *Python molurus bivittatus*. *Science*, 151: 694-696.
- Irving, J.T. (1973). Theories of Mineralization of Bone. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 97: 225-236.
- Iverson, J.B. (1992). Correlates of Reproductive Output in Turtles (Order Testudines) *Herpetological Monographs*, 6: 25-42.
- Iverson, J.B., Balgooyen, C.P., Byrd, K.K., Lyddan, K.K. (1993). Latitudinal Variation in Egg and Clutch Size in Turtles. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 2448-2461.
- Iverson, J.B., Ewert, M.A. (1991). Physical Characteristics of Reptilian Eggs and a Comparison with Avian Eggs. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg.) *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 87-100). Cambridge: University Press.

- Jelden, D.C. (1980). Preliminary Studies on the Breeding Biology of *Crocodylus porosus* and *Crocodylus novaeguineae* on the Middle Sepik (Papua New Guinea). *Amphibia-Reptilia*, 1: 353-358.
- Jenkins, N.K. (1975). Chemical Composition of the Eggs of the Crocodile (*Crocodylus novaeguineae*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 51: 891-895.
- Jenkins, N.K., Simkiss, K. (1968). The Calcium and Phosphate Metabolism of Reproducing Reptiles with Particular Reference to the Adder (*Vipera Berus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 26: 865-876.
- Ji, X., Sun, P.-Y., Fu, S.-Y., Zhang, H.-S. (1997a). Utilization of Energy and Nutrients in Incubating Eggs and Post-Hatching Yolk in a Colubrid Snake, *Elaphe Carinata*. *Herpetological Journal*, 7: 7-12.
- Ji, X., Sun, P.-Y., Zhang, H.-S., Fu, S.-Y. (1997b). Incubation and Utilization of Energy and Material During Embryonic Development in Eggs of *Naja naja atra*. *Journal of Herpetology*, 31: 302-306.
- Jönsson, K.I. (1997). Capital and Income Breeding as Alternative Tactics of Resource Use in Reproduction. *Oikos*, 78: 57-66.
- Jones, R.E., Fitzgerald, K.T., Duvall, D., Banker, D. (1979). On the Mechanism of Alternating and Simultaneous Ovulation in Lizards. *Herpetologica*, 35: 132-139.
- Kirkpatrick, D.C., Coffin, D.E. (1975). Trace Metal Content of Chicken Eggs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26: 99-103.
- Klusmeyer, B., Fausten, B. (1994). Haltung und Nachzucht der Bambusotter *Trimeresurus flavomaculatus halieus*. *Salamandra*, 30: 174-184.
- Köhler, G. (2004). *Inkubation von Reptilieneiern: Grundlagen, Anleitungen, Erfahrungen*. (2. überarbeitete Neuauflage). Offenbach: Herpeton.
- Kopsch, G. (2006). *Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Schildkröten*. Dissertation der Veterinärmedizinischen Fakultät der LMU München.
- Kriesten, K., Egge, H., Faust, R. (1979). Lipide in der Eischale von Strauß (*Struthio camelus*). *Experientia*, 35: 1032-1033.
- Kuchling, G. (1999). *The Reproductive Biology of the Chelonia*. Berlin: Springer.
- Lam, J.C.W., Tanabe, S., Chan, S.K.F., Lam, M.H.W., Martin, M., Lam, P.K.S. (2006). Levels of Trace Elements in Green Turtle Eggs Collected From Hong Kong: Evidence of Risks Due to Selenium and Nickel. *Environmental Pollution*, 144: 790-801.

- Lamb, T., Congdon, J.D. (1985). Ash Content: Relationships to Flexible and Rigid Eggshell Types of Turtles. *Journal of Herpetology*, 19: 527-530.
- Lance, V. (1976). Studies on the Annual Reproductive Cycle of the Female Cobra, *Naja naja*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 53: 285-289.
- Lawniczak, C.J., Teece, M.A. (2005). Spatial Mobilization of Calcium and Magnesium from the Eggshell of the Snapping Turtle, *Chelydra serpentina*. *Journal of Herpetology*, 39: 659-664.
- Licht, P. (1984). Reptiles. In: G.E. Lamming (Hrsg), *Marshall's Physiology of Reproduction*. (S. 206-282). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Liesegang, A., Hatt, J.-M., Nijboer, J., Forrer, R., Wanner, M., Isenbügel, E. (2001). Influence of Different Dietary Calcium Levels on the Digestibility of Ca, Mg, and P in Captive-born Juvenile Galapagos Giant Tortoises (*Geochelone nigra*). *Zoo Biology*, 20: 367-374.
- Litzgus, J.D., Mousseau, T.A. (2003). Multiple Clutching in Southern Spotted Turtles, *Clemmys guttata*. *Journal of Herpetology*, 37: 17-23.
- Lloyd, M.L. (1990). *Reptilian Dystocias Review: Causes, Prevention, Management and Comments on the Synthetic Hormone Vasotocin*. Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians.
- Lourdais, O., Bonnet, X., Shine, R., Taylor, E. (2003). When Does a Reproducing Female Viper "Decide" on Her Litter Size? *Journal of Zoology (London)*, 259: 123-129.
- Lourdais, O., Brischoux, F., DeNardo, D., Shine, R. (2004). Protein Catabolism in Pregnant Snakes (*Epicrates cenchria maurus* Boidae) Compromises Musculature and Performance After Reproduction. *Journal of Comparative Physiology B*, 174: 383-391.
- Mader, D.R. (2006). *Reptile Medicine and Surgery*. (2. Edition). St. Louis: Saunders Elsevier.
- Madsen, T., Shine, R. (2000). Energy Versus Risk: Costs of Reproduction in Free-ranging Pythons in Tropical Australia. *Australian Ecology*, 25: 670-675.
- Magnusson, W.E., Lima, A.P., Sampaio, R.M. (1985). Sources of Heat for Nests of *Paleosuchus trigonatus* and Review of Crocodylian Nest Temperatures. *Journal of Herpetology*, 19: 199-207.
- Malone, C.L., Wheeler, T., Taylor, J.F., Davis, S.K. (2000). Phylogeography of the Caribbean Rock Iguana (*Cyclura*): Implications for Conservation and Insights on the Biogeographic History of the West Indies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 17: 269-279.

- Marlen, M.D., Fischer, R.U. (1999). Parental Investment in the Red-Eared Slider Turtle, *Trachemys scripta elegans*. *Journal of Herpetology*, 33: 306-309.
- McKeown, S., Juvik, J.O., Meier, D.E. (1982). Observations on the Reproductive Biology of the Land Tortoises *Geochelone emys* and *Geochelone yniphora* in the Honolulu Zoo. *Zoo Biology*, 1: 223-235.
- McWilliams, D.A. (2005). Nutrition Research on Calcium Homeostasis. I. Lizards (With Recommendations). *International Zoo Yearbook*, 39: 69-77.
- Meek, R. (1984). Thermoregulatory Behaviour in a Population of Hermann's Tortoise (*Testudo hermanni*) in Southern Yugoslavia. *British Journal of Herpetology*, 6: 387-391.
- Mora, M.A. (2003). Heavy Metals and Metalloids in Egg Contents and Eggshell of Passerine Birds from Arizona. *Environmental Pollution*, 125: 393-400.
- Mos, J., unveröffentlicht, persönliche Mitteilung zu:  
 Mos, J., Erinkveld, J., Kuiper, D., Huisman, T.R. (2005). Reptilian Egg Composition: Gross Energy and Nutrient Content of Reptilian Eggs. *Abstract Book of the Fourth Zoo Nutrition Meeting Leipzig*.
- Mueller, W.J., Leach, R.M. Jr. (1974). Effects of Chemicals on Egg Shell Formations. *Annual Reviews of Pharmacology*, 14: 289-303.
- Nagle, R.D., Plummer, M.V., Congdon, J.D., Fischer, R.U. (2003). Parental Investment, Embryo Growth and Hatchling Lipid Reserves in Softshell Turtles (*Apalone mutica*) from Arkansas. *Herpetologica*, 59: 145-154.
- Newlin, M.E. (1977). Reproduction in the Bunch Grass Lizard, *Sceloporus scalaris*. *Herpetologica*, 32: 171-184.
- Nys, Y., Hincke, M.T., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M., Solomon, S.E. (1999). Avian Eggshell Mineralization (Review). *Poultry and Avian Biology*, 10: 143-166.
- Osborne, L., Thompson, M.B. (2005). Chemical Composition and Structure of the Eggshell of Three Oviparous Lizards. *Copeia*, 2005 (3): 683-692.
- Packard, G.C. (1999). Water Relations of Chelonian Eggs and Embryos: Is Wetter Better? *American Zoologist*, 39: 289-303.
- Packard, G.C., Packard, M.J. (1988a). The Physiological Ecology of Reptilian Eggs and Embryos. In: C. Gans, R.B. Huey (Hrsg.), *Biology of the Reptilia, Volume 16 – Ecology*. (S. 523-605). New York: Alan R. Liss.

- Packard, G.C., Tracy, C.R., Roth, J.J. (1977). The Physiological Ecology of Reptilian Eggs and Embryos and the Evolution of Viviparity within the Class Reptilia. *Biological Reviews*, 52: 71-105.
- Packard, M.J. (1980). Ultrastructural Morphology of the Shell and Shell Membrane of Eggs of Common Snapping Turtles (*Chelydra serpentina*). *Journal of Morphology*, 165: 187-204.
- Packard, M.J., Burns, L.K., Hirsch, K.F., Packard, G.C. (1982). Structure of Shells of Eggs of *Callisaurus draconoides* (Reptilia, Squamata, Iguanidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 75: 297-316.
- Packard, M.J., DeMarco, V.D. (1991). Eggshell Structure and Formation in Eggs of Oviparous Reptiles. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg.), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 53-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Packard, M.J., Iverson, J.B., Packard, G.C. (1984). Morphology of Shell Formation in Eggs of the Turtle *Kinosteron flavescens*. *Journal of Morphology*, 181: 21-28.
- Packard, M.J., Packard, G.C. (1979). Structure of the Shell and Tertiary Membranes of Eggs of Softshell Turtles (*Trionyx spiniferus*). *Journal of Morphology*, 159: 131-144.
- Packard, M.J., Packard, G.C. (1988). Sources of Calcium and Phosphorus During Embryogenesis in Bullsnares (*Pituophis melanoleucus*). *The Journal of Experimental Zoology*, 246: 132-138.
- Packard, M.J., Packard, G.C. (1989). Mobilization of Calcium, Phosphorus and Magnesium by Embryonic Alligators (*Alligator mississippiensis*). *American Journal of Physiology*, 257: R1541-1547.
- Packard, M.J., Packard, G. (1991a). Patterns of Mobilization of Calcium, Magnesium, and Phosphorus by Embryonic Yellow-headed Blackbirds (*Xanthocephalus xanthocephalus*). *Journal of Comparative Physiology Part B*, 160: 649-654.
- Packard, M.J., Packard, G.C. (1991b). Sources of Calcium, Magnesium and Phosphorus for Embryonic Softshell Turtles (*Trionyx spiniferus*). *The Journal of Experimental Zoology*, 258: 515-517.
- Palmer, B.D., DeMarco, V.G., Guillette, L.J. Jr. (1993). Oviductal Morphology and Eggshell Formation in the Lizard, *Sceloporus woodi*. *Journal of Morphology*, 217: 205-217.
- Palmer, B.D., Guillette, L.J. Jr. (1988). Histology and Functional Morphology of the Female Reproductive Tract in the Tortoise *Gopherus polyphemus*. *The American Journal of Anatomy*, 183: 200-211.

- Palmer, B.D., Guillette, L.J. Jr. (1990). Morphological Changes in the Oviductal Endometrium During the Reproductive Cycle of the Tortoise, *Gopherus polyphemus*. *Journal of Morphology*, 204: 323-333.
- Palmer, B.D., Guillette, L.J. Jr. (1991). Oviductal Proteins and Their Influence on Embryonic Development in Birds and Reptiles. In: D.C. Deeming, M.W.J. Ferguson (Hrsg). *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. (S. 29-46). Cambridge: Cambridge University Press.
- Palmer, B.D., Guillette, L.R. Jr. (1992). Alligators Provide Evidence for the Evolution of an Archosaurian Mode of Oviparity. *Biology of Reproduction*, 46: 39-47.
- Parker, W.S., Brown, W.S. (1972). Telemetric Study of Movements and Oviposition of Two Female *Masticophis t. taeniatus*. *Copeia*, 1972: 892-895.
- Phillott, A.D., Parmenter, C.J., McKillup, S.C. (2006). Calcium Depletion of Eggshell After Fungal Invasion of Sea Turtle Eggs. *Chelonian Conservation and Biology*, 5: 146-149.
- Pough, F.H. (1973). Lizard Energetics and Diet. *Ecology*, 54: 837-844.
- Rand, A.S., Dugan, B. (1983). Structure of Complex Iguana Nests. *Copeia*, 1983: 705-711.
- Reading, C.J. (2004). The Influence of Body Condition and Prey Availability on Female Breeding Success in the Smooth Snake (*Coronella austriaca*, Laurenti). *Journal of Zoology*, 264: 61-67.
- Ricklefs, R.E. (1977). Composition of Eggs of the Diamondback Terrapin. *American Midland Naturalist*, 97: 232-235.
- Romanoff, A.L., Romanoff, A. (1949), *The Avian Egg*. New York: Wiley.
- Roosenburg, W.M., Dennis, T. (2005). Egg Component Comparisons Within and Among Clutches of the Diamondback Terrapin, *Malaclemmys terrapin*. *Copeia*, 2005: 417-423.
- Rubilar, O.E., Healy, M.G., Healey, A. (2006). Bioprocessing of Avian Eggshells and Eggshell Membranes Using Lactic Acid Bacteria. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81: 900-911.
- Rucker, R.B., Murray, J. (1978). Cross-Linking Amino Acids in Collagen and Elastin. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 31: 1221-1236.
- Sá e Sant'Anna, S., de Souza, D.A., Marques de Araujo, D., de Freitas Carvalho, C., Yoshida, M.I. (2008). Physico-chemical Analysis of Flexible Polyurethane Foams Containing Commercial Calcium Carbonate. *Materials Research*, 11 (4): 433-438.



- Sahoo, G., Sahoo, R.K., Mohanty-Hejmadi, P. (1998). Calcium Metabolism in Olive Ridley Turtle Eggs During Embryonic Development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 121: 91-97.
- Sanpera, C., Morera, M., Crespo, S., Ruiz, X., Jover, L. (1997). Trace Elements in Clutches of Yellow-Legged Gulls, *Larus cachinnans*, from the Medes Islands, Spain. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 59: 757-762.
- Santos, X., Arenas, C., Llorente, G., Ruiz, X. (2007). Exploring the Origin of Egg Protein in an Oviparous Water Snake (*Natrix maura*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 147: 165-172.
- Santos, X., Llorente, G.A. (2004) Lipid Dynamics in the Viperine Snake, *Natrix maura*, from the Ebro Delta (NE Spain). *Oikos*, 105: 132-140.
- Sarkar, S., Sarkar, N.K., Das, P. (1996). Photothermal Effects on Ovarian Growth and Function in the Soft-Shell Turtle *Lissemys punctata punctata*. *Journal of Experimental Zoology*, 274: 41-55.
- Schleich, H.H., Kästle, W. (1988). *Reptile Egg Shells*, SEM-Atlas. Stuttgart, New York: Fischer.
- Schmidt, W.J. (1929). Die Kalkschale des Sauropsideneis als geformtes Sekret. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 14: 400-420.
- Schmidt, W.J. (1943). Über den Aufbau der Kalkschale bei den Schildkröten-Eiern. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 40: 1-16.
- Schneemeier, C.E. (2008). *Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Echsen*. Dissertation der Veterinärmedizinischen Fakultät der LMU München.
- Schweitzer, M.H., Elsey, R.M., Dacke, C.G., Horner, J.R., Lamm, E.-T. (2007). Do Egg-Laying Crocodilian (*Alligator mississippiensis*) Archosaur Form Medullary Bone? *Bone*, 40: 1152-1158.
- Scott, D.E., Fischer, R.U., Congdon, J.D., Busa, S.A. (1995). Whole Body Lipid Dynamics and Reproduction in the Eastern Cottonmouth, *Agkistrodon piscivorus*. *Herpetologica*, 51: 472-487.
- Seidel, M.E., Smith, H.M. (1986). *Chrysemys, Pseudemys, Trachemys* (Testudines: Emydidae): Did Agassiz Have it Right? *Herpetologica*, 42: 242-248.
- Sever, D.M., Hamlett, W.C. (2002). Female Sperm Storage in Reptiles. *Journal of Experimental Zoology*, 292: 187-199.

- Sexton, O.J., Bramble, J.E., Heisler, I.L., Phillips, C.A., Cox, D.L. (2005). Eggshell Composition of Squamate Reptiles: Relationship between Eggshell Permeability and Amino Acid Distribution. *Journal of Chemical Ecology*, 31: 2391-2401.
- Sexton, O.J., Veith, G.M., Phillips, D.M. (1979). Ultrastructure of the Eggshell of Two Species of Anoline Lizards. *Journal of Experimental Zoology*, 207: 227-236.
- Shine, R. (1980). "Costs" of Reproduction in Reptiles. *Oecologica (Berl.)*, 46: 92-100.
- Shine, R. (1983). Reptilian Reproductive Modes: The Oviparity-Viviparity Continuum. *Herpetologica*, 39: 1-8.
- Shine, R., Madsen, T. (1997). Prey Abundance and Predator Reproduction: Rats and Pythons on a Tropical Floodplain. *Ecology*, 78: 1078-1086.
- Silyn-Roberts, H., Sharp, R.M. (1986). Crystal Growth and the Role of the Organic Network in Eggshell Biomineralization. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 227: 303-324.
- Simkiss, K. (1962). The Sources of Calcium for the Ossification of the Embryos of the Giant Leathery Turtle. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 7: 71-79.
- Simkiss, K. (1967). *Calcium in Reproductive Physiology*. New York: Reinhold.
- Smith, C.C., Fretwell, S.D. (1974). The Optimal Balance between Size and Number of Offspring. *The American Naturalist*, 108: 499-506.
- Solomon, S.E., Baird, T. (1976). Studies on the Egg Shell (Oviducal and Oviposited) of *Chelonia mydas* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 22: 145-160.
- Somma, L.A., Fawcett, J.D. (1989). Brooding Behaviour of the Prairie Skink, *Eumeces septentrionalis*, and its Relationship to the Hydric Environment of the Nest. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 95: 245-256.
- Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (2000). *Food Composition and Nutrition Tables/Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen/La Composition des Aliments Tableaux des Valeurs Nutrives*. Stuttgart: Medpharm.
- Speake, B.K., Thompson, M.B. (1999). Comparative Aspects of Yolk Lipid Utilisation in Birds and Reptiles. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10: 181-211.
- Spencer, R.-J., Thompson, M.B., Hume, I.D. (1998). The Diet and Digestive Energetics of an Australian Short-Necked Turtle, *Emydura macquarii*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 121: 341-349.

- Spinks, P.Q., Shaffer, H.B., Iverson, J.B., McCord, W.P. (2004). Phylogenetic Hypotheses for the Turtle Family *Geoemydidae*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32: 164-182.
- Stamps, J.A. (1976). Egg Retention, Rainfall and Egg Laying in a Tropical *Anolis aeneus*. *Copeia*, 1976: 759-764.
- Stephens, P.R., Wiens, J.J. (2003). Ecological Diversification and Phylogeny of Emydid Turtles. *Biological Journal of the Linnean Society*, 79: 577-610.
- Suzuki, N.K. (1963). Studies on the Osseous System of the Slider Turtle. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 109: 351-410.
- Thompson, M.B., Lindsay, L.A., Herbert, J.F., Murphy, C.R. (2007). Calcium ATPase Expression in the Oviducts of the Skink, *Lampropholis guichenoti*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 147: 1090-1094.
- Thompson, M.B., Russel, K.J. (1998). Metabolic Cost of Development in One of the World's Smallest Lizard Eggs: Implications for Physiological Advantages of the Amniote Egg. *Copeia*, 1998 (4): 1016-1020.
- Thompson, M.B., Speake, B.K. (2003). Energy and Nutrient Utilisation by Embryonic Reptiles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 133: 529-538.
- Thompson, M.B., Speake, B.K. (2004). Egg Morphology and Composition. In: D.C. Deeming (Hrsg.), *Reptilian Incubation. Environment, Evolution and Behaviour*. (S. 45-74). Nottingham: University Press.
- Thompson, M.B., Speake, B.K., Russell, K.J., McCartney, R.J. (2001). Utilisation of Lipids, Protein, Ions and Energy During Embryonic Development of Australian Oviparous Skinks in the Genus *Lampropholis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 129: 313-326.
- Thompson, M.B., Speake, B.K., Russell, K.J., McCartney, R.J., Surai, P.F. (1999). Changes in Fatty Acid Profiles and in Protein, Ion and Energy Contents of Eggs of the Murray Short-necked Turtle, *Emydura macquarii* (Chelonia, Pleurodira) During Development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 122: 75-84.
- Thorbjarnarson, J.B., Hernández, G. (1983). Reproductive Ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting Ecology and Egg and Clutch Relationship. *Journal of Herpetology*, 27: 363-370.
- Tyler, C., Geake, F.H. (1953). Studies on Egg Shells. I. - The Determination of Membrane-, Pore- and Matrix-Protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 4: 261-266.

- Uetz, P. et al., (2008, 05.09.). The Reptile Database. URL <http://www.reptile-database.org>.
- Uetz, P. et al., (2009, 11.03.). The Reptile Database. URL <http://www.reptile-database.org>.
- United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2008, 22.10., 14:49). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21. Nutrient Data Laboratory Home Page. URL <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- United States Department of the Interior, 1998. *Guidelines for Interpretation of the Biological Effects of Selected Constituents in Biota, Water, and Sediment, Selenium*. National Irrigation Water Quality Program Information Report 3. Bureau of Reclamation, Denver.
- Van Mierop, L.H.S., Barnard, S.M. (1978). Further Observations on Thermoregulation in the Brooding Female *Python molurus bivittatus* (Serpentes: Boidae). *Copeia*, 1978: 615-621.
- Vieira, S.L. (2007). Chicken Embryo Utilization of Egg Micronutrients. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 9: 1-8.
- Vinegar, A., Hutchison, V.H., Dowling, H.G. (1970). Metabolism, Energetics and Thermoregulation During Brooding of Snakes of the Genus Python (Reptilia, Boidae). *Zoologica*, 55: 19-48.
- Vitt, L.J. (1986). Reproductive Tactics of Sympatric Gekkonid Lizards with a Comment on the Evolutionary and Ecological Consequences of Invariant Clutch Size. *Copeia*, 1986 (3): 773-786.
- Vitt, L.J., Cooper, W.E. Jr. (1985). The Relationship between Reproduction and Lipid Cycling in the Skink *Eumeces laticeps* with Comments on Brooding Ecology. *Herpetologica*, 41: 419-432.
- Vogel, J.J., Boyan-Salyers, B.D. (1976). Acidic Lipids Associated with the Local Mechanism of Calcification. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 118: 230-241.
- Wang, T., Zaar, M., Arvedsen, S., Vedel-Smith, C., Overgaard, J. (2003). Effects of Temperature on the Metabolic Response to Feeding in *Python molurus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 133: 519-527.
- Warner, D.A., Andrews, R.M. (2002). Nest-Site Selection in Relation to Temperature and Moisture by the Lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica*, 58: 399-407.
- Warner, D.A., Andrews, R.M. (2003). Consequences of Extended Egg Retention in the Eastern Fence Lizard (*Sceloporus undulatus*). *Journal of Herpetology*, 37: 309-314.

- Wasserman, R.H., Smith, C.A., Smith, C.M., Brindak, M.E., Fullmer, C.S., Krook, L., Penniston, J.T., Kumar, R. (1991). Immunohistochemical Localization of a Calcium Pump and Calbindin-D<sub>28k</sub> in the Oviduct of the Laying Hen. *Histochemistry*, 96: 413-418.
- Webb, G.J.W., Messel, H., Magnusson, W. (1977). The Nesting of *Crocodylus porosus* in Arnhem Land, Northern Australia. *Copeia*, 1977: 238-249.
- Weiner, S., Dove, P.M. (2003). An Overview of Biomineralization Processes and the Problem of the Vital Effect. In: P.M. Dove, J.J. De Yoreo, S. Weiner (Hrsg.), *Biomineralization*. (S. 1-29). Washington: Mineralogical Society of America.
- Wilhoft, D.C. (1986). Eggs and Hatchling Components of the Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 84: 483-486.
- Williamson, M.P. (1994). The Structure and Function of Proline-Rich Regions in Proteins. *Biochemical Journal*, 297: 249-260.
- Wink, C.S., Elsey, R.M. (1986). Changes in Femoral Morphology During Egg-laying in *Alligator mississippiensis*. *Journal of Morphology*, 189: 183-188.
- Wink, C.S., Elsey, R.M. (1994). Morphology of Shells from Viable and Nonviable Eggs of the Chinese Alligator (*Alligator sinensis*). *Journal of Morphology*, 222: 103-110.
- Wink, C.S., Elsey, R.M., Bouvier, M. (1990). Porosity of Eggshells from Wild and Captive, Pen-Reared Alligators (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Morphology*, 203: 35-39.
- Wink, C.S., Elsey, R.M., Hill, E.M. (1987). Changes in Femoral Robusticity and Porosity During the Reproductive Cycle of the Female Alligator (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Morphology*, 193: 317-321.
- Witten, G.J. (1994). Taxonomy of Pogona (Reptilia: *Lacertilia*: *Agamidae*). *Memoirs of the Queensland Museum*, 37 (1): 329-343.
- Woodall, P.F. (1984). The Structure and Some Functional Aspects of the Eggshell of the Broad-Shelled River Tortoise *Chelodina expansa* (Testudina: Chelidae). *Australian Journal of Zoology*, 32: 7-14.
- Yasukawa, Y., Hirayama, R., Hikida, T. (2001). Phylogenetic Relationships of Geoemydine Turtles (Reptilia: *Bataguridae*). *Current Herpetology*, 20: 105-133.
- York, D.S., Burghardt, G.M. (1988). Brooding in the Malayan Pit Viper, *Calloselasma Rhodostoma*: Temperature, Relative Humidity and Defensive Behaviour. *Copeia*, 1988 (1): 210-214.

Zamani, A., Rahmani, H.R., Pourezza, H.R. (2005). *Eggshell Quality is Improved by Excessive Dietary Zinc and Manganese*. Proceedings of the 15<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition, Balanfured, Hungary 25-29 September 2005.

## 9 Anhang

### Anhang 1

### Übersicht der untersuchten Gelege aus physiologischer Eiablage

**Tabelle 9-1:** Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Landschildkrötenspezies

Spezies	Proben- Nummer	Eier/ Gelege	Gelege- Nummer	Herkunfts- Betrieb	Tier	Lege- jahr	Zucht- erfolg
<i>Testudo hermanni</i>	ESK 001 – 004	4	1	A	1	2006	ja
	ESK 005 – 010	6	2	A	2	2006	ja
	ESK 011 – 017	7	3	A	2	2006	ja
	ESK 018 – 020	3	4	A	3	2006	ja
	ESK 021 – 024	4	5	A	3	2006	ja
	ESK 090 – 092	3	6	A	2	2006	ja
	ESK 190 – 195	6	7	A	N/K	2005	ja
	ESK 217 – 221	5	8	A	N/K	2007	ja
	ESK 276 – 285	10	9	A	2	2007	ja
	ESK 286 – 291	6	10	A	2	2007	ja
	ESK 292 – 296	5	11	A	3	2007	ja
	ESK 025 – 028	4	12	B		2006	ja
	ESK 098 – 100	3	13	C		n.b.	ja
	ESK 177 - 178	2	16	D		2006	nein
	ESK 271 – 275	5	18	D		2007	nein
	ESK 125 – 127	3	14	N/K		2005	N/K
	ESK 132	1	15	N/K		2005	N/K
	ESK 179 – 183	5	17	N/K		2006	N/K
<i>Testudo graeca</i>	ESK 128 – 130 ESK 134 – 135	5	1	N/K		2005	N/K
	ESK 184 – 189	6	2	E		2007	ja
	ESK 212 – 216	5	3	E		2007	ja
	ESK 222 – 226	5	4	E		2007	ja
	ESK 266 – 270	5	5	E		2007	ja
	ESK 297 – 300	4	6	A		2007	ja
<i>Testudo marginata</i>	ESK 137	1	1	N/K		2005	N/K
	ESK 227 – 235	9	2	F		2007	ja
	ESK 236 – 240	5	3	F		2007	ja
<i>Testudo kleinmanni</i>	ESK 037 – 039	3	1	C		2006	ja
<i>Testudo horsfieldii</i>	ESK 131, 133, 136	3	1	N/K		2005	N/K
<i>Geochelone sulcata</i>	ESK 241 – 265	25	1	G		2006	ja

**Tabelle 9-2:** Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies

Spezies		Eier/ Gelege	Gelege- Nummer	Herkunfts- Betrieb	Lege- jahr	Zuchterfolg
<i>Trachemys scripta elegans</i>	ESK 048 – 060	13	1	H	2006	ja
	ESK 061 – 070	10	2	H	2006	ja
	ESK 071 – 073	3	3	H	2006	ja
	ESK 074 – 089	16	4	H	2006	ja
	ESK 301 – 312	12	7	H	2007	ja
	ESK 138 – 146	9	5	N/K	2005	N/K
	ESK 147 (1-3) ESK 148 (1-2)	5	6	N/K	2005	N/K
<i>Trachemys scripta scripta</i>	ESK 154 – 160	7	1	I	2006	N/K
<i>Pseudemys spp.</i>	ESK 043 – 044	2	1	C	2006	ja
	ESK 161 – 167	7	2	N/K	2006	N/K
	ESK 170 – 174	5	3	N/K	2006	N/K

**Tabelle 9-3:** Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies

Spezies		Eier/ Gelege	Gelege- Nummer	Herkunfts- Betrieb	Lege- jahr	Zuchterfolg
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	ESK 029	1	1	C	2006	ja
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	ESK 030 – 032	3	2	C	2006	ja
<i>Rhinoclemmys pulcherrima rogerbarbouri</i>	ESK 033 – 035	3	3	C	2006	ja
<i>Rhinoclemmys pulcherrima manni</i>	ESK 036	1	4	C	2006	ja

**Tabelle 9-4:** Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Schlangenspezies

Spezies		Eier/ Gelege	Gelege- Nummer	Herkunfts- Betrieb	Lege- jahr	Zuchterfolg
<i>Pantherophis guttatus</i>	ES008 – 022	15	1	J	2006	ja
	ES037 – 038	2	2	N/K	2005	N/K
	ES039 – 041	3	3	N/K	n.b.	N/K
	ES042	1	4	N/K	2005	N/K
	ES061 – 081	21	5	N/K	2005	N/K
	ES082 - 086	5	6	N/K	2005	N/K
<i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i>	ES001 – 006	6	1	B	2006	ja
<i>Gonyosoma oxycephala</i>	ES088 – 090	3	1	J	2007	ja
<i>Naja mossambica</i>	ES047 – 060	14	1	C	2006	ja
<i>Python regius</i>	ES046	1	1	N/K	2005	N/K



**Tabelle 9-5:** Übersicht der untersuchten Gelege verschiedener Echsenspezies

<i>Spezies</i>		<b>Eier/ Gelege</b>	<b>Gelege- Nummer</b>	<b>Herkunfts- Betrieb</b>	<b>Lege- jahr</b>	<b>Zuchterfolg</b>
<i>Pogona vitticeps</i> <sup>1</sup>	EE 013-016	14	1	K	2006	N/K
	EE 027 – 030	18	2	N/K	2006	N/K
	EE 031 – 034	16	3	N/K	2005	N/K
	EE 035 – 043	9	4	N/K	2005	N/K
	EE 044 – 050	22	5	K	2006	N/K
	EE 065 – 066	4	6	N/K	2006	N/K
<i>Iguana iguana</i>	EE 077 – 105	29	1	N/K	2007	N/K
<i>Sauromalus</i>	EE 001 – 004	4	1	C	2006	ja
<i>Cyclura cornuta</i>	EE 011 – 012	2	1	L	2006	ja
<i>Varanus salvator cumingi</i>	EE 009 – 010	2	1	C	N/K	ja

<sup>1</sup> Proben gepoolt

**Tabelle 9-6:** Untersuchtes Gelege eines Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*)

<b>Spezies</b>		<b>Eier/ Gelege</b>	<b>Gelege- Nummer</b>	<b>Quelle</b>	<b>Lege- jahr</b>	<b>Zuchterfolg</b>
<i>Crocodylus johnsoni</i>	EE075 – 076	2	1	N/K	N/K	N/K

## Anhang 2

### Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei aus physiologischer Eiablage

**Tabelle 9-7:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<i>Testudo hermanni</i>	ESK 001	21,17	11,67	88,33	0,13	33,16	31,76	68,24	0,47
	ESK 002	20,09	11,95	88,05	0,14	34,79	31,48	68,52	0,46
	ESK 003	20,69	11,84	88,16	0,13	34,26	30,89	69,11	0,45
	ESK 004	21,63	11,79	88,21	0,13	33,51	31,18	68,82	0,45
	ESK 005	13,95	10,90	89,10	0,12	36,92	25,24	74,76	0,34
	ESK 006	18,39	9,84	90,16	0,11	31,87	27,47	72,53	0,38
	ESK 007	17,88	12,36	87,64	0,14	32,71	31,29	68,71	0,46
	ESK 008	17,61	11,81	88,19	0,13	33,28	30,38	69,62	0,44
	ESK 009	19,06	9,60	90,40	0,11	30,75	26,96	73,04	0,37
	ESK 010	18,55	9,70	90,30	0,11	31,05	27,60	72,40	0,38
	ESK 011	16,05	11,21	88,79	0,13	32,34	29,48	70,52	0,42
	ESK 012	17,22	10,28	89,72	0,11	31,36	28,70	71,30	0,40
	ESK 013	19,78	10,47	89,53	0,12	31,34	28,55	71,45	0,40
	ESK 014	17,79	10,79	89,21	0,12	33,22	28,09	71,91	0,39
	ESK 015	17,75	11,15	88,85	0,13	32,45	29,34	70,66	0,42
	ESK 016	17,65	10,42	89,58	0,12	31,90	28,24	71,76	0,39
	ESK 017	18,62	10,31	89,69	0,11	31,21	29,09	70,91	0,41
	ESK 018	24,47	10,01	89,99	0,11	31,63	27,65	72,35	0,38
	ESK 019	22,66	10,55	89,45	0,12	32,39	27,25	72,75	0,37
	ESK 020	25,10	9,80	90,20	0,11	29,49	28,10	71,90	0,39
	ESK 021	23,56	10,31	89,69	0,12	31,62	28,45	71,55	0,40
	ESK 022	23,77	10,35	89,65	0,12	31,13	28,92	71,08	0,41
	ESK 023	23,83	10,28	89,72	0,11	29,42	30,10	69,90	0,43
	ESK 024	24,34	10,23	89,77	0,11	30,20	28,84	71,16	0,41

**Fortsetzung von Tabelle 9-7:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies	uS				TS				
	Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	
	g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei		
	ESK 090	16,42	11,14	88,86	0,13	30,94	31,30	68,70	0,46
	ESK 091	16,70	10,78	89,22	0,12	31,62	29,55	70,45	0,42
	ESK 092	15,86	11,66	88,34	0,13	32,66	29,92	70,08	0,43
	ESK 190								
	ESK 191	16,96	11,50	88,50	0,13	35,61	28,15	71,85	0,39
	ESK 192	19,28	10,53	89,47	0,12	33,45	27,29	72,71	0,38
	ESK 193	18,17	11,01	88,99	0,12	34,68	28,09	71,91	0,39
	ESK 194	18,52	12,04	87,96	0,14	35,42	28,96	71,04	0,41
	ESK 195								
	ESK 217	19,20	11,82	88,18	0,13	32,34	31,24	68,76	0,45
	ESK 218						30,14	69,86	0,43
	ESK 219	19,32	11,85	88,15	0,13	31,26	32,28	67,72	0,48
	ESK 220	20,32	12,16	87,84	0,14	31,94	32,82	67,18	0,49
	ESK 221	19,95	11,03	88,97	0,12	30,73	31,16	68,84	0,45
	ESK 276	12,84	15,84	84,16	0,19	44,14	31,58	68,42	0,46
	ESK 277	14,00	15,90	84,10	0,19	44,11	31,50	68,50	0,46
	ESK 278	13,30	15,39	84,61	0,18	44,23	31,03	68,97	0,45
	ESK 279	13,93	15,14	84,86	0,18	43,32	30,75	69,25	0,44
	ESK 280	14,05	15,11	84,89	0,18	41,39	32,24	67,76	0,48
	ESK 281	13,07	14,90	85,10	0,18	42,64	30,10	69,90	0,43
	ESK 282	11,14	17,76	82,24	0,22	48,83	30,89	69,11	0,45
	ESK 283	14,49	14,57	85,43	0,17	42,07	30,66	69,34	0,44
	ESK 284	15,79	13,73	86,27	0,16	38,92	30,91	69,09	0,45
	ESK 285	16,65	12,71	87,29	0,15	36,33	30,95	69,05	0,45
	ESK 286	13,85	15,74	84,26	0,19	42,92	32,81	67,19	0,49
	ESK 287	13,28	15,39	84,61	0,18	42,08	32,49	67,51	0,48
	ESK 288	11,88	16,48	83,52	0,20	41,02	34,51	65,49	0,53
	ESK 289	13,88	15,22	84,78	0,18	41,20	32,87	67,13	0,49
	ESK 290	12,27	16,82	83,18	0,20	40,98	35,43	64,57	0,55
	ESK 291	13,29	14,72	85,28	0,17	41,57	30,84	69,16	0,45
	ESK 292	17,40	14,09	85,91	0,16	41,03	29,81	70,19	0,42
	ESK 293	18,04	13,10	86,90	0,15	38,31	29,88	70,12	0,43

**Fortsetzung von Tabelle 9-7:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies		uS			S: I	TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt		Gesamtei	Schale	Inhalt	
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
	ESK 294	17,44	14,43	85,57	0,17	40,69	30,61	69,39	0,44
	ESK 295	16,82	13,87	86,13	0,16	41,00	29,14	70,86	0,41
	ESK 296	16,69	13,56	86,44	0,16	41,31	28,65	71,35	0,40
	ESK 025	22,59	12,66	87,34	0,14	30,90	37,96	62,04	0,61
	ESK 026	22,25	13,03	86,97	0,15	30,65	39,00	61,00	0,64
	ESK 027	21,68	11,85	88,15	0,13	30,49	35,71	64,29	0,56
	ESK 028	25,07	12,80	87,20	0,15	30,12	36,82	63,18	0,58
	ESK 098	14,14	16,27	83,73	0,19	37,76	37,64	62,36	0,60
	ESK 099	15,58	15,21	84,79	0,18	34,41	39,36	60,64	0,65
	ESK 100	14,48	16,37	83,63	0,20	36,47	40,53	59,47	0,68
	ESK 125	18,50	13,62	86,38	0,16	30,92	36,19	63,81	0,57
	ESK 126	18,77	13,00	87,00	0,15	30,59	35,88	64,12	0,56
	ESK 127	16,75	13,79	86,21	0,16	33,49	35,29	64,71	0,55
	ESK 132	11,29	14,26	85,74	0,17	30,64	37,58	62,42	0,60
	ESK 271	16,48	12,14	87,86	0,14	28,24	37,16	62,84	0,59
	ESK 272	15,10	12,65	87,35	0,14				
	ESK 273	13,85	13,21	86,79	0,15	27,17	40,80	59,20	0,69
	ESK 274	16,26	11,93	88,07	0,14	26,77	38,59	61,41	0,63
	ESK 275	17,41	12,58	87,42	0,14	27,69	38,64	61,36	0,63
<b><i>Testudo graeca</i></b>	ESK 128	15,57	13,68	86,32	0,16	29,09	41,28	58,72	0,70
	ESK 129	15,69	14,85	85,15	0,17	29,25	43,79	56,21	0,78
	ESK 130	16,53	14,16	85,84	0,16	28,49	41,83	58,17	0,72
	ESK 134	16,36	14,00	86,00	0,16	29,10	41,17	58,83	0,70
	ESK 135	17,00	14,18	85,82	0,17	28,82	41,43	58,57	0,71
	ESK 184	17,85	12,32	87,68	0,14	29,75	35,60	64,40	0,55
	ESK 185	16,53	13,01	86,99	0,15	30,67	36,88	63,12	0,58
	ESK 186	16,35	12,42	87,58	0,14	31,99	34,03	65,97	0,52
	ESK 187	17,00	12,76	87,24	0,15	30,65	36,08	63,92	0,56
	ESK 188	17,38	12,95	87,05	0,15	31,30	36,58	63,42	0,58
	ESK 189	16,05	12,65	87,35	0,14	31,65	35,43	64,57	0,55

**Fortsetzung von Tabelle 9-7:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies	uS				TS				
	Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	
	g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei		
ESK 212	16,69	12,58	87,42	0,14	30,80	36,57	63,43	0,58	
ESK 213	17,28	13,08	86,92	0,15	30,38	37,90	62,10	0,61	
ESK 214	16,18	13,04	86,96	0,15	31,03	37,24	62,76	0,59	
ESK 215	16,98	13,19	86,81	0,15	30,92	37,55	62,45	0,60	
ESK 216	17,33	13,16	86,84	0,15	30,70	37,78	62,22	0,61	
ESK 222	17,23	11,55	88,45	0,13	29,14	35,42	64,58	0,55	
ESK 223	17,40	12,01	87,99	0,14	29,43	36,18	63,82	0,57	
ESK 224	17,89	12,35	87,65	0,14	29,74	36,97	63,03	0,59	
ESK 225	17,80	11,91	88,09	0,14	29,16	36,52	63,48	0,58	
ESK 226	17,66	12,35	87,65	0,14	29,73	37,07	62,93	0,59	
ESK 266	16,83	11,23	88,77	0,13	28,70	35,10	64,90	0,54	
ESK 267	16,48	11,89	88,11	0,13	29,73	35,95	64,05	0,56	
ESK 268	17,02	10,99	89,01	0,12	30,26	32,18	67,82	0,47	
ESK 269	18,26	12,43	87,57	0,14	30,01	36,58	63,42	0,58	
ESK 270	17,97	11,57	88,43	0,13	28,94	34,90	65,10	0,54	
ESK 297	12,48	16,34	83,66	0,20	35,10	41,63	58,37	0,71	
ESK 298	11,99	18,22	81,78	0,22	41,03	38,86	61,14	0,64	
ESK 299	13,95	16,23	83,77	0,19	35,91	39,16	60,84	0,64	
ESK 300	11,52	16,07	83,93	0,19	36,37	38,47	61,53	0,63	
<i>Testudo marginata</i>	ESK 227	16,39	13,67	86,33	0,16				
	ESK 228	16,74	13,50	86,50	0,16	31,30	37,75	62,25	0,61
	ESK 229	15,26	13,56	86,44	0,16	31,32	38,46	61,54	0,62
	ESK 230	18,44	13,12	86,88	0,15	30,86	37,47	62,53	0,60
	ESK 231	16,49	13,52	86,48	0,16	29,84	40,01	59,99	0,67
	ESK 232	16,15	13,56	86,44	0,16	32,26	36,72	63,28	0,58
	ESK 233	16,94	13,40	86,60	0,15	31,05	37,78	62,22	0,61
	ESK 234	16,04	13,65	86,35	0,16	31,55	38,71	61,29	0,63
	ESK 235	17,94	13,27	86,73	0,15	31,38	36,91	63,09	0,59
	ESK 236	21,23	13,66	86,34	0,16	31,32	37,84	62,16	0,61
	ESK 237	20,69	14,69	85,31	0,17	31,66	40,33	59,67	0,68
	ESK 238	20,84	12,81	87,19	0,15	30,13	37,29	62,71	0,59

**Fortsetzung von Tabelle 9-7:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Landschildkrötenspezies (*Testudinidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies		uS			S: I	TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt		Gesamtei	Schale	Inhalt	
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
	ESK 239	20,67	14,37	85,63	0,17	32,17	38,61	61,39	0,63
	ESK 240	20,00	13,40	86,60	0,15	31,05	37,21	62,79	0,59
<i>Testudo horsfieldii</i>	ESK 131	19,22	13,63	86,37	0,16	30,33	37,05	62,95	0,59
	ESK 133	17,81	13,48	86,52	0,16	32,23	35,71	64,29	0,56
<i>Testudo kleinmanni</i>	ESK 037	11,76	13,10	86,90	0,15	30,27	35,96	64,04	0,56
	ESK 038	11,31	11,58	88,42	0,13	29,62	33,44	66,56	0,50
	ESK 039	10,43	12,66	87,34	0,14	27,23	39,08	60,92	0,64
<i>Geochelone sulcata</i>	ESK 241	37,71	13,47	86,53	0,16	34,82	34,03	65,97	0,52
	ESK 242	36,45	13,66	86,34	0,16	34,90	34,12	65,88	0,52
	ESK 243	31,59	13,45	86,55	0,16	33,33	35,04	64,96	0,54
	ESK 244	41,33	13,91	86,09	0,16	33,70	36,14	63,86	0,57
	ESK 245	37,08	14,10	85,90	0,16	33,23	36,92	63,08	0,59
	ESK 246	38,90	14,24	85,76	0,17	34,14	36,46	63,54	0,57
	ESK 247	37,80	13,02	86,98	0,15	32,88	33,25	66,75	0,50
	ESK 248	38,38	13,47	86,53	0,16	34,26	34,60	65,40	0,53
	ESK 249	39,63	13,80	86,20	0,16	34,12	35,07	64,93	0,54
	ESK 250	38,70	13,39	86,61	0,15	34,75	33,73	66,27	0,51
	ESK 251	40,14	13,83	86,17	0,16	34,21	35,75	64,25	0,56
	ESK 252	38,21	12,88	87,12	0,15	34,02	33,10	66,90	0,49
	ESK 253	38,79	12,97	87,03	0,15	34,39	33,13	66,87	0,50
	ESK 254	35,42	14,12	85,88	0,16	35,91	33,42	66,58	0,50
	ESK 255	38,31	13,86	86,14	0,16	35,97	34,31	65,69	0,52
	ESK 256	39,23	13,71	86,29	0,16	36,12	32,38	67,62	0,48
	ESK 257	37,95	13,52	86,48	0,16	35,49	33,31	66,69	0,50
	ESK 258	38,48	13,12	86,88	0,15	34,69	32,73	67,27	0,49
	ESK 259	39,78	13,10	86,90	0,15	34,77	32,70	67,30	0,49
	ESK 260	39,67	13,36	86,64	0,15	34,13	33,22	66,78	0,50
	ESK 261	40,40	13,37	86,63	0,15	34,43	33,85	66,15	0,51
	ESK 262	37,71	13,66	86,34	0,16	35,51	33,67	66,33	0,51
	ESK 263	38,03	13,20	86,80	0,15	33,82	33,37	66,63	0,50
	ESK 264	34,62	14,10	85,90	0,16	38,99	31,84	68,16	0,47
	ESK 265	39,09	13,48	86,52	0,16	33,77	35,07	64,93	0,54

**Tabelle 9-8:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies	uS				TS				
	Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	
	g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei		
<i>Trachemys scripta elegans</i>									
ESK 048	10,68	7,02	92,98	0,08	23,60	22,22	77,78	0,29	
ESK 049	9,90	7,17	92,83	0,08	20,61	25,00	75,00	0,33	
ESK 050						25,13	74,87	0,34	
ESK 051	10,80	7,22	92,78	0,08	23,06	22,89	77,11	0,30	
ESK 052	9,07	7,28	92,72	0,08	21,39	25,77	74,23	0,35	
ESK 053	9,78	7,16	92,84	0,08	24,44	21,34	78,66	0,27	
ESK 054	9,36	7,37	92,63	0,08	20,72	25,78	74,22	0,35	
ESK 055	9,06	7,40	92,60	0,08	21,30	24,87	75,13	0,33	
ESK 056	9,30	7,10	92,90	0,08	22,36	24,52	75,48	0,32	
ESK 057	9,63	7,27	92,73	0,08	20,56	25,76	74,24	0,35	
ESK 058	10,27	7,11	92,89	0,08	24,25	22,08	77,92	0,28	
ESK 059	8,62	8,00	92,00	0,09	20,65	27,53	72,47	0,38	
ESK 060	9,20	7,17	92,83	0,08	22,39	23,30	76,70	0,30	
ESK 062	9,42	7,64	92,36	0,08	25,16	24,05	75,95	0,32	
ESK 063	9,12	5,70	94,30	0,06	24,56	17,86	82,14	0,22	
ESK 064	8,75	6,29	93,71	0,07	24,23	19,81	80,19	0,25	
ESK 065	8,81	5,79	94,21	0,06	24,06	17,45	82,55	0,21	
ESK 066	8,87	6,31	93,69	0,07	24,35	19,91	80,09	0,25	
ESK 067	8,06	5,71	94,29	0,06	21,83	18,75	81,25	0,23	
ESK 068	8,98	8,13	91,87	0,09	26,06	24,79	75,21	0,33	
ESK 069	8,47	6,26	93,74	0,07	24,91	18,95	81,05	0,23	
ESK 070	8,41	5,71	94,29	0,06					
ESK 071	9,56	7,53	92,47	0,08					
ESK 072	8,41	8,56	91,44	0,09	24,50	27,18	72,82	0,37	
ESK 073	10,81	8,14	91,86	0,09	29,97	21,91	78,09	0,28	
ESK 074	9,06	7,06	92,94	0,08	24,94	21,68	78,32	0,28	
ESK 075	8,84	7,58	92,42	0,08	25,79	22,80	77,20	0,30	
ESK 076	8,80	7,39	92,61	0,08	25,80	21,15	78,85	0,27	
ESK 077	9,08	7,49	92,51	0,08	35,13	15,99	84,01	0,19	
ESK 078	9,90	7,78	92,22	0,08	25,55	22,93	77,07	0,30	
ESK 079	8,94	7,72	92,28	0,08	34,89	16,99	83,01	0,20	
ESK 080	8,96	8,04	91,96	0,09	26,90	22,82	77,18	0,30	
ESK 081	9,48	7,59	92,41	0,08	27,64	21,76	78,24	0,28	

**Fortsetzung von Tabelle 9-8:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies	uS				TS			
	Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
	g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
ESK 082	9,15	7,43	92,57	0,08	25,68	21,70	78,30	0,28
ESK 083	9,32	7,51	92,49	0,08	25,86	22,82	77,18	0,30
ESK 084	9,37	7,68	92,32	0,08	25,93	22,63	77,37	0,29
ESK 085	9,41	7,65	92,35	0,08	26,78	22,22	77,78	0,29
ESK 086	8,75	7,31	92,69	0,08	25,60	21,87	78,13	0,28
ESK 087	9,60	7,60	92,40	0,08	26,14	21,52	78,48	0,27
ESK 088	9,18	7,19	92,81	0,08	22,33	24,39	75,61	0,32
ESK 089	8,97	7,47	92,53	0,08	26,98	21,07	78,93	0,27
ESK 301	8,88	7,66	92,34	0,08	26,12	22,85	77,15	0,30
ESK 302	8,59	8,27	91,73	0,09	27,01	24,57	75,43	0,33
ESK 303	10,63	7,81	92,19	0,08	25,40	22,96	77,04	0,30
ESK 304	8,69	8,98	91,02	0,10	27,62	23,33	76,67	0,30
ESK 305	8,58	8,28	91,72	0,09	26,81	23,91	76,09	0,31
ESK 306	8,25	8,48	91,52	0,09	27,03	24,21	75,79	0,32
ESK 307	9,42	7,86	92,14	0,09	27,81	22,52	77,48	0,29
ESK 308	9,85	7,41	92,59	0,08	28,02	20,65	79,35	0,26
ESK 309	9,55	7,43	92,57	0,08	26,38	22,62	77,38	0,29
ESK 310	9,54	7,34	92,66	0,08	26,31	21,91	78,09	0,28
ESK 311	10,13	7,90	92,10	0,09	27,15	22,18	77,82	0,29
ESK 312	9,26	7,56	92,44	0,08	26,67	22,27	77,73	0,29
ESK 138	8,83	6,80	93,20	0,07	26,52	15,85	84,15	0,19
ESK 139	9,72	7,10	92,90	0,08				
ESK 140	8,84	8,03	91,97	0,09	27,69	20,97	79,03	0,27
ESK 141	9,76	6,45	93,55	0,07				
ESK 143	9,54	6,29	93,71	0,07	27,21	16,56	83,44	0,20
ESK 144	8,21	7,67	92,33	0,08				
ESK 142	8,88	9,91	90,09	0,11				
ESK 145	9,78	6,44	93,56	0,07	28,97	20,21	79,79	0,25
ESK 146	7,47	9,50	90,50	0,11				
ESK 147					25,18	22,05	77,95	0,28
1	9,11	9,11	90,89	0,10				
2	9,99	6,81	93,19	0,07				
3	9,85	10,15	89,85	0,11				
ESK 148					17,67	21,48	78,52	0,27
1	9,70	9,38	90,62	0,10				
2	10,11	9,40	90,60	0,10				



**Fortsetzung von Tabelle 9-8:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Neuwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Emydidae*) aus physiologischer Eiablage

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<i>Trachemys scripta scripta</i>									
	ESK 154	12,51	6,71	93,29	0,07	32,53	14,99	85,01	0,18
	ESK 155	10,82	7,67	92,33	0,08	31,61	18,13	81,87	0,22
	ESK 156	10,18	7,56	92,44	0,08	30,84	18,16	81,84	0,22
	ESK 157	11,29	7,17	92,83	0,08	31,54	17,13	82,87	0,21
	ESK 158	12,10	7,19	92,81	0,08	32,07	16,24	83,76	0,19
	ESK 159	12,41	7,25	92,75	0,08	32,40	15,92	84,08	0,19
	ESK 160	11,70	7,18	92,82	0,08	33,76	16,20	83,80	0,19
<i>Pseudemys spp.</i>									
	ESK 043	11,68	9,25	90,75	0,10	30,99	21,82	78,18	0,28
	ESK 044	12,08	8,94	91,06	0,10	31,29	22,22	77,78	0,29
	ESK 161	10,94	7,31	92,69	0,08	33,27	15,11	84,89	0,18
	ESK 162	12,36	7,20	92,80	0,08	32,69	16,83	83,17	0,20
	ESK 163	12,52	6,47	93,53	0,07	32,27	13,61	86,39	0,16
	ESK 164	12,51	6,71	93,29	0,07	31,66	14,14	85,86	0,16
	ESK 165	12,77	6,42	93,58	0,07	31,01	14,90	85,10	0,18
	ESK 166	11,50	6,70	93,30	0,07	32,08	13,82	86,18	0,16
	ESK 167	12,08	7,28	92,72	0,08	31,12	14,63	85,37	0,17
	ESK 170	11,61	7,24	92,76	0,08	33,42	15,72	84,28	0,19
	ESK 171	12,01	7,41	92,59	0,08	34,47	15,22	84,78	0,18
	ESK 172	11,84	6,76	93,24	0,07	33,36	14,68	85,32	0,17
	ESK 173	11,51	6,86	93,14	0,07	34,15	15,01	84,99	0,18
	ESK 174	11,93	6,87	93,13	0,07	34,11	14,74	85,26	0,17

**Tabelle 9-9:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Altwelt-Sumpfschildkrötenspezies (*Geoemydidae*) aus physiologischer Eiablage

		uS				TS			
Spezies		Gesamtei	Schale	Inhalt	S: I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<b><i>Rhinoclemmys punctularia</i></b>									
	ESK 029	33,50	16,15	83,85	0,19	39,31	35,99	64,01	0,56
<b><i>Rhinoclemmys areolata</i></b>									
	ESK 030	38,95	14,20	85,80	0,17	37,36	34,84	65,16	0,53
	ESK 031	19,59	16,13	83,87	0,19	35,38	40,55	59,45	0,68
	ESK 032	22,11	15,38	84,62	0,18	32,92	42,59	57,41	0,74
<b><i>Rhinoclemmys pulcherrima rogerbarbouri</i></b>									
	ESK 033	22,80	27,02	72,98	0,37	39,43	65,74	34,26	1,92
	ESK 034	18,25	17,10	82,90	0,21	31,73	50,43	49,57	1,02
	ESK 035	19,29	28,20	71,80	0,39	40,65	66,45	33,55	1,98
<b><i>Rhinoclemmys pulcherrima manni</i></b>									
	ESK 036	25,38	15,01	84,99	0,18	36,65	36,45	63,55	0,57

**Tabelle 9-10:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Schlangenspezies (*Serpentes*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte teilweise aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

		uS				TS			
Spezies		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<b><i>Pantherophis guttatus</i></b>									
	ES008	7,04	3,98	96,02	0,04	28,84	7,88	92,12	0,09
	ES009						10,06	89,94	0,11
	ES010	6,65	3,91	96,09	0,04	26,02	9,83	90,17	0,11
	ES011	6,30	3,97	96,03	0,04	30,95	8,72	91,28	0,10
	ES012	5,76	3,82	96,18	0,04	30,38	6,86	93,14	0,07
	ES013	7,08	3,53	96,47	0,04	28,67	8,38	91,62	0,09
	ES014	5,88	4,93	95,07	0,05	31,46	9,19	90,81	0,10
	ES015	5,42	4,24	95,76	0,04	31,73	6,98	93,02	0,08
	ES016	6,37	3,45	96,55	0,04	27,16	7,51	92,49	0,08
	ES017	5,48	4,93	95,07	0,05	31,57	9,25	90,75	0,10
	ES018	7,22	3,88	96,12	0,04	28,53	9,22	90,78	0,10
	ES019	6,65	4,21	95,79	0,04	29,32	8,72	91,28	0,10
	ES020	5,49	4,74	95,26	0,05	29,69	9,20	90,80	0,10

**Fortsetzung von Tabelle 9-10:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Schlangenspezies (*Serpentes*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte teilweise aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
	ES021	7,15	4,76	95,24	0,05	26,57	10,00	90,00	0,11
	ES022	6,14	5,05	94,95	0,05	32,25	10,10	89,90	0,11
	ES037	7,14	6,58	93,42	0,07	25,77	9,24	90,76	0,10
	ES038	7,82	7,16	92,84	0,08	30,05	9,79	90,21	0,11
	ES042	3,99	9,02	90,98	0,10	48,87	8,20	91,80	0,09
	ES 039-041						8,84	91,16	0,10
	ES039								
	ES040								
	ES041								
	ES 061-063					27,66	8,57	91,43	0,09
	ES061	6,70	4,18	95,82	0,04				
	ES062	6,54	4,43	95,57	0,05				
	ES063	7,44	4,70	95,30	0,05				
	ES 064-066					27,58	8,89	91,11	0,10
	ES064	6,54	4,74	95,26	0,05				
	ES065	6,45	4,50	95,50	0,05				
	ES066	5,36	4,85	95,15	0,05				
	ES 067-069					26,84	8,88	91,12	0,10
	ES067	6,93	6,20	93,80	0,07				
	ES068	5,18	5,21	94,79	0,05				
	ES069	7,19	4,73	95,27	0,05				
	ES 070-072					42,53	9,18	90,82	0,10
	ES070	5,80	5,17	94,83	0,05				
	ES071	4,86	7,20	92,80	0,08				
	ES072								
	ES 073-075					28,19	8,64	91,36	0,09
	ES073	6,42	4,98	95,02	0,05				
	ES074	7,35	4,35	95,65	0,05				
	ES075	6,77	4,43	95,57	0,05				
	ES 076-078					27,70	8,91	91,09	0,10
	ES076	6,22	4,50	95,50	0,05				
	ES077	7,18	4,18	95,82	0,04				
	ES078	6,46	4,64	95,36	0,05				
	ES 079-081					28,05	8,52	91,48	0,09
	ES079	7,55	4,24	95,76	0,04				
	ES080	6,65	5,26	94,74	0,06				
	ES081	6,73	4,61	95,39	0,05				

**Fortsetzung von Tabelle 9-10:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Schlangenspezies (*Serpentes*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte teilweise aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% Gesamtei	% Gesamtei		% uS	% TS	% TS	
<i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i>									
	ES001	14,35	11,22	88,78	0,13	36,86	16,83	83,17	0,20
	ES002	16,15	11,27	88,73	0,13	34,24	17,18	82,82	0,21
	ES003	16,41	5,12	94,88	0,05	38,03	8,97	91,03	0,10
	ES004						10,91	89,09	0,12
	ES005	14,60	5,14	94,86	0,05	32,67	10,26	89,74	0,11
	ES006	17,28	5,03	94,97	0,05	33,85	9,57	90,43	0,11
<i>Gonyosoma oxycephala</i>									
	ES088	19,58	16,70	83,30	0,20	43,11	18,87	81,13	0,23
	ES089	27,80	11,40	88,60	0,13	33,31	21,48	78,52	0,27
	ES090	28,79	10,51	89,49	0,12	30,64	21,78	78,22	0,28
<i>Naja mossambica</i>									
	ES047	9,11	6,04	93,96	0,06	47,86	7,57	92,43	0,08
	ES048	9,64	6,33	93,67	0,07	45,95	8,80	91,20	0,10
	ES049	11,19	5,90	94,10	0,06	36,10	8,66	91,34	0,09
	ES050	33,87	2,89	97,11	0,03	14,23	6,64	93,36	0,07
	ES051	33,88	2,72	97,28	0,03	16,32	5,61	94,39	0,06
	ES052	32,20	3,39	96,61	0,04	19,47	5,90	94,10	0,06
	ES053	37,28	3,08	96,92	0,03	15,77	5,95	94,05	0,06
	ES054	37,06	2,81	97,19	0,03	12,49	7,13	92,87	0,08
	ES055	33,69	3,18	96,82	0,03	17,99	6,27	93,73	0,07
	ES056	31,25	3,20	96,80	0,03	17,57	6,01	93,99	0,06
	ES057	40,34	2,95	97,05	0,03	14,90	5,99	94,01	0,06
	ES058	38,60	3,21	96,79	0,03	16,11	5,95	94,05	0,06
	ES059	34,70	3,52	96,48	0,04	17,78	6,48	93,52	0,07
	ES060	32,96	2,61	97,39	0,03	17,51	5,20	94,80	0,05
<i>Python regius</i>									
	ES046	71,43	4,90	95,10	0,05	25,79	7,76	92,24	0,08

**Tabelle 9-11:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<b><i>Pogona vitticeps</i></b>									
	EE013-016					21,28	8,65	91,35	0,09
	1								
	2								
	3	3,55	3,10	96,90	0,03				
	4	3,20	2,81	97,19	0,03				
	5	3,85	2,34	97,66	0,02				
	6	3,74	2,94	97,06	0,03				
	7	2,92	2,74	97,26	0,03				
	8	3,16	2,53	97,47	0,03				
	9	2,65	3,40	96,60	0,04				
	10	3,50	2,57	97,43	0,03				
	11	1,77	5,08	94,92	0,05				
	12	3,66	3,55	96,45	0,04				
	13	3,54	2,82	97,18	0,03				
	14	2,51	2,79	97,21	0,03				
	EE 027					26,09	8,18	91,82	0,09
	1	2,52	3,97	96,03	0,04				
	2	2,35	4,68	95,32	0,05				
	3	2,54	3,54	96,46	0,04				
	4	2,73	3,30	96,70	0,03				
	5	2,51	3,19	96,81	0,03				
	EE 028					25,37	8,63	91,37	0,09
	1	2,39	4,18	95,82	0,04				
	2	2,74	4,38	95,62	0,05				
	3	2,46	2,85	97,15	0,03				
	4	2,79	3,58	96,42	0,04				
	5	2,86	2,80	97,20	0,03				
	EE 029					24,04	8,76	91,24	0,10
	1	2,90	3,45	96,55	0,04				
	2	2,72	3,68	96,32	0,04				
	3	3,09	3,24	96,76	0,03				
	4	2,69	3,72	96,28	0,04				

**Fortsetzung von Tabelle 9-11:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
	EE 030					25,52	8,45	91,55	0,09
	1	2,63	3,42	96,58	0,04				
	2	2,65	3,77	96,23	0,04				
	3	2,66	4,14	95,86	0,04				
	4	2,72	3,31	96,69	0,03				
	EE 031					20,86	7,80	92,20	0,08
	1	3,38	4,44	95,56	0,05				
	2	3,36	3,57	96,43	0,04				
	3	3,64	3,85	96,15	0,04				
	4	3,76	2,93	97,07	0,03				
	EE 032					20,76	7,46	92,54	0,08
	1	3,67	2,45	97,55	0,03				
	2	3,55	3,66	96,34	0,04				
	3	3,46	3,18	96,82	0,03				
	4	3,53	2,55	97,45	0,03				
	EE 033					20,11	7,45	92,55	0,08
	1	3,43	3,50	96,50	0,04				
	2	3,73	4,29	95,71	0,04				
	3	3,29	2,74	97,26	0,03				
	4	3,57	2,80	97,20	0,03				
	EE 034					20,51	8,28	91,72	0,09
	1	3,70	3,51	96,49	0,04				
	2	3,59	4,74	95,26	0,05				
	3	2,94	5,10	94,90	0,05				
	4	3,91	4,86	95,14	0,05				
	EE 035-037					18,67	9,89	90,66	0,11
	EE035	3,00	3,67	96,33	0,04				
	EE036	3,51	4,27	95,73	0,04				
	EE037	3,25	4,00	96,00	0,04				
	EE 038-040					18,80	9,53	90,47	0,11
	EE038	3,17	3,15	96,85	0,03				
	EE039	3,42	3,22	96,78	0,03				
	EE040	3,45	3,19	96,81	0,03				
	EE 041-043					18,67	11,23	90,91	0,12
	EE041	3,29	3,34	96,66	0,03				
	EE042	2,98	3,36	96,64	0,03				
	EE043	3,74	2,67	97,33	0,03				

**Fortsetzung von Tabelle 9-11:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
	EE 044					23,03	8,56	91,44	0,09
	1	2,96	3,38	96,62	0,03				
	2	2,65	3,40	96,60	0,04				
	3	2,79	3,58	96,42	0,04				
	4	2,76	3,62	96,38	0,04				
	EE 045-050					16,82	7,33	92,67	0,08
	5	2,87	3,14	96,86	0,03				
	6	4,25	2,59	97,41	0,03				
	7	2,95	3,05	96,95	0,03				
	8	4,26	2,11	97,89	0,02				
	9	3,35	2,99	97,01	0,03				
	10	3,07	2,61	97,39	0,03				
	11	3,57	2,52	97,48	0,03				
	12	3,36	2,68	97,32	0,03				
	13	4,04	2,48	97,52	0,03				
	14	3,87	2,33	97,67	0,02				
	15	3,68	2,72	97,28	0,03				
	16	4,00	2,75	97,25	0,03				
	17	4,02	2,49	97,51	0,03				
	18	3,83	2,61	97,39	0,03				
	19	3,94	2,54	97,46	0,03				
	20	3,95	2,78	97,22	0,03				
	21	3,92	2,81	97,19	0,03				
	22	3,88	2,58	97,42	0,03				
	EE065					40,62	9,85	90,15	0,11
	1	2,37	4,64	95,36	0,05				
	2	1,93	6,22	93,78	0,07				
	3	2,75	4,36	95,64	0,05				
	4	0,95	9,47	90,53	0,10				
	EE066					41,17	10,56	89,44	0,12
	1	2,18	4,13	95,87	0,04				
	2	0,96	10,42	89,58	0,12				
	3	2,37	5,49	94,51	0,06				
	4	1,85	7,03	92,97	0,08				

**Fortsetzung von Tabelle 9-11:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

		uS				TS			
Spezies		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<i>Iguana iguana</i> <sup>17</sup>									
	EE077	15,04	3,66	96,34	0,04	35,71	5,59	94,41	0,06
	EE078	17,22	3,54	96,46	0,04	32,23	5,77	94,23	0,06
	EE079	13,33	3,68	96,32	0,04	33,61	6,03	93,97	0,06
	EE080	12,50	4,24	95,76	0,04	37,92	6,12	93,88	0,07
	EE081	9,76	6,56	93,44	0,07	56,66	6,87	93,13	0,07
	EE082	10,19	6,38	93,62	0,07	56,04	7,36	92,64	0,08
	EE083	8,91	7,07	92,93	0,08	52,75	7,45	92,55	0,08
	EE084	9,69	7,22	92,78	0,08	55,11	7,86	92,14	0,09
	EE085	9,68	8,88	91,12	0,10	59,19	9,42	90,58	0,10
	EE086	8,41	7,73	92,27	0,08	50,30	8,27	91,73	0,09
	EE087	9,94	7,04	92,96	0,08	56,03	7,90	92,10	0,09
	EE088	9,23	7,58	92,42	0,08	52,22	7,88	92,12	0,09
	EE089	10,44	8,43	91,57	0,09	52,40	9,32	90,68	0,10
	EE090	9,45	8,25	91,75	0,09	58,73	9,73	90,27	0,11
	EE091	13,08	5,73	94,27	0,06	36,77	9,15	90,85	0,10
	EE092	8,31	8,66	91,34	0,09	58,00	10,17	89,83	0,11
	EE093	8,33	9,72	90,28	0,11	50,42	12,38	87,62	0,14
	EE094	9,45	8,57	91,43	0,09	57,14	10,18	89,82	0,11
	EE095	7,97	9,28	90,72	0,10	54,84	11,21	88,79	0,13
	EE096	7,90	8,86	91,14	0,10	54,94	9,91	90,09	0,11
	EE097	9,67	9,72	90,28	0,11	51,30	12,50	87,50	0,14
	EE098	8,53	8,91	91,09	0,10	55,22	10,62	89,38	0,12
	EE099	8,03	11,33	88,67	0,13	55,79	13,62	86,38	0,16
	EE100	7,65	11,11	88,89	0,13	55,68	12,91	87,09	0,15
	EE101	8,60	10,00	90,00	0,11	51,16	11,59	88,41	0,13
	EE102	7,92	11,24	88,76	0,13	55,43	13,89	86,11	0,16
	EE103	7,69	12,35	87,65	0,14	56,43	14,29	85,71	0,17
	EE104	8,52	7,28	92,72	0,08	57,16	8,83	91,17	0,10
	EE105	7,38	13,96	86,04	0,16	59,22	17,62	82,38	0,21
<i>Sauromalus sp.</i>									
	EE 001	6,70	10,90	89,10	0,12	42,53	11,58	88,42	0,13
	EE 002	6,88	10,76	89,24	0,12	37,93	12,64	87,36	0,14
	EE 003	7,08	10,73	89,27	0,12	41,67	12,88	87,12	0,15
	EE 004	6,75	11,41	88,59	0,13	41,48	13,93	86,07	0,16

<sup>17</sup> EE 080-105 bei Einwaage etwas eingetrocknet



**Fortsetzung von Tabelle 9-11:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*) aus physiologischer Eiablage; (TS-Werte aus gepoolten Proben im Mittelwert errechnet)

		uS				TS			
Spezies		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
<i>Cyclura cornuta</i>									
	EE 011	28,11	8,15	91,85	0,09	44,75	9,30	90,70	0,10
	EE 012	35,66	7,54	92,46	0,08	41,44	8,73	91,27	0,10
<i>Varanus cumingi</i>									
	EE 009	31,46	9,54	90,46	0,11	59,56	13,07	86,93	0,15
	EE 010	62,89	9,14	90,86	0,10	32,50	16,05	83,95	0,19

**Tabelle 9-12:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei beim Australien-Krokodil (*Crocodylus johnsoni*) aus physiologischer Eiablage

		uS				TS			
Spezies		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% uS Gesamtei	% uS Gesamtei		% uS	% TS Gesamtei	% TS Gesamtei	
EE 075		62,29	12,07	87,93	0,14	32,33	31,23	68,77	0,45
EE 076		58,14	11,76	88,24	0,13	32,39	29,84	70,16	0,43

## Anhang 3

### Nährstoffgehalte in Schale, Inhalt und Eigelb von Schildkröteneiern

#### Griechische Landschildkröte (*Testudo hermanni*)

Tabelle 9-13: Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 001	90,28	355,78	<0,1			52,78	5,10	1,39	437	8,97	1,86	6,46		
ESK 002	91,67	364,27	<0,1			53,13	4,33	0,47	480	2,56	9,07	6,94		
ESK 003	89,39	347,32	<0,1			52,83	4,23	0,46	473	2,22	7,05	6,97		
ESK 004	88,63	358,42	<0,1			52,30	4,45	0,46	521	10,90	1,42	6,33		
ESK 005	85,53	357,57	<0,1			53,61	4,70	0,59						
ESK 006	88,95			3,97										
ESK 007	82,81	357,39	<0,1			51,95	4,63	0,55						
ESK 008	85,58	348,89	<0,1			51,72	4,14	0,54						
ESK 009	86,34			3,88										
ESK 010	88,33			4,15										
ESK 011	85,00			4,65										
ESK 012	87,57	355,93	<0,1	5,54			4,46	0,47	543	2,02	9,93	12,25	5,322	
ESK 013	85,51	356,33	<0,1	4,95			4,44	0,46	544	5,50	8,42	7,12		
ESK 014	86,46	354,39	<0,1	5,26			4,46	0,47	574	2,13	7,30	6,93		
ESK 015	85,35	351,17	<0,1			51,92	4,36	0,47					5,628	
ESK 016	86,41	357,07	<0,1			52,47	4,52	0,47					5,522	
ESK 017	88,02	359,96	<0,1			52,30	4,47	0,47					5,803	

**Fortsetzung von Tabelle 9-13:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 018	87,35	354,83	<0,1			52,38	4,72	0,46	462	7,18	9,08	6,73		
ESK 019	83,68	352,10	<0,1	6,53			4,73	0,46					5,571	
ESK 020	84,55	351,60	<0,1				4,67	0,47					5,406	
ESK 021	87,24	358,06	<0,1			52,40	4,74	0,46					5,335	
ESK 022	86,99	355,18	<0,1			51,92	4,72	0,46					5,269	
ESK 023	86,12	357,38	<0,1			52,16	4,83	0,38						
ESK 024	85,14	351,29	<0,1			51,37	4,70	0,47						
ESK 090	86,89			5,08										
ESK 091	86,67			5,14										
ESK 092	83,78	376,74	<0,1			52,46	3,91	0,48	582	6,101	1,287	6,949	5,896	351
ESK 190	85,00	356,19	<0,5			50,74	5,10	1,08						
ESK 191	87,18			5,21										
ESK 192	86,70			5,78										
ESK 193	88,50			5,45										
ESK 194	85,20			6,53										
ESK 195	93,79	364,01				51,17	5,67	0,86						
ESK 217	85,46	357,81	<0,1			52,11	4,14	0,56	548	8,302	1,19	7,005	5,734	404
ESK 218	89,72	369,19				52,28	5,16	0,52						
ESK 219	85,15			5,56		53,50								
ESK 220	86,23	370,49		5,45			5,14	0,65						
ESK 221	86,82	364,69		5,79			5,13	0,64						
ESK 276	88,03	374,26	<0,2			52,67	4,86	0,85	514	2,699	0	6,573	5,399	456
ESK 277	87,37	369,70				52,80	4,95	0,89						

**Fortsetzung von Tabelle 9-13:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 278	89,18	376,43				52,64	5,11	0,89						
ESK 279	88,00	379,42		4,27			5,13	0,83						
ESK 280	88,31	372,44		4,14			4,97	0,84						
ESK 281	86,16			4,82										
ESK 282	84,92			5,26		52,17								
ESK 283	88,52			3,70		53,09								
ESK 284	87,59	379,79				52,66	5,16	0,89						
ESK 285	88,45			3,85		53,05								
ESK 286	89,50	376,09	<0,1			52,82	5,05	0,81	560	2,32	0,224	6,581	5,623	535
ESK 287	88,86	375,44				53,01	4,75	0,76						
ESK 288	85,90	370,02		4,58			4,78	0,75						
ESK 289	88,98	370,68		3,71			4,47	0,68						
ESK 290	86,30			4,72		52,55								
ESK 291	87,08			4,07		52,85								
ESK 292	86,82	366,48	<0,1	4,87		52,72	4,81	0,75						
ESK 293	87,37	369,86		4,51		52,51	4,64	0,63						
ESK 294	86,36	367,86		4,85		52,59	5,07	0,84						
ESK 295	86,11			4,46		52,56								
ESK 296	87,28	367,15				52,43	5,06	0,80						
ESK 025	92,66	367,68	<0,1	3,79		53,63	4,93	0,62	485	0,726	7,722	6,388	5,341	271
ESK 026	91,72	367,14		4,06		53,18	4,60	0,67	571	0,588	0,666	6,28	5,228	491
ESK 027	91,83	367,48		3,83		53,02	4,79	0,59						
ESK 028	86,60	365,67		4,00		53,00	4,98	0,66						
ESK 098	87,39	363,01	<0,1	5,71		52,07	5,33	0,96	623	4,497	0	6,572	5,619	334
ESK 099	89,03	367,63		4,34		52,79	5,62	0,96						

**Fortsetzung von Tabelle 9-13:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 100	90,30	364,05		5,49		51,97	5,36	1,01						
ESK 125	82,14	365,32	<0,1	5,55		51,92	5,13	0,64	523	2,079	0,721	6,765	5,424	346
ESK 126	84,43	346,71		5,46		52,04	5,37	0,78						
ESK 127	85,71	364,84				52,40	5,35	0,77						
ESK 132	80,75			3,64		53,25								
ESK 177	91,54	363,26	<0,1	4,80		52,76	4,87	0,64						
ESK 178	87,43	365,17		4,54		52,54	5,01	0,76						
ESK 179	89,97	366,19	<0,7	3,70		53,66	4,78	0,81	463	9,579	0	5,941	5,336	360
ESK 180	87,44													
ESK 181	94,70	365,11		4,54		53,45	4,59	0,74						
ESK 182	91,51	371,87		3,60		54,30	4,52	0,69						
ESK 183	91,38	372,52		4,12		53,06	4,83	0,82						
ESK 271	86,46	368,91	<0,1			52,19	5,38	0,59						
ESK 272	87,02	370,26				52,18	5,33	0,58						
ESK 273	83,88			6,20										
ESK 274	86,59	370,45		5,24			4,54	0,58						
ESK 275	85,05			5,35		52,64								
MW	87,35	363,88	<0,1	4,77		52,57	4,83	0,67	524	4,61	3,88	6,99	5,50	394
STABW	2,516	8,27		0,78		0,629	0,37	0,20	51	3,32	3,96	1,39	0,20	85
Min	80,75	346,71		3,60		50,74	3,91	0,38	437	0,588	0	5,94	5,23	271
Max	94,7	379,79		6,53		54,3	5,67	1,39	623	10,9	9,93	12,25	5,90	535
n	82	60	32	50	0	57	60	60	17	17	17	17	17	9

**Tabelle 9-14:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 012 (I)	33,42	2,80	11,334			5,16	5,85	6,08	959	82,20	84,7	9,355	<1,7	
ESK 090	25,85			55,38	16,26									
ESK 190	37,87	2,9	12,61		21,40		4,7	5,51						
ESK 191	29,28			54,87		4,63								
ESK 192	27,49			54,01	31,75									
ESK 193	28,53	3,08	12,87	53,88			5,35	5,94	719	64,62	64,82	3,528	0,000	56
ESK 194	28,96	2,91	14,03	55,00	24,36		4,61	5,63	769	64,01	67,09	3,508	0,000	82
ESK 195														
ESK 217	25,66	3,36	13,88	55,37	19,20	4,77	6,56	7,15						
ESK 218	32,22	3,07	14,76	56,72	27,35	4,52	5,69	6,07						
ESK 219	24,29	3,13	14,18	55,52	20,60	4,73	6,85	7,09						
ESK 220	31,50	3,09	13,80			5,40	5,79	6,32	947	62,70	68,77	3,403	0,386	72
ESK 221	23,95	3,06	13,81			5,04	6,11	6,37	936	63,68	63,22	3,307	0,454	67
ESK 276	35,94					4,18								
ESK 277	35,98	3,44	13,18	56,95	14,61		4,41	4,93						
ESK 278	36,11					4,26								
ESK 279	35,41	3,14	13,97	55,66	24,20		3,34	4,51	746	69,63	65,44	3,226	0,268	71
ESK 280	43,16	3,19	13,78	56,15	18,85		3,79	4,74	805	70,39	69,32	3,198	0,167	73
ESK 281	35,26	3,29	13,82	55,40	25,63		3,90	5,19						
ESK 282	41,12					4,47		5,12						
ESK 283	34,58	3,35	13,98	57,11	14,29	4,22	4,16	4,78						
ESK 284	40,96	3,36	13,93	56,49	28,33		3,66							
ESK 285	29,79	3,30	13,94	56,05	30,39	4,47	4,81	5,51						

**Fortsetzung von Tabelle 9-14:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 286	34,28	3,15	13,39	55,84	23,10		3,33	4,81						
ESK 287	33,67	3,14	13,98	55,86	24,36		3,56	4,88						
ESK 288	32,25					4,24								
ESK 289	32,70	3,22	13,70	55,90			3,32	4,44	818	74,51	69,92	3,115	0	70
ESK 290	31,87					4,31								
ESK 291	33,85	3,16	14,03	55,12	21,91		3,7	4,98	834	73,86	69,64	2,984	0	62
ESK 292	33,59	3,16	13,58	56,41	27,23	4,17	4,59	4,81						
ESK 293	38,97	3,03	13,98	54,97	30,80		4,03	4,19	771	70,65	68,56	3,408	0	70
ESK 294	33,16				18,13									
ESK 295	42,17	3,05	13,67	55,09			3,68	4,26						
ESK 296	34,18	3,07	13,83			4,21	3,8	4,04	778	75,53	70,05	3,458	0	80
ESK 025	29,11	4,55	13,19	57,65	25,80	5,21	9,26	6,06						
ESK 026	28,12	3,57	13,76	59,61	23,74	5,24	10,12	6,16						
ESK 028	22,23	3,47	12,80	57,00	22,02		9,27	6,3						
ESK 098	28,93	2,88	12,58				7,31	5,79						
ESK 099	25,12			55,75	23,67	4,87								
ESK 100	26,59		11,61	56,83	28,79		7,61	6,37	980	59,26	72,41	4,425	1,851	277
ESK 178	36,04			56,73	23,63	4,90								
ESK 179	23,78	6,10	13,05	57,45		5,65	7,98	6,12	930	56,25	80,3	4,054	2,049	194
ESK 180	19,14													
ESK 181	48,85													

**Fortsetzung von Tabelle 9-14:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 182														
ESK 183	45,96		12,90	57,78	25,91		5,38	3,09	804	47,17	81,04	4,208	2,416	201
ESK 271	28,35			59,32	23,09	5,73								
ESK 272														
ESK 273	18,61			58,48										
ESK 274	27,37			60,04	23,50	5,65								
ESK 275	19,72	4,3	13,74		21,61		8,07	6,53						
MW	31,79	3,34	13,49	56,38	23,48	4,78	5,46	5,43	843	66,75	71,09	3,94	0,58	105,77
Stabw	6,73	0,64	0,72	1,48	4,45	0,52	1,95	0,94	89	8,99	6,44	1,61	0,89	70,29
Min	18,61	2,80	11,33	53,88	14,29	4,17	3,32	3,09	719	47,17	63,22	2,98	0,00	56
Max	48,85	6,10	14,76	60,04	31,75	5,73	10,12	7,15	980	82,20	84,70	9,36	2,42	277
n	48	30	32	33	30	23	32	32	14	14	14	14	13	13



**Tabelle 9-15:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 001	43,78	3,32	11,96			4,26	2,73	5,11	847	102,30	78,46	4,30		55
ESK 002	59,00	3,24	11,87			4,2	2,37	4,84	831	69,90	79,96	4,88		69
ESK 003	55,82	3,49	11,91	57,07	19,37	4,31	2,38	4,86	833	68,84	80,97	4,91		2
ESK 004	42,53	3,11	12,03	56,63	23,64	4,20	2,82	4,76	827	90,84	77,08	4,02		62
ESK 005	44,69	2,74	11,38	56,04	16,67		2,64	5,39						48
ESK 006	43,30			55,15		4,21								
ESK 007	41,99	2,94	11,62		28,54		2,63	5,29						44
ESK 008	55,03	2,81	14,91		23,26		2,78	5,36						
ESK 009	43,12			55,38		4,16								
ESK 010	41,60			55,21	20,43									
ESK 011	43,67			54,10		4,13								
ESK 013	45,47	2,99	12,07			4,15	2,31	5,36	760	84,83	85,83	4,11		
ESK 014	44,39	2,88	11,60	55,52	22,59		2,39	5,42	752	85,98	83,77	4,08		6
ESK 015	59,03	2,79	11,29		30,81		2,23	5,22					0,39	41
ESK 016	43,61	2,95	11,87	56,23	16,30		2,41	5,49					1,78	
ESK 017	57,22	2,86	14,71	54,30	17,57	4,21	2,39	5,21					1,72	
ESK 018	56,64	3,21	11,89	56,14	21,08	4,16	2,30	4,92	697	79,46	89,91	5,53		22
ESK 019	40,51	2,98	11,36	56,35	21,84	4,37	3,26	4,88					1,64	46
ESK 020	43,45	3,12	11,68			4,19	2,84	5,00					1,64	
ESK 021	44,57	2,90	14,66	54,69	28,39		2,53	4,62					1,57	55
ESK 022	46,50	2,80	11,34	57,75	24,20		2,46	4,73					1,41	
ESK 023	42,50	2,76	14,55			4,01	2,68	4,63						
ESK 024	43,90	3,19	11,59	55,60	11,25	4,10	2,78	4,68						

**Fortsetzung von Tabelle 9-15:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 091	29,70	3,15	14,18	54,41			3,03	5,44						
ESK 092	43,00	2,93	14,63	55,71	14,13	4,26	3,60	6,17						
ESK 027	36,86	2,68	14,45	57,51	29,07	4,52	4,08	4,16	629	64,01	81,55	2,373	1,837	123
ESK 125	32,97	4,17	14,00	53,65	20,28		4,83	5,02						
ESK 126	32,03	4,32	13,52	53,60	20,26		5,15	5,06						
ESK 127	41,04			54,93	17,16	4,28								
ESK 132	30,50	3,39	13,98				4,66	5,47						
ESK 168	46,05	3,24	14,82	59,40	26,45		3,53	5,37	665	67,96	73,84	3,14	2,107	111
ESK 169	44,59					4,15								
MW	44,35	3,11	12,84	55,70	21,59	4,22	2,99	5,09	760	79,35	81,26	4,15	1,57	52,62
STABW	7,62	0,40	1,40	1,41	5,17	0,11	0,83	0,40	81	12,74	4,80	0,95	0,48	34,97
Min	29,70	2,68	11,29	53,60	11,25	4,01	2,23	4,16	629	64,01	73,84	2,37	0,39	2
Max	59,03	4,32	14,91	59,40	30,81	4,52	5,15	6,17	847	102,30	89,91	5,53	2,11	123
n	32	26	26	22	21	18	26	26	9	9	9	9	9	13

## Maurische Landschildkröte (*Testudo graeca*)

**Tabelle 9-16:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 128	87,79			4,30		52,78								
ESK 129	86,27	374,39	<0,5			52,36	5,56	0,87						
ESK 130	84,19	372,95	<0,5	4,86			5,49	0,84	579	7,199	0,514	6,723	4,956	288
ESK 134	85,59	370,99	<0,5			52,34	5,51	0,84						
ESK 135	84,23	370,89	<0,5	4,60		52,30	5,72	0,88						
ESK 184	85,91	371,60	<0,5			51,73	5,54	0,72	554	5,943	0,947/0, 834	6,382	4,97	291
ESK 185	86,98	371,27	<0,5			51,78	5,38	0,69						
ESK 186	87,68	364,32	<0,5	5,34			5,44	0,66						
ESK 187	86,64	348,03	<0,5	5,69			4,91	0,64						
ESK 188	88,44	364,79	<0,5	4,95		51,95	5,35	0,68	507	8,258	0/0	6,44	4,929	401
ESK 189	88,67			5,29		51,88								
ESK 212	89,52			5,04		52,04								
ESK 213	88,05			5,17		51,80								
ESK 214	88,63	359,37	<0,5			51,92	5,02	0,68	511	7,028	0/0	6,56	4,817	281
ESK 215	87,95	359,85	<0,5	5,79			5,05	0,72	527	8,15	0/0	6,604	4,748	270
ESK 216	88,16	355,42	<0,5	5,08		52,31	5,14	0,71						
ESK 222	89,29	360,59	<0,5	5,18			5,22	0,64	448	7,232	0/0	6,581	4,77	301
ESK 223	88,70	369,67	<0,5	4,66			5,20	0,80						
ESK 224	88,95	355,35	<0,5	5,00		52,15	4,67	0,67						
ESK 225	89,45	359,40	<0,5			52,71	4,98	0,68						
ESK 226	89,34	358,28	<0,5			51,95	4,95	0,71						
ESK 266	89,69			4,23		52,85								
ESK 267	89,87	354,15	<0,5			52,79	4,24	0,56	553	5,724	0/0	6,35	4,777	265
ESK 268	88,57			4,96		52,44								
ESK 269	88,33	354,62	<0,5	4,08		52,65	4,44	0,64						

**Fortsetzung von Tabelle 9-16:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 270	87,21	342,93	<0,5	4,13			4,57	0,62						
ESK 297	89,53	379,43	<0,5	3,89			4,80	0,91						
ESK 298	87,58	378,41	<0,5	4,33			4,95	0,82	602	2,745	0,247	6,727	4,685	290
ESK 299	86,69	375,11	<0,5	4,08		52,79	4,71	0,98						
ESK 300	87,03			3,88		52,87								
MW	87,83	363,99	<0,5	4,75		52,30	5,08	0,74	535	6,53	0,38	6,55	4,83	298
STABW	1,52	9,85		0,57		0,40	0,39	0,11	48	1,78	0,19	0,14	0,11	43
Min	84,19	342,93		3,88		51,73	4,24	0,56	448	2,75	0,25	6,35	4,69	265
Max	89,87	379,43		5,79		52,87	5,72	0,98	602	8,26	0,51	6,73	4,97	401
n	30	23	0	22		21	23	23	8	8	2	8	8	8

**Tabelle 9-17:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 212	30,60			56,99	24,34	5,61								
ESK 213	21,85	3,76	13,52	56,22	28,01		7,90	7,42	869	60,61	65,69	4,954	1,542	214
ESK 214	31,66	4,46	14,18	56,60	26,25		7,53	7,12	874	65,47	66,14	4,659	1,854	194
ESK 215	30,35	3,87	12,54		31,91	5,02	8,5	7,26						
ESK 216	22,14	3,73	13,61	56,26		5,23	7,75	7,29						
ESK 222	21,40	3,87	13,54	56,03	28,21		8,22	7,32	876	65,72	63,16	4,239	1,876	223
ESK 223	21,56	3,57	13,19	55,12		4,97	7,98	7,19						
ESK 224	29,26			56,75	23,21	5,10								
ESK 225	29,21			56,87	27,87	5,12								
ESK 226	29,53	3,76	11,92		19,27	5,06	8,55	7,05						
ESK 266	29,09	3,53	13,68	54,54	28,99		8,11	7,13	899	56,61	63,2	3,511	1,732	226
ESK 267	32,34			55,47	27,73	5,00								
ESK 268	31,49			54,92	27,73	5,06								
ESK 269	21,97	3,7	14,68		23,28	5,04	8,68	7,12						
ESK 270	29,71	3,68	14,09	55,77		5,07	8,00	6,94						
ESK 297	36,29	4,26	14,22		16,61		6,62	5,12						
ESK 298	43,53	4,28	12,98	54,13	20,21		4,60	4,82	638	53,42	67,25	3,64	1,822	94
ESK 299	36,81	4,39	13,32	56,17		4,76	6,07	6,06						
ESK 300	39,83					4,87								
MW	29,93	3,91	13,50	55,85	25,26	5,07	7,58	6,76	831	60,37	65,09	4,20	1,77	190
STABW	6,31	0,32	0,74	0,89	4,29	0,20	1,16	0,86	109	5,41	1,83	0,63	0,14	55
Min	21,40	3,53	11,92	54,13	16,61	4,76	4,60	4,82	638	53,42	63,16	3,51	1,54	94
Max	43,53	4,46	14,68	56,99	31,91	5,61	8,68	7,42	899	65,72	67,25	4,95	1,88	226
n	19	13	13	14	14	13	13	13	5	5	5	5	5	5

**Tabelle 9-18:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 128	31,13	3,51	13,61			4,69	5,45	5,52						
ESK 129	38,75	4,28	14,64			4,53	4,17	5,62						
ESK 130	32,23	3,56	13,56	56,97	30,43		5,57	6,29	563	52,14	71,81	4,029	1,825	143
ESK 134	31,78			55,98	30,85	4,78								
ESK 135	31,14			55,99	30,07	4,98								
ESK 184	42,89	3,62	14,55	57,23	29,80		3,59	6,04	513	54,34	60,46	4,302	1,467	217
ESK 185	43,08	3,72	14,91			4,40	3,74	5,66						
ESK 186	43,46	3,71	15,24	56,53	30,59		3,56	5,9						
ESK 187	41,80			57,30	28,31	4,48								
ESK 188	43,29			55,63	16,68	4,49								
ESK 189	42,76	3,71	14,15	56,93		4,39	3,59	5,94	537	56,1	60,38	4,185	1,563	216
<b>MW</b>	<b>38,39</b>	<b>3,73</b>	<b>14,38</b>	<b>56,57</b>	<b>28,10</b>	<b>4,59</b>	<b>4,24</b>	<b>5,85</b>	<b>537</b>	<b>54,19</b>	<b>64,22</b>	<b>4,17</b>	<b>1,62</b>	<b>192</b>
STABW	5,57	0,26	0,64	0,64	5,11	0,21	0,89	0,27	25	1,98	6,58	0,14	0,19	42
Min	31,13	3,51	13,56	55,63	16,68	4,39	3,56	5,52	513	52,14	60,38	4,03	1,47	143
Max	43,46	4,28	15,24	57,30	30,85	4,98	5,57	6,29	563	56,10	71,81	4,30	1,83	217
n	11	7	7	8	7	8	7	7	3	3	3	3	3	3

## Breitrandschildkröte (*Testudo marginata*)

**Tabelle 9-19:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Breitrandschildkröte (*Testudo marginata*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 137	80,93	369,37	<0,2	4,57	52,30	4,92	0,66	431	8,972	3,285	6,137	4,578	418
ESK 227		373,50	<0,1	4,54	52,58	5,15	0,74	487	13,24	2,71	4,239	4,748	457
ESK 228	87,47	339,53	<0,1	4,73	52,50	4,75	0,65	430	9,562	1,15	5,611	3,843	324
ESK 229	88,76	395,69	<0,1	5,55	53,53	4,77	0,66	474	17,08	0	6,907	4,97	681
ESK 230	88,02	411,46	<0,1	5,03	52,48	4,75	0,70	640	12,85	0	7,121	5,173	583
ESK 231	88,25	404,09	<0,1	5,07	52,33	5,64	0,73						
ESK 232	87,37	413,10	<0,1	5,32	52,25	5,05	0,73						
ESK 233	87,47	399,31	<0,1	4,98	52,35	4,86	0,66	577	24,6	0	6,968	5,193	626
ESK 234	89,37	374,88		4,62	52,47	5,28	0,66	469	16,22	0	6,491	4,705	353
ESK 235	87,27	374,75		5,16	52,30	4,04	0,62	517	17,21	0,845	7,41	4,731	285
ESK 236	86,79	372,86		5,16	52,11	4,36	0,63						
ESK 237	86,91	375,15		4,50	52,56	3,73	0,56						
ESK 238	87,70	368,17		5,18	51,99	4,35	0,60						
ESK 239	86,41	373,40		5,12	52,23	4,82	0,64						
ESK 240	86,24	367,82		5,72	52,17	5,48	0,69						
MW	87,07	380,87	<0,2	5,01	52,41	4,80	0,66	503	14,97	1,00	6,36	4,74	466
STABW	1,97	19,87		0,37	0,35	0,52	0,05	73	5,02	1,32	1,03	0,43	148
Min	80,93	339,53		4,50	51,99	3,73	0,56	430	8,97	0,00	4,24	3,84	285
Max	89,37	413,10		5,72	53,53	5,64	0,74	640	24,60	3,29	7,41	5,19	681
n	14	15	8	15	15	15	15	8	8	8	8	8	8

**Tabelle 9-20:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Breitrand Schildkröte (*Testudo marginata*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)	Ca/P
ESK 137															
ESK 227	30,90	3,18	13,16	56,36		4,92	7,00	7,00	799	69,33	76,79	4,119	1,701	142	0,24
ESK 228	22,86	3,30	13,28	55,11		4,78	6,57	6,74	870	69,79	82,65	4,123	1,763	148	0,25
ESK 229	22,72	3,40	13,35	56,34		4,80	6,43	6,65	859	66,39	83,7	3,789	1,681	158	0,25
ESK 230	30,16	3,12	13,03	55,43	24,07	4,90	6,69	6,80	861	61,41	81,11	3,817	1,801	169	0,24
ESK 231	20,97			55,48	25,06	4,98									
ESK 232	32,53			55,99	27,32	4,85									
ESK 233	30,91	3,26	13,79	55,52	21,78		6,57	6,73	865	65,55	82,51	4,038	1,877	164	0,24
ESK 234	31,43	3,16	14,08	57,79	21,45		6,67	6,96	878	65,62	86,1	3,96	1,848	144	0,22
ESK 235	30,95	3,25	13,52	55,14	25,44	4,83	7,51	7,29	832	62,08	81,71	3,796	1,764	161	0,24
ESK 236	30,01	4,48	13,66	52,83	29,15	4,84	7,40	6,51							0,33
ESK 237	22,52	3,86	12,98	50,81	32,50	4,66	7,59	6,61							0,3
ESK 238	31,65	3,70	13,13	51,44	28,48	4,57	7,53	6,42							0,28
ESK 239	29,89	3,87	13,55	52,99	24,31	4,82	7,52	6,83							0,29
ESK 240	22,79	3,67	13,17	51,61	28,09	4,71	7,40	6,60							0,28
MW	27,88	3,52	13,39	54,49	26,15	4,81	7,07	6,76	852	65,74	82,08	3,95	1,78	155,14	0,26
STABW	4,33	0,41	0,33	2,15	3,32	0,11	0,46	0,24	27	3,21	2,84	0,15	0,07	10,49	0,03
Min	20,97	3,12	12,98	50,81	21,45	4,57	6,43	6,42	799	61,41	76,79	3,79	1,68	142,00	0,22
Max	32,53	4,48	14,08	57,79	32,50	4,98	7,59	7,29	878	69,79	86,10	4,12	1,88	169,00	0,33
n	14	12	12	14	11	12	12	12	7	7	7	7	7	7	12



## Russische Landschildkröte (*Testudo horsfieldii*) und Ägyptische Landschildkröte (*Testudo kleinmanni*)

**Tabelle 9-21:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Russischen Landschildkröte (*Testudo horsfieldii*) und Ägyptischen Landschildkröte (*Testudo kleinmanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
<b>Russische Landschildkröte (<i>Testudo horsfieldii</i>)</b>													
ESK 131	82,44	367,28	<0,05	5,43	51,69	5,51	0,92	491	16,61	0,188	6,84	4,37	330
ESK 133	85,42	369,27	<0,05	5,01	52,31	5,44	0,85	583	20,33	0,128	6,40	4,49	358
ESK 136	83,15	370,26	<0,05	5,58	51,83	5,87	1,05	567	33,75	0	7,09	4,57	337
<b>Ägyptische Landschildkröte (<i>Testudo kleinmanni</i>)</b>													
ESK 037	83,12	373,39	<0,1	4,52		5,42	0,97	444	19,11	1,017	6,86	4,61	265
ESK 038	85,50			5,21	52,50								
ESK 039	84,09	368,60	<0,4		52,76	5,19	1,08	452	33,91	1,373	6,48	4,70	211

**Tabelle 9-22:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Russischen Landschildkröte (*Testudo horsfieldii*) und Ägyptischen Landschildkröte (*Testudo kleinmanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
<b>Russische Landschildkröte (<i>Testudo horsfieldii</i>)</b>														
ESK 131	22,11	3,2	14,06	53,59	12,82	4,11	2,97	5,46	543	94,17	83,7	3,75	1,18	63
ESK 133	23,95	3,35	14,62	53,98	25,69	4,02	2,72	5,47	538	87,83	83,52	3,66	0,98	64
ESK 136	49,61	3,25	14,08	54,27	20,45	4,01	2,48	5,16	505	84,36	81,21	3,59	0,92	60
<b>Ägyptische Landschildkröte (<i>Testudo kleinmanni</i>)</b>														
ESK 037	23,05	3,49	13,91	55,26	6,56	4,29	5,56	5,04	591	43,95	97,24	3,02	0,43	337
ESK 038	22,59	3,4	11,93	53,93	23,07	4,00	5,78	3,85	630	56,07	90,06	3,07	0,75	349
ESK 039	19,82	4,98	11,03	54,83	15,34	4,43	6,28	2,75	672	41,93	89,99	3,03	0,26	345

## Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*)

**Tabelle 9-23:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 241	87,93	350,48	---	9,44		51,61	3,65	0,42	497	27,41	<5	5,57		
ESK 242	87,17	338,40	---	8,33			4,28	0,27	484	27,34	<5	5,63		
ESK 243	86,80	355,82	---	9,54		54,42	4,23	0,61	540	45,11	<5	6,08		
ESK 244	87,58	353,79	---	9,26		51,22	4,13	0,57	516	21,84	<5	5,92	5,07	319
ESK 245	86,94	363,26	---	8,56		50,48	4,16	0,53	527	23,88	<5	5,93	5,02	332
ESK 246	87,42	354,51	---	7,36	---	51,04	4,18	0,54	513	22,19	<5	5,40		
ESK 247	84,04	348,68	---	9,36		50,68	4,08	0,59	517	26,36	<5	6,01		
ESK 248	88,01	345,59	---	8,62		51,15	4,01	0,45	492	26,30	<5	5,39		
ESK 249	86,70	354,29	---	8,38		51,31	4,11	0,63	481	19,86	<5	5,47	4,84	299
ESK 250	87,55	348,99	---	8,72		50,84	3,99	0,51	546	44,26	<5	5,79	4,98	241
ESK 251	88,42	380,63	---	8,39		51,09	4,18	0,58	586	27,97	<5	6,00	5,05	325
ESK 252	87,49	350,06	---	8,65		50,78	4,13	0,61	484	22,91	<5	5,80	4,72	315
ESK 253	87,85	305,58	---	7,89	---	50,84	3,91	0,44	420	30,50	<5	5,37	4,77	343
ESK 254	85,05	308,58	---	9,94		49,58	3,87	0,43	443	40,38	<5	5,48	4,70	518
ESK 255	89,02	284,92	---	6,99	---	58,90	3,57	0,39	331	37,22	<5	5,43	4,79	418
ESK 256	85,29	281,61	---	10,53		54,81	3,79	0,41	391	35,21	<5	5,22	4,73	290
ESK 257	87,44	357,90	---	9,30		51,29	4,18	0,56	518	46,83	<5	5,84		
ESK 258	86,53	308,74	---	9,62	---	49,42	3,92	0,43	429	51,69	<5	5,30		
ESK 259	86,83	368,37	---	8,15		50,58	4,26	0,60	536	27,20	<5	5,79		
ESK 260	84,84	371,92	---	8,62		54,39	4,22	0,62	533	44,08	<5	5,64		
ESK 261	87,16	332,11	---	8,24		50,50	4,04	0,49	466	26,22		5,37		
ESK 262	87,52	362,08	---	8,60			4,18	0,57	525	42,59		5,58		
ESK 263	85,49	360,18	---	8,37		50,48	4,22	0,65	517	45,64		5,62		
ESK 264	88,06	365,24	---	8,69		50,95	4,14	0,57	550	39,31		5,57		
ESK 265	87,83	353,84	---	8,07		50,78	3,51	0,36	505	37,69		5,18		
MW	87,00	344,22	---	8,70	---	51,61	4,04	0,51	494	33,60	<5	3,57	4,87	340
STABW	1,21	26,24		0,79		2,11	0,22	0,10	55,9	9,53		0,40	0,15	76,8
Min	84,04	281,61		6,99		49,42	3,51	0,27	331	19,86		3,34	4,70	241
Max	89,02	380,63		10,53		58,90	4,28	0,65	586	51,69		5,44	5,07	518
n	25	25	25	25	4	23	25	25	25	25	20	25	10	10

**Tabelle 9-24:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Spornschildkröte (*Geochelone sulcata*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 241	26,78	3,27	13,57	55,90	32,34	4,86	6,14	5,52	1016	43,13	77,71	3,77		
ESK 242	27,07	3,59	14,39	55,03	30,31	4,76	6,05	5,59	968	39,92	76,86	3,60		
ESK 243	25,31	3,45	14,81	54,22	32,79	4,80	6,68	5,97	1035	25,80	72,74	3,60		
ESK 244	25,49	3,14	14,60	55,77	35,22	4,75	6,64	5,88	959	41,78	74,68	3,58	0,58	103
ESK 245	24,86	4,31	14,56	54,77	33,25	4,80	6,92	5,70	1040	30,13	70,91	3,47	0,54	83
ESK 246	25,65	3,33	14,84	56,03	30,93	4,86	6,72	5,52	1040	40,57	73,86	3,49		
ESK 247	25,60	3,10	14,39	55,10	31,63	4,68	6,27	5,60	999	41,04	73,73	3,46		
ESK 248	26,08	3,42	14,51	55,58	30,06	4,68	6,74	5,96	990	34,76	73,06	3,44		
ESK 249	25,85	3,32	12,16	55,38	31,19	4,70	7,12	5,53	1022	37,28	72,52	3,50	0,47	94
ESK 250	26,83	3,44	14,32	56,01	27,74	4,69	6,33	5,59	999	41,29	75,60	3,46	0,50	97
ESK 251	25,72	3,27	13,08	55,56	28,42	4,67	6,56	5,60	972	41,58	72,17	3,53	0,31	103
ESK 252	26,42	3,42	14,36	55,52	31,69	4,65	6,44	5,81	1010	40,32	72,62	3,56	0,36	97
ESK 253	26,60	3,37	14,57	55,73	30,66	4,68	5,93	5,47	1003	43,62	73,48	3,66	0,25	96
ESK 254	28,21	3,23	13,70	55,50	32,11	4,63	6,14	5,35	947	34,98	73,52	5,44	0,22	99
ESK 255	27,60	3,17	12,61	56,91	30,63	4,66	5,93	5,38	1007	42,43	73,47	3,48	0,17	95
ESK 256	28,65	3,11	13,79	55,81	29,83	4,80	5,72	5,07	932	41,61	74,04	3,53	0,10	94
ESK 257	27,66	3,26	13,67	55,85	32,28	4,65	5,86	5,41	941	43,58	72,20	3,34		
ESK 258	27,23	3,10	13,82	56,36	31,54	4,67	5,80	5,38	919	40,37	72,17	3,39		
ESK 259	27,38	3,10	13,72	56,75	32,80	4,76	5,93	5,20	963	41,08	72,53	3,38		
ESK 260	27,13	4,24	13,74	56,40	31,88	4,91	5,92	5,48	960	42,60	71,12	3,36		
ESK 261	26,54	3,74	13,55	56,97	32,41	4,80	6,31	5,56	976	43,43	73,39	3,44		
ESK 262	27,59	3,02	13,40	55,81	33,58	4,84	6,06	5,00	974	41,60	70,98	3,36		
ESK 263	27,18	3,19	13,66	57,07	29,92	4,76	5,96	5,50	959	42,91	70,84	3,53		
ESK 264	31,25	3,24	13,46	55,60	30,56	4,74	6,20	5,47	1015	42,30	74,76	3,53		
ESK 265	25,55	3,35	14,07	58,54	26,75	4,91	5,54	5,09	983	44,28	76,86	3,47		
MW	26,81	3,37	13,89	55,93	31,22	4,75	6,24	5,51	985	40,10	73,43	3,57	0,35	96,
STABW	1,34	0,32	0,67	0,87	1,86	0,08	0,40	0,25	34	4,41	1,85	0,40	0,17	5,6
Min	24,86	3,02	12,16	54,22	26,75	4,63	5,54	5,00	919	25,80	70,84	3,34	0,10	83
Max	31,25	4,31	14,84	58,54	35,22	4,91	7,12	5,97	1040	44,28	77,71	5,44	0,58	103
n	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	10	10

## Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

**Tabelle 9-25:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 048	74,67	261,64	0,28				4,19	1,17	1790	171,20	12,33	15,61	6,32	
ESK 049	71,83					38,19								
ESK 050	74,24					38,84								
ESK 051	73,08	258,23	0,62				4,33	1,29	1710	63,65	11,15	13,99	4,82	
ESK 052	75,76	257,79	0,35				4,05	1,02						350
ESK 053	72,86	248,41	0,32				4,03	0,88						350
ESK 054	72,46	263,04	0,59				4,55	1,40						270
ESK 055	71,64			29,72										
ESK 056	77,27	257,30	0,42				4,39	1,32						
ESK 057	72,86			30,00										
ESK 058	75,34	264,32	0,33				4,16	0,98						
ESK 059	71,01			29,66										
ESK 060	72,73					38,92								
ESK 061		258,84	0,34				4,50	0,93	1810	36,34	8,75	15,54	4,01	
ESK 062	79,17	267,67	0,21				4,45	0,83	1660	64,16	10,70	16,31	5,05	
ESK 063	76,92					38,28								
ESK 064	76,36					39,99								
ESK 065	72,55			27,91										
ESK 066	76,79			28,18										
ESK 067	71,74					36,01								
ESK 068	79,45	268,92	0,19				4,54	0,92						230
ESK 069	75,47			27,41										
ESK 070						38,83								
ESK 071				29,76		41,08								
ESK 072	77,78	270,26	0,21				4,92	0,91	2140	68,93	8,17	16,26	5,82	
ESK 073	80,68	271,36	0,22				4,76	0,97						320

**Fortsetzung von Tabelle 9-25:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 074	76,56					39,49								
ESK 075	77,61	272,02	0,38				4,76	0,88	1510	61,19	10,75	15,20	5,70	
ESK 076	73,85			28,25										
ESK 077	75,00	265,30	0,31				4,75	1,14	1780	84,22	9,99	14,20	6,27	
ESK 078	75,32	268,73	0,29				4,66	1,22						290
ESK 079	76,81	262,60	0,35				4,77	1,22						220
ESK 080	76,39	260,80	0,33				4,66	1,05						230
ESK 081	79,17	265,36	0,34				4,78	1,27						
ESK 082	75,00	274,14	0,36				4,85	1,19						
ESK 083	78,57	270,33	0,29				4,97	0,95						
ESK 084	76,39	271,27	0,32				4,87	1,01						
ESK 085	77,78	272,48	0,38				4,78	1,19						
ESK 086	76,56			27,13										
ESK 087	73,97	266,73	0,32				4,71	1,15						
ESK 088	75,76	265,79	0,25				4,65	1,12						
ESK 089	76,12	271,36	0,24				4,68	1,01						
ESK 138	65,00					37,68								
ESK 139	68,12			27,62										
ESK 140	76,06	270,76	0,05				5,24	0,87	2170	8,24	1,54	8,70	3,32	
ESK 141	68,25					38,52								
ESK 142	76,14	284,31	0,17				4,90	0,82	2350	10,07	1,52	9,74	3,71	
ESK 143	66,67			28,53										
ESK 144	52,38					38,68								
ESK 145	80,95	262,67	0,23				4,74	1,36	2230					214
ESK 146	63,38			28,58										
ESK 147	64,14				--									

**Fortsetzung von Tabelle 9-25:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 148	60,75			29,80		42,60								
ESK 301	77,94					39,79								
ESK 302	80,28					40,97								
ESK 303	74,70	257,37	0,23				4,92	1,17	1690	380,10	4,04	9,04	10,15	
ESK 304	71,79	260,80	0,42				5,46	1,44	1880					225
ESK 305	77,46					39,49								
ESK 306	77,14				--									
ESK 307	79,73				--									
ESK 308	78,08			26,68										
ESK 309	80,28			25,89										
ESK 310	78,57			26,03										
ESK 311	76,25	270,10	0,43				4,74	1,18	2060					190
ESK 312	78,57				--									
MW	74,45	265,83	0,32	28,20	---	39,21	4,67	1,09	1906	94,81	7,89	13,46	5,52	262
STABW	5,16	6,85	0,11	1,35		1,52	0,31	0,18	256	110,12	4,05	3,07	1,94	57
Min	52,38	248,41	0,05	25,89		36,01	4,03	0,82	1510	8,24	1,52	8,70	3,32	190
Max	80,95	284,31	0,62	30,00		42,60	5,46	1,44	2350	380,10	12,33	16,31	10,15	350
n	63	31	31	17	4	17	31	31	13	10	10	10	10	11

**Tabelle 9-26:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 048	20,42		11,21		35,24		9,30	7,26	982		67,22	7,90	<2,1	
ESK 049	17,65				27,12									
ESK 050	18,34				30,78									
ESK 051	20,00	6,39	11,65			5,61	8,57	6,52	1070	45,43	68,87	9,03	<1,6	
ESK 054	18,20	5,87	11,34	53,17			9,06	7,06	1270	37,35	68,21	9,03	<1,5	
ESK 055	19,10					5,32								
ESK 056	18,82	6,00	11,18	50,93			9,45	7,00	1080	38,31	68,82	9,88	<3,5	
ESK 057	18,92			52,92										
ESK 058	20,73	6,18	11,43		33,55		6,89	5,85			76,47			180
ESK 059	17,04			53,62										
ESK 060	19,29					5,48								
ESK 075					27,91									350
ESK 084	23,01	5,56	11,66		35,49		6,56	6,01						220
ESK 086	22,18					5,22								
ESK 089	23,35	5,68	12,07	53,84			7,01	5,57						180
ESK 143/4	24,39			54,48	25,00	5,14								
ESK 147	21,52			53,44	24,54	5,28								
ESK 148	23,01				28,25									
ESK 301	22,15					5,07								
ESK 302	22,41					5,03								
ESK 303	21,36	5,90	14,36	52,94			5,34	6,50	1010	58,51	58,08	3,75	0,00	259
ESK 304	24,31					5,29								
ESK 305	22,94					5,24								
ESK 306	22,72			52,40	29,10									
ESK 307	23,85	5,84	13,87	52,10			7,66	6,43	908	37,84	56,33	3,56	0,00	405
ESK 308	24,47	5,55	13,60	52,48			6,19	7,16						

**Fortsetzung von Tabelle 9-26:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 309	22,41			52,13	24,83									
ESK 310	22,61			51,81	26,82									
ESK 311	23,26	5,74	13,81	53,12			4,60	6,39						
ESK 312	22,80			52,83	28,06									
MW	21,42	5,87	12,38	52,81	28,98	5,27	7,33	6,52	1053	43,49	66,29	7,19	0,00	266
STABW	2,19	0,27	1,25	0,88	3,75	0,18	1,63	0,56	123	9,03	6,93	2,81	0,00	93
Min	17,04	5,55	11,18	50,93	24,54	5,03	4,60	5,57	908	37,35	56,33	3,56	0,00	180
Max	24,47	6,39	14,36	54,48	35,49	5,61	9,45	7,26	1270	58,51	76,47	9,88	0,00	405
n	29	10	11	15	13	10	11	11	6	5	7	6	2	6

**Tabelle 9-27:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 052	44,33	5,96	11,807			4,70	2,83	5,07	605	69,64	76,47	10,19	3,3	
ESK 053	39,74	6,29	11,860			4,68	2,82	5,54	704	37,39	71,52	10,04	2,6	
ESK 061	28,21	5,57	11,663	52,26			6,12	5,39	722	38,26	61,33	11,48	1,4	
ESK 062	31,10	5,64	11,645	51,49			5,30	5,32	643	37,98	60,98	11,57	2,4	
ESK 063	30,89				29,49									
ESK 064	31,86				29,18									
ESK 065	31,20				25,02									
ESK 066	33,07					4,80								
ESK 067	28,43			53,26										
ESK 068	30,99	5,69	11,522	51,10			5,72	5,61	644	38,82	60,76	12,50	2,2	
ESK 069	34,38					4,84								



**Fortsetzung von Tabelle 9-27:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern der Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 070	34,86				30,70									
ESK 071	32,88					4,96								
ESK 072	30,95	6,32	11,905	52,59			5,91	5,02	714	43,52	65,62	12,97	2,5	
ESK 073	38,89	6,30	12,139		31,47		3,46	5,54	696	49,80	66,83	12,48	1,5	
ESK 074	27,07					5,24								
ESK 076	30,96					5,00								
ESK 077	46,06	5,65	12,065		33,37		1,89	4,96						304
ESK 078	26,39	3,63	12,074		27,07		3,35	5,46						247
ESK 079	44,31	5,55	11,667	52,45			1,96	5,06						233
ESK 080	24,24	6,11	12,960	56,11			2,11	5,55						278
ESK 081	31,74	5,15	11,171			4,85	1,92	4,65						263
ESK 082				55,04	25,57									313
ESK 083						5,04								514
ESK 085		5,84	12,290	51,73			1,94	4,96						
ESK 087	44,98	5,94	12,717		27,46		1,89	5,51						
ESK 088	34,25	5,47	11,984	54,19			2,09	5,19						
ESK 138/9	31,57				28,25	5,05								
ESK 140/1	31,79			54,65		5,05								
ESK 142/5/6	31,76			54,55	24,99									
MW	33,59	5,67	11,96	53,28	28,42	4,93	3,29	5,25	675	45,06	66,22	11,60	2,27	307
STABW	5,81	0,66	0,45	1,59	2,74	0,17	1,64	0,29	45	11,71	5,99	1,15	0,66	95
Min	24,24	3,63	11,17	51,10	24,99	4,68	1,89	4,65	605	37,39	60,76	10,04	1,40	233
Max	46,06	6,32	12,96	56,11	33,37	5,24	6,12	5,61	722	69,64	76,47	12,97	3,30	514
n	27	15	15	12	11	11	15	15	7	7	7	7	7	7

## Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*)

**Tabelle 9-28:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 154	72,62					40,65								
ESK 155	74,70					40,14								
ESK 156	74,03			24,96										
ESK 157	75,31			26,22										
ESK 158	72,41	270,68	0,46				4,65	1,31			2,914	8,233		127
ESK 159	71,11	273,50	0,31				4,96	1,57			2,475	7,911		120
ESK 160	76,19	286,15	0,38				4,89	1,39			2,463	7,699		110
MW	73,77	276,78	0,38	25,59		40,40	4,83	1,42			2,62	7,95		119
STABW	1,80	8,24	0,08	0,89		0,36	0,16	0,13			0,26	0,27		9
Min	71,11	270,68	0,31	24,96		40,14	4,65	1,31			2,46	7,70		110
Max	76,19	286,15	0,46	26,22		40,65	4,96	1,57			2,91	8,23		127
n	7	3	3	2		2	3	3			3	3		3

**Tabelle 9-29:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 154	31,17	5,01	13,46	54,53	19,30	4,89	4,64	5,73	1060	68,02	49,48	0	2,245	504
ESK 155	28,69	5,28	13,11	55,11	22,94	4,83	4,74	5,71	1100	76,91	54,76	3,278	2,92	419
ESK 156	28,68	5,40	13,19	55,40	23,60	5,18	5,13	6,04	1040	63,06	56,67	3,074	2,522	565
ESK 157	29,04	5,29	13,27	54,56	20,13	4,58	4,21	5,74	956	68,15	51,73	3,1	2,445	466
ESK 158	30,26	5,27	13,13	55,51	19,94	4,99	4,23	5,19	1080	76,41	52,37	3,121	2,464	443
ESK 159	30,51	4,99	14,16	53,47	21,89	4,95	4,60	6,03	1090	75,33	46,34	2,768	1,87	365
ESK 160	32,07	4,99	13,88	55,28	18,38	4,83	4,17	5,65	1020	102,5	48,29	2,747	1,943	405
MW	30,06	5,18	13,46	54,84	20,88	4,89	4,53	5,73	1049	75,77	51,38	2,58	2,34	452
STABW	1,31	0,17	0,41	0,72	1,95	0,18	0,35	0,28	50	12,88	3,63	1,16	0,36	66
Min	28,68	4,99	13,11	53,47	18,38	4,58	4,17	5,19	956	63,06	46,34	0	1,87	365
Max	32,07	5,4	14,16	55,51	23,6	5,18	5,13	6,04	1100	102,5	56,67	3,278	2,92	565
n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

## Echte Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

**Tabelle 9-30:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 043	73,15			25,97		41,85								
ESK 044	77,78	277,47	0,38				5,09	1,18	1270	16,91	1,517	8,023	4,699	379
ESK 161	68,75			32,25										
ESK 162	76,40	248,84	0,38				4,30	1,23	1410		7,924			146
ESK 163	67,90				--									
ESK 164	66,67				--									
ESK 165	71,95					37,28								
ESK 166	66,23					36,58								
ESK 167	62,50					34,21								
ESK 170	45,52	262,59	0,28				4,68	1,35	1570		7,137			130
ESK 171	38,41	257,41	0,28				4,61	1,44	1580		7,798			134
ESK 172	37,91			27,17										
ESK 173	36,65			28,75										
ESK 174	42,55					39,75								
MW	59,46	261,58	0,33	28,54	0	37,93	4,67	1,3	1458	16,91	6,09	8,02	4,70	197
STABW	15,54	12,02	0,06	2,73		2,95	0,33	0,12	147		3,07			121
Min	36,65	248,84	0,28	25,97		34,21	4,3	1,18	1270		1,517			130
Max	77,78	277,47	0,38	32,25		41,85	5,09	1,44	1580		7,924			379
n	14	4	4	4	2	5	4	4	4	1	4	1	1	4

**Tabelle 9-31:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 043	27,61	5,91	14,27	57,13	17,15	5,22	4,77	5,80	796	76,71	99,76	2,81	1,927	446
ESK 161	31,15	5,64	13,95	54,58	20,27	4,35	2,44	3,61	1080	82,59	36,67	2,636	1,824	516
ESK 162	30,00	5,68	13,27	54,43	20,42	4,45	2,65	4,00	1030	71,39	34,95	2,555	1,58	522
ESK 163	30,75	5,62	13,49	55,47	22,22	4,53	2,66	3,73	944	57,28	35,24	2,482	1,356	541
ESK 164	29,96	5,75	13,72	54,49	18,81	4,74	2,66	3,55	1010	56,34	34,02	2,532	1,522	521
ESK 165	28,93	5,52	13,51	54,63	16,88	4,69	2,81	4,02	1060	55,07	32,9	2,638	1,208	449
ESK 166	30,34	5,62	11,86	54,52	18,99	4,60	2,93	3,24	1030	65,28	42,42	2,164	1,172	436
ESK 167	30,25	5,58	12,82	55,13	20,77	4,68	2,87	3,63	1060	73,62	41,41	2,248	1,588	446
ESK 170	31,72	5,13	12,00	53,24	22,86	4,74	3,49	4,92	930	79,27	46,61	2,104	1,608	390
ESK 171	32,56	5,20	12,64	53,51	24,46	4,93	3,44	5,23	937	79,35	44,73	2,035	1,754	435
ESK 172	31,79	5,42	12,83	53,72	22,16	4,82	3,29	5,09	986	76,21	47,21	2,334	1,686	364
ESK 173	32,21	5,20	11,69	53,43	24,21	4,99	3,33	4,85	861	60,79	39,78	1,591	0,463	350
ESK 174	32,67	5,10	12,16	53,56	24,89	4,74	3,08	4,76	942	81,85	47,55	2,039	0,517	435
MW	30,76	5,49	12,94	54,45	21,08	4,73	3,11	4,34	974	70,44	44,87	2,32	1,40	450
STABW	1,47	0,26	0,84	1,06	2,66	0,23	0,60	0,80	83	10,19	17,30	0,33	0,46	61
Min	27,61	5,10	11,69	53,24	16,88	4,35	2,44	3,24	796	55,07	32,90	1,59	0,46	350
Max	32,67	5,91	14,27	57,13	24,89	5,22	4,77	5,80	1080	82,59	99,76	2,81	1,93	541
n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

**Tabelle 9-32:** Nährstoffgehalte des Eigelbs eines Eis einer Echten Schmuckschildkröte (*Pseudemys sp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 044	33,45	5,63	14,06	55,8133	35,45	4,82	4,05	5,21	797,5	82,09	100,9	2,172	0,264	307

## Amerikanische Erdschildkröten (*Rhinoclemmys spp.*)

**Tabelle 9-33:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten (*Rhinoclemmys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 029	87,62	369,38	0,49	4,34		51,30	5,46	1,50	657	3,13	1,80	6,61	5,49	154
ESK 030	91,68	378,17	0,09	3,25	--	53,33	5,16	0,66	624	1,73	1,00	6,83	5,42	252
ESK 031	88,92	383,39	0,25	3,47		52,98	5,36	0,98	666	2,00	1,33	6,79	5,47	279
ESK 032	91,18	381,85	0,13	3,40		53,42	5,42	0,84	769	2,33	1,12	6,74	5,54	1004
ESK 033	95,94	385,83	0,12	3,00		54,24	4,90	0,57	571	2,25	0,32	6,75	5,63	636
ESK 035	95,77	382,38	0,03	2,05		54,33	4,85	0,55	558	1,25	0,41	6,66	5,52	73
ESK 034	93,59	382,16	0,06	3,16		53,80	5,08	0,55	534	1,14	0,21	6,83	5,43	1009
ESK 036	88,98	374,19	0,23	3,75		53,13	5,09	0,69	610	4,66	3,18	6,51	5,52	695
MW	91,71	379,67	0,18	3,30	0,00	53,32	5,17	0,79	624	2,31	1,17	6,72	5,50	513
STABW	3,17	5,45	0,15	0,66		0,95	0,23	0,32	75	1,14	0,98	0,11	0,07	374
Min	87,62	369,38	0,03	2,05		51,30	4,85	0,55	534	1,14	0,21	6,51	5,42	73
Max	95,94	385,83	0,49	4,34		54,33	5,46	1,50	769	4,66	3,18	6,83	5,63	1009
n	8	8	8	8	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8

**Tabelle 9-34:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten (*Rhinoclemmys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 029	30,90	6,87	13,97	54,53	26,48	5,66	7,07	7,76	1030	43,51	74,01	3,644	0,236	298
ESK 032	22,99	3,93	13,17	55,16	26,92	5,18	8,26	7,13	821	44,17	66,04	3,572	0,918	514
ESK 036	27,88	6,81	13,65	58,40	25,63	6,01	9,81	7,36	918	46,11	106,4	2,529	0,7	466

**Tabelle 9-35:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern Amerikanischer Erdschildkröten (*Rhinoclemmys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 030	28,52	4,10	14,67	53,83	30,76	4,42	2,73	6,17	468	33,94	81,51	3,284	0,304	494
ESK 031	25,45	4,64	12,99	50,61	29,68	4,40	5,04	4,41	771	35,71	67,21	3,246	0,835	466
ESK 033	19,05	4,74	14,08	57,99	23,30	4,80	5,62	4,84	846	46,03	72,88	5,278	0,155	450
ESK 034	19,15	4,03	13,96	57,80	25,93		4,01	5,93	613	43,93	72,85	4,136	0	394
ESK 035	19,16	5,07	12,44	56,26	27,32	5,07	5,53	4,57	766	47,58	68,4	4,791	0	423

## Anhang 4

### Nährstoffgehalte in Schale und Inhalt von Schlangeneiern

#### Kornnatter (*Pantherophis guttatus*)

**Tabelle 9-36:** Nährstoffgehalte der Schale von Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*)

Probe	TS 1 (% uS)	TS 2 (% uS)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ES 008/009	57,14	64,00	121,16	2,100				2,52	4,41	13,94	4,823	819
ES 010/011	65,38	68,00	128,78	2,168				2,11	3,09	13,89	3,889	560
ES 012/013	54,55	68,00	134,73	1,619				2,78	2,72	13,11	6,107	539
ES 015	52,17				60,43							
ES 016	59,09						22,08					
ES 014/017	58,62	59,26	117,58	2,403				2,33	3,84	13,79	3,56	554
ES 018/019	67,86	60,71	121,14	2,222				2,83	4,46	15,27	5,064	723
ES 020	57,69						20,44					
ES 021/022	55,88	64,52	112,66	2,712				1,97	3,85	14,87	11,75	707
ES 037	36,17				65,09							
ES 038	41,07						11,83					
ES 039	25,35				71,67							
ES 040	30,51		104,50	0,6				3,15	1,46	15,36	2,739	1208
ES 041	88,24						17,17					
ES 042	44,44				78,19							
ES 061/062	64,29	55,17	98,91	1,37				1,80	0,98	14,98	7,715	1381
ES 063/064	42,86	51,61	92,07	1,52				1,94	1,14	14,45	6,207	1364
ES 065/066	51,72	53,85	107,79	0,91				1,99	1,13	14,89	11,88	1224

**Fortsetzung von Tabelle 9-36:** Nährstoffgehalte der Schale von Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*)

Probe	TS 1	TS 2	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Cu	Mn	Se
	(% uS)	(% uS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ES 067/068	39,53	48,15	104,74	1,07				1,89	0,94	14,82	5,642	1330
ES 069/070	47,06	50,00	97,70	1,05				1,81	0,9	14,87	4,026	1616
ES 071	40,00						18,60					
ES 072	37,21						9,51					
ES 073	53,13						14,63					
ES 074	53,13						16,16					
ES 075	53,33						17,92					
ES 076	57,14						15,51					
ES 077	60,00				68,63							
ES 078	50,00				69,65							
ES 079	59,38				70,82							
ES 080	42,86				69,34							
ES 081	51,61				69,14							
MW	53,35		111,81	1,65	69,22		16,39	2,26	2,41	14,52	6,12	1002
STABW	11,51		13,13	0,67	4,80		3,78	0,46	1,46	0,69	2,98	388
Min	25,35		92,07	0,60	60,43		9,51	1,80	0,90	13,11	2,74	539
Max	88,24		134,73	2,71	78,19		22,08	3,15	4,46	15,36	11,88	1616
n	42		12	12	9	0	10	12	12	12	12	12

**Tabelle 9-37:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(% uS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ES 008	30,21	17,07	15,74		15,49		4,79	10,61	915	69,93	81,73	4,21	2,80	250
ES 009	34,13	16,47	15,30	43,59			4,62	10,83	895	63,90	77,20	2,86	3,40	260
ES 010	25,83	16,95	15,47	43,27			5,48	12,74	990	64,30	78,79	2,61	1,80	270
ES 011	30,90	17,19	15,46	43,96			4,48	10,82	1200	79,17	97,99	3,70	4,00	220
ES 012	31,11	17,22	15,68			8,12	3,76	11,56	966	65,01	83,83	3,39	1,40	200



**Fortsetzung von Tabelle 9-37: Nährstoffgehalte des Inhalts von Kornnattereiern (*Pantherophis guttatus*)**

Probe	TS (% uS)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ES 013	28,79	16,97	15,58		18,81		4,45	10,84	1000	62,51	77,07	2,75	2,30	250
ES 014	32,56	17,13	15,25				4,70	10,37	951	63,26	77,73	2,53	2,60	340
ES015	32,52				15,86	8,08								
ES016	26,94					8,05								
ES 017	31,98	17,15	15,40	43,74			4,74	11,00						
ES 018	27,91	17,09	15,44			7,89	4,80	9,94						
ES 019	29,37	16,73	15,27		16,34		4,76	10,91						
ES 020	30,58					7,89								
ES 021	27,94	17,59	15,45	43,46			4,77	10,42						
ES 022	32,78	16,92	15,17		16,35		4,89	10,90						
ES037	25,04			37,83	38,44									
ES038	29,20				32,01	8,29								
ES039-41		15,61	16,87	43,72	33,96	7,41	4,97	9,37	872	89,79	79,05	2,99	2,51	399
ES042				42,04		6,31								
ES061-3	26,47	15,47	17,17	43,41	26,34	7,51	5,62	9,48	847	95,88	77,92	2,96	2,65	288
ES064-6	26,36	15,27	16,94	43,39	28,69	7,35	4,83	9,76	845	100,60	77,34	2,94	2,49	417
ES067-9	25,85	15,60	16,98	43,98	32,52	7,54	5,14	10,25	867	103,50	79,35	3,09	2,67	490
ES070-2	42,62	15,94	16,99	43,28	28,23	7,30	4,60	8,09						
ES073-5	26,99	15,49	16,17	43,50	27,49	7,37	5,29	8,77						
ES076-8	26,40	15,20	16,70	44,29	27,90	7,51	4,93	9,74						
ES079-81	26,92	15,36	16,29	45,10	26,32	7,42	5,05	9,80						
MW	29,56	16,42	15,97	43,24	25,65	7,60	4,83	10,31	941	77,99	80,73	3,09	2,60	308
STABW	3,82	0,82	0,71	1,63	7,39	0,49	0,40	1,01	102	16,43	6,09	0,50	0,70	92
Min	25,04	15,20	15,17	37,83	15,49	6,31	3,76	8,09	845	62,51	77,07	2,53	1,40	200
Max	42,62	17,59	17,17	45,10	38,44	8,29	5,62	12,74	1200	103,50	97,99	4,21	4,00	490
n	24	20	20	15	15	15	20	20	11	11	11	11	11	11

## Verschiedene Schlangenspezies (*Serpentes*)

**Tabelle 9-38:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern verschiedener Schlangenspezies (*Serpentes*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)
<b>Rote Speikobra (<i>Naja mossambica</i>)</b>														
ES 047	60,00	83,49	2,513				2,07	2,79	6,171	1,727	469			
ES 048	63,93	78,48	2,377				1,85	2,63	5,792	1,869	652			
ES 049	53,03	76,77	2,337				1,86	2,49	5,88	1,683	595			
ES 050	32,65					16,87								
ES 051	33,70			72,94										
ES 052	33,94	75,68	2,1				3,94	4,65	9,598	3,034	454			
ES 053	30,43			73,42										
ES 054	31,73			75,44										
ES 055	35,51			72,91										
ES 056	33,00			73,22										
ES 057	30,25					17,72								
ES 058	29,84					17,88								
ES 059	32,79	64,05	2,051				2,84	3,48	8,855	2,022	427			
ES 060	34,88					17,75								
<b>Rote Königsnatter (<i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i>)</b>														
ES 001	55,28	101,01	3,97				3,15	2,73	7,187	3,284	897			
ES 002	52,20	104,07	3,54				3,13	2,55	7,222	3,3	1116			
		103,34	4,09				2,89	2,95	7,467	3,299	962			
ES 003	66,67			63,47										
ES 004	61,46			65,54										
ES 005	65,33					18,70								
ES 006	64,37					18,84								
<b>Spitzkopfnatter (<i>Gonyosoma oxycephala</i>)</b>														
ES 088	48,69	89,65	2,17	76,16		14,25	5,00	3,54	6,64	1,866	333	3140	36,22	7,007
ES 089	62,76				--									
ES 090	63,52	141,9	1,27	63,26		24,39	2,42	3,86		2,605	269	3570	3,355	2,798

**Tabelle 9-39:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern verschiedener Schlagenspezies (*Serpentes*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
<b>Rote Speikobra (<i>Naja mossambica</i>)</b>														
ES 047	51,21	17,95	13,82	50,10	30,97	6,77	1,45	2,99	1430	69,93	78,07	3,53	0,94	912
ES 048	48,67	18,72	14,82	50,56	28,87	7,05	1,03	2,65	1450	69,01	78,44	3,35	1,01	828
ES 049	39,38	18,58	14,06	49,80	30,20	6,92	2,35	2,44	1440	69,79	91,98	3,34	0,93	976
ES 050	15,73	18,69	13,94	48,52	26,24	8,08	4,13	8,54	1280	73,39	77,42	3,70	1,01	876
ES 051	16,37	18,52	13,29	48,07	29,59	8,25	4,35	9,21	1200	76,89	76,05	3,82	1,11	829
ES 052	19,39	18,06	14,13	49,60	27,09	7,87	3,91	7,79	1260	77,72	75,76	3,61	1,09	899
ES 053	15,82	18,49	13,83	49,15	26,42	7,79	3,86	7,21	1320	67,17	81,96	3,51	1,09	831
ES 054	13,86	18,62	13,83	48,43	26,77	7,46	2,74	4,82	1330	74,18	82,99	3,48	1,01	914
ES 055	17,96	18,25	13,71	49,30	25,71	8,04	4,14	8,92	1260	73,62	79,28	3,46	0,95	871
ES 056	17,77	16,87	12,84	48,78	26,79	7,88	4,28	8,48	1270	73,59	79,36	3,51	0,93	886
ES 057	16,23	18,04	13,87	49,39	28,39	8,12	4,14	9,75	1310	68,31	71,90	3,31	0,77	842
ES 058	15,95	18,74	13,96	49,06	25,76	8,46	4,51	10,20	1250	74,41	73,28	3,06	0,92	886
ES 059	17,99	18,15	14,02	49,18	27,31	7,65	3,43	5,53	1250	71,34	76,23	3,00	0,82	837
ES 060	17,45	18,74	13,66	49,73	28,19	7,77	3,58	7,19	1280	66,83	78,28	3,56	0,70	876
<b>Königspython (<i>Python regius</i>)</b>														
ES 046	25,01	21,47	15,78	51,36	19,13	9,48	5,45	11,31	1280	59,87	118,60	4,42	1,82	267
<b>Rote Königsnatter (<i>Lampropeltis triangulum sinaloae</i>)</b>														
ES 001	35,49	17,27	18,65	48,00	11,96	7,92	4,79	8,47	794	63,93	83,74	1,94	4,97	367
ES 002	34,36	17,23	17,95	47,01	16,06	7,79	4,63	8,03	919	65,37	97,30	2,17	5,32	355
ES 003	37,88	17,07	17,28	48,20	16,47	7,88	4,31	8,83	946	99,31	102,80	2,14	5,52	379
ES 004	37,04	17,54	17,34	47,26	17,91	7,71	4,01	7,71	939	70,14	96,95	2,21	5,33	357
ES 005	32,23	17,01	17,38	46,11	16,83	7,53	4,08	8,08	923	60,52	94,55	2,09	4,72	361
ES 006	33,38	16,60	17,17	47,74	18,28	7,60	4,08	7,43	950	63,80	97,17	2,06	5,04	368
<b>Spitzkopfnatter (<i>Gonyosoma oxycephala</i>)</b>														
ES 088	56,59	20,43	16,10	45,44	22,48	7,77	3,67	3,81	1690	63,83	65,44	2,68	3,56	583
ES 089	35,49	19,81	15,87	44,71	23,92	8,54	5,63	9,31	1170	64,76	63,94	2,30	3,63	652
ES 090	32,51	19,64	15,41	43,80	26,06	8,43	6,57	9,20	1180	64,72	62,52	2,25	3,21	557

## Anhang 5

### Nährstoffgehalte in Schale und Inhalt von Echseneiern

#### Bartagame (*Pogona vitticeps*)

**Tabelle 9-40:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
EE013	70,27			49,25							
EE014	57,78	135,62	2,26				3,95	4,48	2850	7,134	90
EE015	60,42					21,74					
EE027	57,45					21,95					
EE028	61,70	127,32	2,39				3,55	2,44	2300	8,564	92
EE029	60,00	125,62	2,71				3,77	5,02	2400	8,939	97
EE030	58,97			55,88							
EE031	44,23			60,62							
EE032	52,38			60,27							
EE033	44,68					21,98					
EE034	37,50	135,21	0,39				2,34	1,08	3020	3,145	150
EE035-037		136,58	0,71				2,85	0,97	2690	7,445	139
EE038-040						22,37					
EE041-043				61,28							
EE044	56,41			54,12							
EE045	53,06	143,81	1,25				3,55	3,1	2500	6,012	71
EE046	50,00	140,94	1,48				3,58	2,72	3310	3,499	58
EE047	52,50					23,73					
EE048	31,71					23,35					
EE065	72,73					20,01					
EE066	71,11			54,82							

**Tabelle 9-41:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern der Bartagame (*Pogona vitticeps*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
EE013	18,67	12,00	15,01	42,7297			6,86	14,94	893	85,35	39,14	2,282	0	101
EE014	19,43	11,56	13,93	42,8128			6,58	15,13						
EE015	21,58				38,29	7,49								
EE016	24,78				37,76	7,13								
EE027	27,32			46,7297	26,97	6,87								
EE028	25,99	12,05	15,85		27,19	6,68	5,17	10,08	1080	91,29	51,61	3,099	0	113
EE029	25,05	11,99	15,28	45,8833	24,10		5,25	10,18	1110	74,97	52,72	3,05	0	122
EE030	26,52	12,44	15,24	45,9872	23,39		5,34	10,14						
EE031	19,97			40,9540	40,50	6,68								
EE032	19,80			40,9112	37,78	6,41								
EE033	19,26	10,38	13,39			6,56	6,55	12,16	697	97,5	37,3	2,305	0	151
EE034	19,70	10,44	13,06			6,52	6,59	11,99						
EE035-037	17,61	11,25	13,91	43,4156			7,70	13,99	634	75,15	32,46	1,608	0	112
EE038-040	17,59			43,4851		7,26								
EE041-043	17,53				37,59									
EE044	23,52	12,33	15,05		15,59		5,84	13,11	806	89,11	44,3	2,569	0	92
EE045	18,49			43,3782	31,31									
EE046	17,50					7,14								
EE047	17,56					7,29								
EE048	16,97	12,33	14,73	43,0616			5,70	12,29	801	69,55	44,76	2,571	0	93
EE049	16,28	12,45	14,66	42,6494			5,41	12,38						
EE050	16,53	12,23	13,96	42,8533			5,50	12,37						
EE065	40,41			47,0853	32,35	7,97								
EE066	42,81	13,26	15,10	46,2322	33,02		6,94	14,44	802	68	37,77	3,228	0	105

## Verschiedene Echsenspezies (*Lacertilia*)

**Tabelle 9-42:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
<b>Bindenwaran (<i>Varanus cumingi</i>)</b>														
EE 009	81,67	119,29	2,97	65,19	--	21,98	4,81	6,23	3130	78,26	6,35	2,86	3,09	196
EE 010	57,04	129,69	2,68	57,88	--	23,23	3,73	8,68	4300	36,88	10,85	8,13	3,73	182
<b>Nashornleguan (<i>Cyclura cornuta</i>)</b>														
EE 011	51,09	142,53	3,78	59,19		23,64	3,41	5,48	5990		10,69			86
EE 012	47,96	88,70	4,26	58,63		14,93	2,97	6,57	3500		16,05			95
<b>Chuckwalla (<i>Sauromalus</i>)</b>														
EE 001	45,21			47,03										
EE 002	44,59					30,79								
EE 003	50,00	109,24	5,34				3,75	6,49	4310		43,46			206
EE 004	50,65	97,52	5,31				3,17	4,51	4170		40,91			213

**Tabelle 9-43:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern verschiedener Echsenspezies (*Lacertilia*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
<b>Bindenwaran (<i>Varanus cumingi</i>)</b>														
EE 009	58,03	17,41	13,25	49,14	25,42	7,64	4,08	6,32	1760	80,83	52,59	2,443	0,991	311
EE 010	30,66	13,8	13,12	50,35	27,86	6,88	3,33	8,49	1310	73,67	47,29	2,415	0,846	315
<b>Nashornleguan (<i>Cyclura cornuta</i>)</b>														
EE 011	46,08	11,78	12,87	47,53	39,04	5,55	2,56	5,57	1040	58,6	36,74	3,058	0,608	140
EE 012	42,39	13,11	13,16	46,95	39,05	6,17	2,35	7,53	1170	64,9	36,26	3,6	0,693	131
<b>Chuckwalla (<i>Sauromalus</i>)</b>														
EE 001	49,70	11,13	14,44	42,48	35,52	5,14	2,63	3,54	865	78,88	52,63	2,591	1,9	400
EE 002	49,78	10,78	13,74	41,65	37,63	5,32	2,22	3,66	822	52,36	48,62	2,455	8,632	389
EE 003	47,68	10,77	13,85	41,46	39,78	5,34	2,09	3,85	873	64,36	49,05	2,652	2,048	402
EE 004	50,63	10,33	14,50	41,93	42,66	5,34	2,15	1,94	867	93,54	50,76	2,386	25,42	419

## Anhang 6

### Nährstoffgehalte in Schale, Eigelb und Eiklar des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*)

**Tabelle 9-44:** Nährstoffgehalte der Schale zweier Eier des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
EE 075	83,64	337,78	0,39	12,19	--	52,96	3,54	1,42	2550	6,95	5,81	6,50	5,40	503
EE 076	82,16	334,39	1,10	11,42	--	48,46	3,07	1,38	2490	6,99	8,34	6,23	6,00	372

**Tabelle 9-45:** Nährstoffgehalte des Eigelbs zweier Eier des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
EE 075	33,79	11,49	15,56	45,02	40,44	6,17	4,69	5,78	702	56,57	40,71	2,98	0,725	504
EE 076	35,24	12,80	14,57	43,66	40,73	6,15	3,85	5,29	719	58,98	39,9	3,174	0,753	433

**Tabelle 9-46:** Nährstoffgehalte des Eiklars zweier Eier des Australien-Krokodils (*Crocodylus johnsoni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Asche	Na	K	Zn	Cu	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
EE 075	5,6	17,52	5,13	67,56	12,72	28,71	17,44	13,17	4,17	768
EE 076	6,01	10,08	9,16	64,72	11,90	25,94	20,57	15,77	4,79	260

## Anhang 7

### Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Reptilien

#### Griechische Landschildkröte (*Testudo hermanni*)

**Tabelle 9-47:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% Gesamtei	% Gesamtei		% uS	% TS	% TS	
<i>Testudo hermanni</i>									
	ESK 093	15,88	30,04	69,08	0,43	44,39	92,87	23,88	1,69
	ESK 094	20,37	22,88	74,77	0,31	35,00	93,99	18,06	1,59
	ESK 168	20,39	18,39	78,22	0,24	37,42	80,00	26,27	0,82
	ESK 169	19,01	22,09	75,59	0,29	38,56	77,71	24,08	1,12
	ESK 175	19,68	20,48	78,30	0,26	38,21	65,67	24,46	0,99
	ESK 176	19,61	19,89	78,23	0,25	38,35	79,34	25,49	0,92
	ESK 196	22,08	34,56	63,81	0,54	53,76	94,89	32,86	1,56
	ESK 197	11,92	16,78	82,55	0,20	35,82	88,00	25,51	0,70
	ESK 198	12,96	16,74	81,02	0,21	34,26	87,56	24,19	0,75
	ESK 199	11,94	16,58	80,82	0,21	39,28	86,36	30,88	0,57
	ESK 200	13,84	15,68	81,86	0,19	35,48	85,71	26,92	0,61
	ESK 201	15,70	23,76	74,59	0,32	48,03	93,30	34,67	0,86
	ESK 202	21,97	30,04	68,09	0,44	46,93	93,79	27,54	1,50
	ESK 203	23,08	19,58	79,64	0,25	38,86	93,36	25,84	0,89
	ESK 204	21,71	19,35	79,78	0,24	40,76	93,10	28,52	0,79
	ESK 205	21,61	26,65	72,70	0,37	45,44	94,10	28,01	1,23
	ESK 208	23,45	13,94	83,11	0,17	36,38	89,91	28,69	0,53
	ESK 209	13,68	15,13	84,21	0,18	35,95	90,34	26,46	0,61
	ESK 210	12,50	19,28	79,12	0,24	42,08	90,04	31,24	0,70
	ESK 211	17,29	14,81	83,57	0,18	40,02	88,67	32,18	0,49
	ESK 313	22,11	16,15	85,44	0,19	32,15	91,04	20,43	0,84
	ESK 314	23,00	16,35	82,96	0,20	31,95	91,49	20,49	0,88
	ESK 315	24,12	14,18	83,96	0,17	27,57	92,40	17,23	0,91
	ESK 316	25,72	16,14	83,13	0,19	30,02	92,53	18,15	0,99
	ESK 318	24,54	14,10	85,41	0,17	44,51	90,75	37,13	0,40
	ESK 317	7,89	11,41	82,26	0,14	24,01	81,11	17,94	0,63
	ESK 319	19,29	15,09	84,60	0,18	32,66	92,44	22,12	0,75
	ESK 320	20,82	15,37	84,20	0,18	32,13	93,75	21,05	0,81



## Echte Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

**Tabelle 9-48:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

		uS			
Spezies	Probe	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% Gesamtei	% Gesamtei	
<i>Pseudemys sp.</i>					
	ESK 149	10,80	14,91	85,09	0,18
	ESK 150	9,76	15,88	84,12	0,19
	ESK 151	10,83	23,36	76,64	0,30
	ESK 152	9,07	20,40	79,60	0,26
	ESK 153	6,30	30,48	69,52	0,44

**Tabelle 9-49:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

		TS			
Spezies	Gepoolte Probe	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		% uS	% TS	% TS	
<i>Pseudemys sp.</i>					
	ESK 149/150	29,28	37,53	62,47	0,60
	ESK 151-153	28,57	48,69	51,31	0,95

**Kornnatter (*Pantherophis guttatus*)**

**Tabelle 9-50:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten und getrockneten Ei an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis sp.*)

Spezies		uS				TS			
		Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I	Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
		g	% Gesamtei	% Gesamtei		% uS	% TS	% TS	
<i>Pantherophis guttatus</i>									
	ES007		4,20	95,80	0,04				
	ES023	8,54	4,80	91,33	0,05	20,84	4,80	95,20	0,05
	ES024	10,19	5,20	89,79	0,06	19,53	5,20	94,80	0,05
	ES025	9,11	5,27	86,06	0,06	22,61	5,27	94,73	0,06
	ES026	10,56	5,21	89,39	0,06	20,55	5,21	94,79	0,05
	ES027	9,34	5,78	90,15	0,06	20,34	5,78	94,22	0,06
	ES028	9,02	5,88	90,47	0,06	22,95	5,88	94,12	0,06
	ES029	9,46	6,24	89,96	0,07	24,00	6,24	93,76	0,07
	ES030	9,22	5,97	91,21	0,07	24,51	5,97	94,03	0,06
	ES031	10,34	5,61	91,20	0,06	20,79	5,61	94,39	0,06

## Bartagame (*Pogona vitticeps*)

**Tabelle 9-51:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am ungetrockneten Ei an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*)

Probe gepoolt	Eier pro Probe	Ei-nummer	uS			
			Gesamtei	Schale	Inhalt	S:I
			g	% Gesamtei	% Gesamtei	
<i>Pogona henrylawsoni</i>						
EE051/052	18	1	0,90	6,67	93,33	0,071
EE053	1	1	1,86	5,38	94,62	0,06
EE054	4	2	1,04	5,77	94,23	0,06
		3	1,06	7,55	92,45	0,08
		4	1,07	7,48	92,52	0,08
		5	1,00	7,00	93,00	0,08
EE055	5	1	0,96	8,33	91,67	0,09
		2	1,04	7,69	92,31	0,08
		3	0,98	10,20	89,80	0,11
		4	1,04	8,65	91,35	0,09
		5	1,05	8,57	91,43	0,09
EE056	5	1	1,07	8,41	91,59	0,09
		2	1,04	8,65	91,35	0,09
		3	1,08	8,33	91,67	0,09
		4	1,05	7,62	92,38	0,08
		5	1,05	8,57	91,43	0,09
EE057	7	1	0,84	4,76	95,24	0,05
		2	0,86	3,49	96,51	0,04
		3	0,87	4,60	95,40	0,05
		4	0,84	3,57	96,43	0,04
		5	0,81	4,94	95,06	0,05
		6	0,94	4,26	95,74	0,04
		7	0,85	4,71	95,29	0,05
EE 058	7	1	0,91	5,49	94,51	0,06
		2	0,92	5,43	94,57	0,06
		3	0,88	4,55	95,45	0,05
		4	0,83	6,02	93,98	0,06
		5	0,81	6,17	93,83	0,07
		6	0,77	5,19	94,81	0,05
		7	0,86	5,81	94,19	0,06
EE 059	7	1	0,84	4,76	95,24	0,05
		2	0,83	6,02	93,98	0,06
		3	0,83	6,02	93,98	0,06
		4	0,90	3,33	96,67	0,03
		5	0,86	5,81	94,19	0,06
		6	0,81	6,17	93,83	0,07
		7	0,83	6,02	93,98	0,06

**Tabelle 9-52:** Prozentualer Anteil von Schale und Inhalt am getrockneten Ei an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*)

		TS		
Probe gepoolt	Anzahl Eier	Schale	Inhalt	S:I
		% TS	% TS	
<i>Pogona henrylawsoni</i>				
EE 051	9	5,61	94,39	0,06
EE 052	9	5,88	94,12	0,06
EE053	1	8,17	91,83	0,09
EE054	4	13,17	86,83	0,15
EE055	5	14,15	85,85	0,16
EE056	5	13,59	86,41	0,16
EE057	7	5,42	94,58	0,06
EE058	7	6,84	93,16	0,07
EE059	7	7,11	92,89	0,08

## Anhang 8

### Nährstoffgehalte in Schale, Inhalt und Eigelb an Legenot erkrankter Tiere verschiedener Reptilienspezies

#### Griechische Landschildkröte (*Testudo hermanni*)

**Tabelle 9-53:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 093	92,87	372,32	<0,1	3,00	54,26	4,91	0,66	418	5,273	1,741	6,067	5,412	245
ESK 094	93,99	376,37		2,51	54,32	4,75	0,54	402	10,57	1,47	6,195	5,451	263
ESK 168	77,07	376,83	<0,1	3,71	53,88	4,30	0,54	678	3,858	1,417	6,254	5,411	287
ESK 169	73,57	376,60		2,75	54,29	3,83	0,55						
ESK 175	51,36	374,17	<0,1	2,67	53,98	4,46	0,56	424	1,05	1,373	6,105	5,432	364
ESK 176	75,90	372,71		3,04	54,11	4,26	0,49						
ESK 196	94,89	376,59	<0,1	2,12	54,53	4,91	0,64	368	9,28	0,667	5,967	5,789	238
ESK 197	88,00			6,55	52,45								
ESK 198	87,56	359,67		5,19	52,76	5,17	1,07						
ESK 199	86,36	362,82		5,44	52,19	5,35	1,02						
ESK 200	85,71	361,93		5,73	51,55	5,20	1,13	432	0,547	0	6,052	5,455	237
ESK 201	93,30	370,81	<0,15	3,11	53,62	4,98	0,77	414	3,391	0,145	6,23	5,225	179
ESK 202	93,79	378,71		2,61	53,92	5,07	0,71						
ESK 203	93,36	376,53		2,96	53,71	5,12	0,94						
ESK 204	93,10	377,16	<0,15	2,70	53,59	5,03	0,92						

**Fortsetzung von Tabelle 9-53: Nährstoffgehalte der Schale von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)**

Probe	TS	Ca	P	Protein	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 205	94,10	380,28	<0,1	2,45	54,04	5,13	0,78						
ESK 208	89,91	373,96	<0,1	4,09	52,90	4,88	0,88	642	5,615	0,632	6,702	4,983	201
ESK 209	90,34	367,94		5,02	52,16	5,13	0,79	571	2,456	0,108	6,95	4,993	295
ESK 210	90,04	364,51		5,41	52,27	5,56	0,87						
ESK 211	88,67	354,89		5,06	52,25	4,97	0,72						
ESK 313	91,04	369,45	<0,1	3,35	53,11	4,98	0,64	466	3,167	0,173	6,206	5,094	336
ESK 314	91,49	361,25		3,39	53,60	4,60	0,57						
ESK 315	92,40	350,32		3,42	53,16	4,77	0,55						
ESK 316	92,53	376,15		3,23	51,19	4,90	0,58						
ESK 318	81,11	360,21		6,96	50,93	4,89	0,55						
ESK 317	90,75			3,23	53,34								
ESK 319	92,44	359,83	<0,1	3,32	53,18	4,71	0,61	501	2,452	0	6,519	5,024	273
ESK 320	93,75	368,06		2,97	53,92	4,69	0,63						
MW	87,84	369,23	<0,15	3,78	53,19	4,87	0,72	483	4,33	0,70	6,30	5,30	265
STABW	9,16	8,18		1,33	0,99	0,36	0,18	103	3,17	0,68	0,30	0,25	55
Min	51,36	350,32		2,12	50,93	3,83	0,49	368	0,55	0,00	5,97	4,98	179
Max	94,89	380,28		6,96	54,53	5,56	1,13	678	10,57	1,74	6,95	5,79	364
n	28	26	0	28	28	26	26	11	11	11	11	11	11

**Tabelle 9-54:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 196	32,86	3,58		55,55	21,67	4,59	8,36	2,75	1160	63,16	79,59	3,837	1,437	305
ESK 197	25,51			56,66	28,18	4,78								
ESK 198	24,19	3,96	13,28	58,27	25,86		9,14	5,55						
ESK 199	30,88	3,83	12,66				7,23	3,99						
ESK 200	26,92	3,77	12,67				7,49	4,83						
ESK 201	34,67	4,18	14,38	59,02	25,82	4,64	6	3,51	825	62,98	79,31	3,806	1,293	245
ESK 202	27,54	3,72	11,59	56,02	26,84	5,01	9,64	3,07						
ESK 203	25,84	4,36	13,26	59,76	22,39	5,07	8	4,7						
ESK 204	28,52	4,23	13,11	61,00	22,62	5,16	7,94	4,74	867	59,44	79,89	3,556	1,422	288
ESK 205	28,01	3,54	14,02	57,15	26,67	4,66	9,41	3,13	1070	66,21	73,63	3,758	1,571	231
ESK 208	34,99	3,21	12,10	56,15	26,95	5,08	5,65	5,9	785	68,47	76,45	3,265	1,69	71
ESK 209	36,63	3,68	11,82	57,87	23,83		6,39	6,4						
ESK 210	31,24	4,2	13,48	60,30			8,2	7,14						
ESK 211	32,18													
ESK 313	20,43	3,17	14,71	57,48	24,62	5,45	11,48	6,78	1270	65,62	77,63	3,94	1,811	140
ESK 314	20,49	3,08	13,00	57,89	21,43	5,28	11,03	6,37						
ESK 315	17,23	3,12	12,84	56,62	19,96	5,55	13,33	6,81						
ESK 316	18,15	3,08	12,38	58,50	20,99	5,59	8,53	5,65						
ESK 318	37,13	3,35	13,21	58,50	22,94	4,27	3,64	5,05	1260	62,49	75,61	3,61	1,632	135
ESK 317	17,94	3,12	14,92	58,23		5,51	12,37	6,55						
ESK 319	22,12	3,32	14,82	58,61	22,74	5,31	8,8	6,96						
ESK 320	21,05	3,25	13,03	57,91	26,94	5,32	9,48	7,15	1160	53,47	64,04	4,043	2,188	83
MW	27,02	3,59	13,23	57,97	24,14	5,08	8,61	5,35	1050	62,73	75,77	3,73	1,63	187
STABW	6,28	0,43	0,98	1,44	2,52	0,39	2,32	1,46	197	4,63	5,21	0,25	0,28	91,5
Min	17,23	3,08	11,59	55,55	19,96	4,27	3,64	2,75	785	53,47	64,04	3,27	1,29	71
Max	37,13	4,36	14,92	61,00	28,18	5,59	13,33	7,15	1270	68,47	79,89	4,04	2,19	305
n	22	20	19	19	17	16	20	20	8	8	8	8	8	8

**Tabelle 9-55:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern an Legenot erkrankter Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
ESK 093	35,19	3,86	13,83	63,07			7,83	4,33	1040	455,1	83,31	4,428	3,618	395
ESK 094	38,18	4,05	14,66	64,14			5,93	4,39	966	106,4	88,07	4,321	3,621	374
ESK 175	45,31					4,35								
ESK 176	42,04	2,93	12,80	57,7461	23,05		4,09	5,14	777	67,79	76,38	3,145	2,03	105



## Echte Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

**Tabelle 9-56:** Nährstoffgehalte der Schale von Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

Probe	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 149	277,26	0,86	24,97		4,9	1,43	2400		2,782			209
ESK 150	280,45	0,94		41,46	4,98	1,66	2420	54,49	6,46	8,103	5,141	405
ESK 151	274,09	0,53	22,49	40,74	5,07	1,41	1930	5,728	1,86	7,272	4,074	837
ESK 152	235,48	0,7	34,90		4,9	2,79	1730	3,952	3,42	7,511	3,955	585
ESK 153	273,98	0,3	37,61		5,38	2,07	2670	4,885	1,56	7,451	4,605	551

**Tabelle 9-57:** Nährstoffgehalte des Eigelbs von Eiern an Legenot erkrankter Echter Schmuckschildkröten (*Pseudemys spp.*)

Probe	TS (%)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ESK 149/150	41,79	5,06	13,41	53,5840	18,59	4,81	3,29	5,21	1375	74,1	45,39	4,115	0,227	478
ESK 151-153	39,38	5,29	11,98	53,6477	5,90	4,82	3,21	4,62	1920	77,51	40,74	4,318	0,118	617

## Kornnatter (*Pantherophis guttatus*)

**Tabelle 9-58:** Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*)

Probe	TS 1 (% uS)	TS 2 (% uS)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ES 007					71,79							
ES 023/024	41,46	32,08	83,23	2,449				3,93	5,28	8,315	2,715	1234
ES 025/026	39,58	34,55	76,71	2,543				3,95	5,48	6,268	2,962	1265
ES 027/028	38,89	37,74	81,18	2,293				3,57	4,86	5,527	2,131	1615
ES 029/031	35,59	34,48	79,40	2,872				4,28	6,72	6,572	2,515	1181
ES 030	41,82						15,27					

**Tabelle 9-59:** Nährstoffgehalte des Inhalts von Eiern an Legenot erkrankter Kornnattern (*Pantherophis guttatus*)

Probe	TS (% uS)	Ca (g/kg TS)	P (g/kg TS)	Protein (% TS)	Fett (% TS)	Asche (% TS)	Na (g/kg TS)	K (g/kg TS)	Mg (mg/kg TS)	Fe (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cu (mg/kg TS)	Mn (mg/kg TS)	Se (µg/kg TS)
ES007	21,79			44,25	16,84									
ES 023	20,64	16,83	15,31			7,91	7,19	8,89	1000	67,31	84,75	3,72	<0,7	470
ES 024	19,89	17,30	15,48			8,37	9,31	9,00	998	68,46	88,43	2,69	<2,4	540
ES 025	23,85	16,51	15,08			7,81	6,12	9,18	957	64,81	85,65	2,88	<1,8	220
ES 026	20,97	16,71	15,23	41,86	13,98		7,39	9,10	1010	66,34	91,79	2,14	<1,9	510
ES 027	20,07	16,89	15,59			7,75	7,60	10,28	1060	70,63	87,12	2,22	<1,9	430
ES 028	22,92	17,15	15,62			7,91	8,02	8,36	1040	67,69	88,29	2,43	<0,8	320
ES 029	24,21	16,99	15,22	42,04	15,26		5,02	10,68	998	62,78	87,92	2,11	0,00	340
ES 030	24,14			42,79	15,86									
ES 031	20,68	16,67	15,12	41,71	26,39		7,28	9,98	971	62,77	86,75	1,60	<0,2	320

## Zwergbartagame (*Pogona henrylawsoni*)

**Tabelle 9-60:** Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Asche	Na	K	Mg	Zn	Se
	(%)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
EE051	39,13			81,66						
EE052	45,24			81,36						
EE053/54	40,00	123,46	5,35			3,56	4,79	2300	23,85	75
	75,86									
EE055	65,91	109,73	6,82			3,58	5,66	2070	29,79	86
EE056	63,64	108,39	7,19			3,50	5,95	1980	29,88	88
EE057	50,00			79,24						
EE058	48,48				4,45					
EE059	53,13				4,23					

**Tabelle 9-61:** Nährstoffgehalte der Schalen von Eiern an Legenot erkrankter Zwergbartagamen (*Pogona henrylawsoni*)

Probe	TS	Ca	P	Protein	Fett	Asche	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	(% uS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(% TS)	(% TS)	(% TS)	(g/kg TS)	(g/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(µg/kg TS)
EE051	44,04	11,47	14,97	49,23	33,20	6,57	4,52	6,19	1090	97,35	49,17	3,057		141
EE052	44,64	11,51	14,48	49,19	32,52	6,51	4,13	5,68	1060	97,23	47,71	3,237		135
EE053	27,40			51,33										
EE054	40,62	13,04	15,62	51,69			2,90	9,66	1290	102,6	52,9	3,134		113
EE055	42,31	12,85	16,26	52,74			2,94	9,62	1280	67,68	52,07	2,938		111
EE056	41,11	12,81	15,91	51,39			2,86	10,45	1270	67,2	51,9	2,997	0,258	110
EE057	42,04				28,47	6,71								
EE058	42,08				23,20	6,63								
EE059	43,02				26,14	6,62								

## Anhang 9

### Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus privater Haltung

Tier 1: ca. 60 Jahre alt

Tier 2: 30 – 40 Jahre alt, Gewicht ca. 1700 g

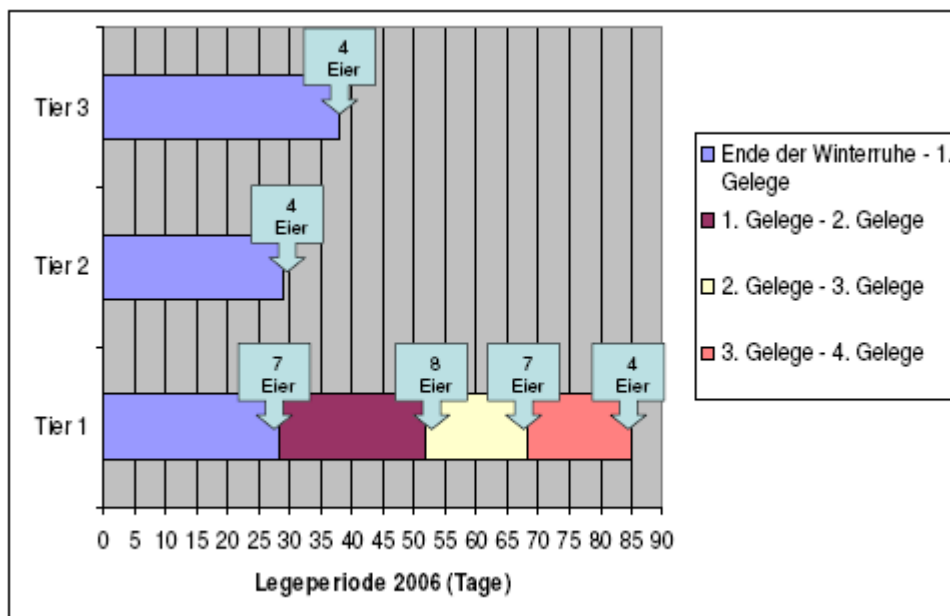
Tier 3: 30 – 40 Jahre alt, Gewicht ca. 1300 g

#### 2006

Ende des Winterschlafes: 14.04.

**Tabelle 0-1:** Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus dem Jahr 2006

	Gelege 1	Gelege 2	Gelege 3	Gelege 4
<b>Tier 1</b>	12.05.: 7 Eier	05.06.: 8 Eier	21.06.: 7 Eier	08.07.: 4 Eier
<b>Tier 2</b>	13.05.: 4 Eier	06.06.: 4 Eier		
<b>Tier 3</b>	22.05.: 4 Eier			



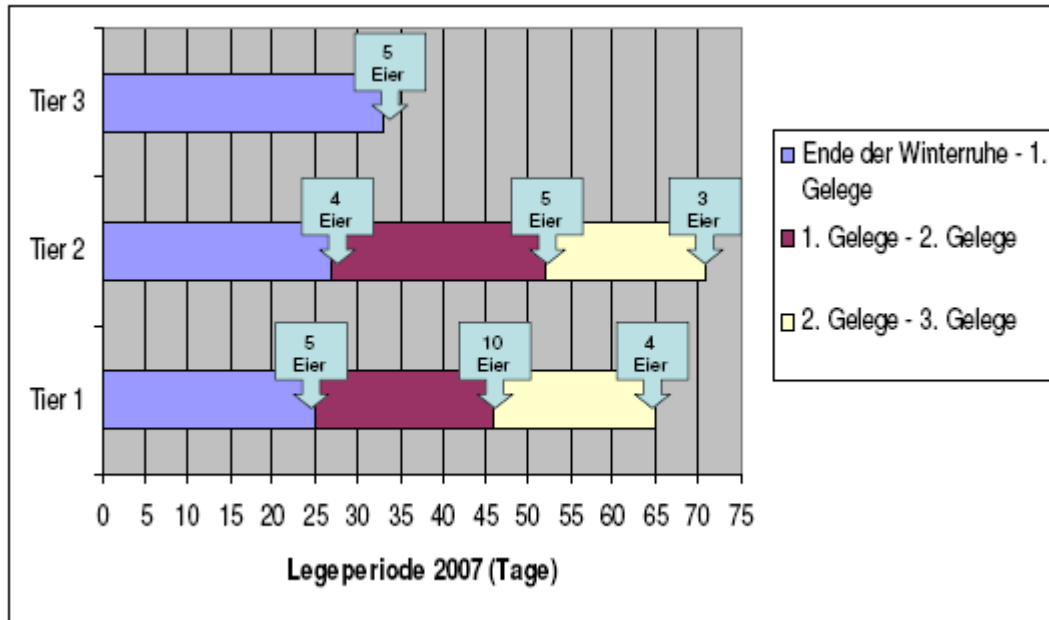
**Abbildung 9-1:** Dauer der Legeperiode 2006 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) unter Angabe der Gelegegrößen

## 2007

Ende des Winterschlafes 08.04.

**Tabelle 0-2:** Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus dem Jahr 2007

	Gelege 1	Gelege 2	Gelege 3
<b>Tier 1</b>	03.05.: 5 Eier	24.05.: 10 Eier	12.06.: 6 Eier
<b>Tier 2</b>	05.05.: 4 Eier	30.05.: 5 Eier	18.06.: 3 Eier
<b>Tier 3</b>	11.05.: 5 Eier		



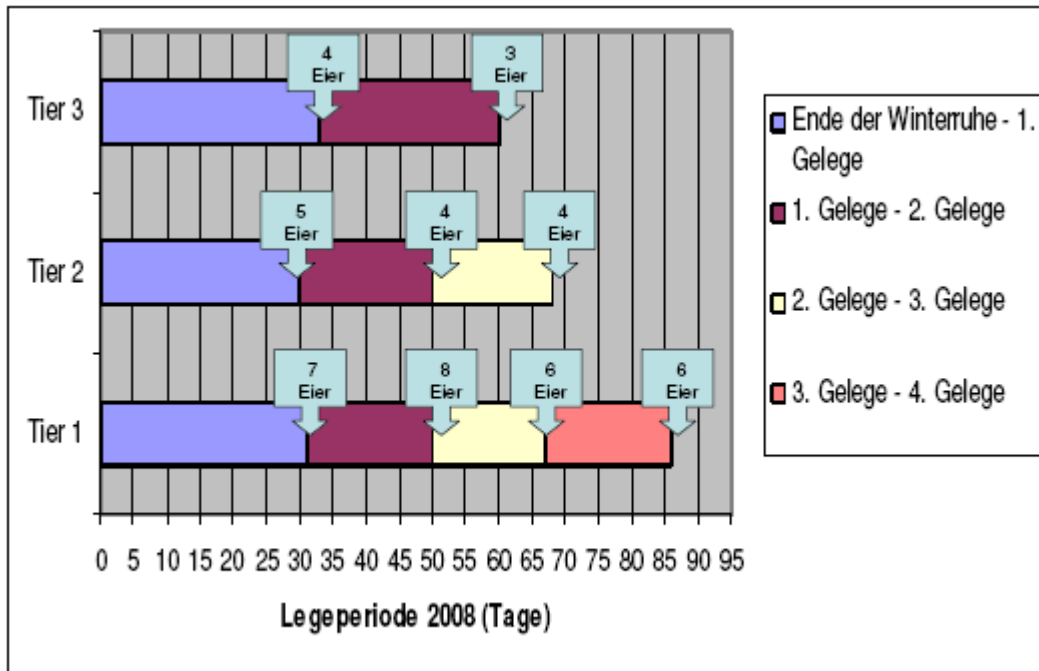
**Abbildung 9-2:** Dauer der Legeperiode 2007 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) unter Angabe der Gelegegrößen

## 2008

Ende des Winterschlafes: 05.04.

**Tabelle 0-3:** Daten zur Legetätigkeit dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) aus dem Jahr 2008

	Gelege 1	Gelege 2	Gelege 3	Gelege 4
<b>Tier 1</b>	06.05.: 7 Eier	25.05.: 8 Eier	11.06.: 6 Eier	30.06.: 6 Eier
<b>Tier 2</b>	05.05.: 5 Eier	25.05.: 4 Eier	12.06.: 4 Eier	
<b>Tier 3</b>	08.05.: 4 Eier	04.06.: 3 Eier		



**Abbildung 9-3:** Dauer der Legeperiode 2008 (Tage) dreier Griechischer Landschildkröten (*Testudo hermanni*) unter Angabe der Gelegegrößen

## 10 Danksagung

Ganz besonders möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Ellen Kienzle bedanken für die Überlassung des interessanten Themas, ihre stets hilfreichen und anregenden Korrekturen sowie ihre Geduld und ihren Einsatz besonders in der Endphase dieser Arbeit.

Frau PD Dr. Petra Kölle danke ich für Ihre Hilfe bei der Organisation von Probenmaterial und ihre gute fachliche Unterstützung bei allen Reptilienfragen.

Mein besonderer Dank gilt allen Institutionen, Kollegen und Privatleuten, die mir Eier zur Verfügung gestellt haben. Ohne ihre Mithilfe wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen: Herrn Dr. Thomas Becker vom Vivarium Darmstadt, Frau Lisa Berchtold, Frau Marlies Blumenthal vom Reptilienzoo Königswinter, Dr. Henry Brames, dem Ehepaar Eva und Werner Braun, Frau Marion Frost, Frau Heike Ganther, Frau Editha Krüger, Herrn Dr. Gunnar Langer, Herrn Klaus Müller-Schilling vom Zoo Hannover, Frau Dr. Birgit Rüschoff, Herrn Dr. Lutz Sassenburg, Frau Dr. Berenike Stöcker, Herrn Rudolf Wicker vom Zoo Frankfurt, Herrn Frank Bick vom Terra Zoo Rheinberg, sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Zoologie, Fischereibiologie und Fischkrankheiten der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Ein besonders herzlicher Dank geht an Frau Eva Braun, die mir mit hervorragend protokollierten Legedaten ihrer Tiere sehr geholfen hat. Des Weiteren hat sie mir durch ihr Fachwissen in der Laboranalyse so manches Mal helfen können. Nicht zuletzt danke ich ihr aber für ihren freundlichen und anteilnehmenden Zuspruch.

Von der Zoologischen Staatssammlung München danken möchte ich Herrn Dr. Frank Glaw für seinen fachlichen Rat sowie Frau Eva Karl von der Bibliothek der Zoologischen Staatssammlung für ihre Mühen beim Heraussuchen der gesuchten Journals.

Ein ganz besonderer Dank gilt allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Labor in Oberschleißheim: Herrn Werner Hesselbach für seine große Unterstützung, seine Geduld

und seine stets freundliche Hilfsbereitschaft. Frau Elke Kleiner besonders für die Durchführung der Spurenelement-Messungen. Ein herzlicher Dank auch an alle mittlerweile ehemaligen und aktuellen Auszubildenden, die mich, wenn nötig, im Labor unterstützt und nicht zuletzt auch durch manche warme Mahlzeit aufgebaut haben.

Ebenso möchte ich mich beim Team vom Oberwiesenfeld bedanken für ihre Hilfe bei der Gefriertrocknung meiner Proben.

Herrn Jeroen Mos vielen herzlichen Dank für die Überlassung seiner bisher unveröffentlichten Daten zur Zusammensetzung von Reptilieneiern.

Frau Nicola Becker und Frau Dr. Julia Fritz möchte ich danken für ihren Zuspruch und ihre sehr kurzfristige Korrekturarbeit.

Ein besonderer Dank gebührt meinen beiden Chefs, Herrn Dr. Rolf Hofstetter und Herrn Dr. Michael Katikaridis für ihr Verständnis und die Bereitschaft, mir in den letzten Wochen vor der Abgabe einige meiner Dienste zu übernehmen. Auch meiner Kollegin und Freundin Frau Dr. Silvia Müller möchte ich an dieser Stelle sehr herzlich danken, für ihre Bereitschaft, Dienste mit mir zu tauschen in der „heißen Phase“ vor der Abgabe, sowie ihre große Geduld und ihren Zuspruch.

Aus ganzem Herzen danken möchte ich meinen Eltern, die mich die ganze Zeit über unterstützt haben, immer für mich da waren und meine Launen mit Fassung ertragen haben.

Ebenso möchte ich meinen Schwestern Christa Stalder für ihre Unterstützung und Korrekturhilfe und Claudia Hartmann für ihre Anregungen danken.

Herrn Martin Steinhardt danke ich für seine Geduld, sein Durchhaltevermögen und sein Vertrauen.